

Saggio di anatomia segmentale. La metameria somatica, nervosa, cutanea e muscolare dei vertebrati.

Contributors

Rynberk, G. van.
University College, London. Library Services

Publication/Creation

Roma : Tipografica della R.Accademia dei Lincei, 1908.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/arq3k28f>

Provider

University College London

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by UCL Library Services. The original may be consulted at UCL (University College London) where the originals may be consulted.


Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>





INSTITUTE OF NEUROLOGY

The
ROCKEFELLER
MEDICAL LIBRARY

NATIONAL HOSPITAL LIBRARY
Not to be taken away

*With the Authors
Compliments.*

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
(ANNO CCCV 1908)

SAGGIO DI ANATOMIA SEGMENTALE.

Not Hook

LA METAMERIA SOMATICA, NERVOSA, CUTANEA E MUSCOLARE

DEI VERTEBRATI

MEMORIA

DI

G. van RYNBERK

PREMIATA AL CONCORSO AL PREMIO CARPI DEL 1906



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVUCCI

—
1908

SERIE 5* — *Classe di scienze fisiche matematiche e naturali*
VOL. VII. — 1908.

ROOSEVELT MEDICAL LIBRARY INSTITUTE OF MEDICINE	
CLASS	HIST N
NO. 1	5112
SOURCE	recd.
DATE	

PARTE PRIMA.
Introduzione e Generalità.

INTRODUZIONE.

Da più anni l'autore della presente Memoria raccoglie materiali per un'opera d'insieme che esponga quella dottrina biologica generale, cui egli accennando in alcuni suoi scritti precedenti chiamò « dottrina segmentale ». Questa dottrina è nella mente dell'autore la sintesi della zoologia, morfologia, fisiologia e patologia degli animali segmentati, studiati dal punto di vista esclusivo dell'architettura segmentale o metamerica del loro corpo.

Nella sua parte zoologica la dottrina segmentale coordina le speculazioni filogenetiche intorno al problema dell'origine della metameria nel regno animale; nella sua parte morfologica concentra le ricerche di anatomia e di embriologia comparata sullo sviluppo e sulla costituzione dello schema architettonico metameroico degli animali segmentati; nella sua parte fisiologica e patologica essa sintetizza lo studio dei fenomeni vitali, normali e morbosi di questi esseri, nelle loro unità morfologiche: i segmenti o metameri.

Dell'enorme sviluppo che l'autore, come dal precedente cenno appare, vuol dare all'opera cui egli si è accinto, presenta oggi una minima parte, la quale nel suo insieme forma la trattazione completa di un argomento che può star da sè e che gli sembra offrire un'interesse sufficiente perchè ne sia giustificata la pubblicazione isolata. In questa parte, egli si occuperà della metameria somatica dei vertebrati, specialmente per quanto riguarda anatomicamente il sistema nervoso, il cutaneo ed il muscolare.

CAPITOLO PRIMO.

Generalità.

Esponendo soltanto un carattere architettonico, spogli la mente di qualunque preconceito teorico, noi possiamo dire che per metameria in un animale segmentato, ridotto il termine alla espressione più semplice e schematica, noi intendiamo il fatto anatomico, che un certo numero di organi, raggruppati topograficamente insieme, si ripetano nell'organismo, disposti in serie lineare nello spazio. Ora se noi confrontiamo le condizioni architettoniche del corpo dei vertebrati con la formola qui espressa, non potremo che riconoscere che queste condizioni corrispondano in un certo modo, più o meno esattamente al postulato stesso, almeno per alcuni sistemi d'organi, e nella sola regione somatica. Per gli altri organi e per il capo le cose sono più complicate ed assai meno chiare.

Precisando di più le condizioni anatomiche dei tre sistemi detti avremo: il sistema nervoso, il muscolare ed il cutaneo della regione somatica dei vertebrati, presentano in tutto o in parte, presso tutte o presso alcune specie, durante tutta la vita od in alcuni stadi dello sviluppo individuale, una divisione in parti simili, disposte a serie lineare più o meno evidente, più o meno larvata. Evidente, generale e persistente per tutta la vita è questa disposizione lineare e seriale soltanto nelle radici e nei gangli dei nervi spinali di tutti i vertebrati. Raramente evidente, larvata per lo più, è la suddivisibilità degli organi centrali nervosi in tante sezioni successive, disposte in serie lineare. Non mai, in nessuno stadio di sviluppo, in nessuna specie, in nessuna sua parte evidente, pur sempre esistente in maniera larvata è la suddivisione della cute in parti successive nell'ordine seriale lineare. Evidente in alcuni stadi embrionali di tutti i vertebrati e nello stato adulto di alcuni, più o meno parzialmente o totalmente larvata negli altri è la divisione seriale del sistema muscolare.

Però, larvata od evidente durante lo sviluppo embrionale, persistente in modo evidente oppure no nello stato adulto, la divisione del sistema nervoso, muscolare e cutaneo della regione somatica dei vertebrati, in parti successive e disposte in serie lineare, la *metameria* insomma di questi sistemi, è un fatto reso sicuro da un complesso di ricerche svariatissime la cui esposizione sistematica formerà appunto l'oggetto della presente Memoria, nella quale io riunirò dunque le notizie che concernono la disposizione in serie lineare e metamERICA del sistema nervoso: la *neuromeria*, che sua a volta comprende la *metameria* degli organi centrali che propongo chiamare *polioneuromeria* ⁽¹⁾, e di quelli periferici che chiamerò *odoneuromeria* ⁽²⁾; poi quelle che dimostrano la risultanza del sistema muscolare da una serie di parti metamERICHE, i *miomeri*, e finalmente quelle che si occupano della larvata *metameria* cutanea o *dermatomeria*.

(1) Cioè metameria della sostanza *grigia* nervosa (*πολλος* = grigio).

(2) Cioè metameria delle *vie* nervose (*ὁδός* = via).

Queste notizie, come già appare dalla stessa breve esposizione precedente, sono state fornite da ricerche d'indole svariatissima. Innanzi tutto abbiamo le ricerche d'embriologia comparata per tutto ciò che riguarda le condizioni peculiari dello sviluppo ontogenetico delle disposizioni metameriche nei vertebrati. Poi la dissezione anatomica che tenta d'isolare e dimostrare l'individualità dei metameri muscolari e dei nervi spinali. Poi i metodi microscopici per indagare la costituzione del nevrasso spinale e ricercarvi la disposizione in serie lineare di tanti centri metamerici. Finalmente grande parte vi hanno pure, come vedremo, i metodi sperimentali per sciogliere negli animali, e quelli clinici per illuminare nell'uomo, alcuni problemi ove i metodi morfologici hanno fallito, oppure hanno stentato molto a riuscire. Nella presente Memoria tratterò in modo esauriente le ricerche di anatomia macro- e microscopica e quelle sperimentali e cliniche rivolte a conoscere la costituzione metamERICA del corpo dei vertebrati allo stato adulto. Per quello che riguarda l'embriologia, riservando per l'opera completa la trattazione estesa dell'origine filogenetica ed ontogenetica della metamERIA in genere, ricorderò qui in alcuni rapidi cenni, soltanto quelle poche cose che più importa tener presente quali principi fondamentali sui quali si basa grande parte degli ulteriori sviluppi dell'argomento della presente Memoria.

* * *

È fatto di comune cognizione che in tutti i vertebrati, a un certo punto dello sviluppo embrionale, ha luogo un processo speciale per cui alcuni costituenti dell'embrione vengono a trovarsi divisi in una serie di parti simili, allineate in direzione cranio-caudale.

A questo processo, detto di *segmentazione* embrionale in senso ristretto, prende parte nel modo più intenso ed evidente il foglietto blastico medio, mentre la partecipazione di quello esterno è, come vedremo, minore e dubbia, di quello interno probabilmente nulla.

Prodotti della segmentazione dei due sacchi celomatici del mesoderma sono quelle formazioni che una volta si chiamavano proto-vertebre o segmenti primordiali o somiti, ora con termine in parte più appropriato, miomeri primitivi, e che in doppia serie fiancheggiano, in uno stadio assai precoce, la corda dorsale e la doccia midollare. Da ognuno di questi miomeri primordiali si svolgono tre sorta di formazioni: una muscolare (il miotoma o miomero definitivo), una cutanea (il dermatoma o dermatomero definitivo) ed una scheletrica (lo scleromero o sclerotoma). Nell'ulteriore sviluppo embrionale restano, anatomicamente distinti, sempre, ed in tutti i vertebrati, soltanto i derivati scheletrici dei miomeri che vanno a formare gli archi ed il corpo delle vertebre e le costole: gli sclerotomi definitivi. I derivati muscolari e dermici del foglietto muscolocutaneo del miomero, i dermatomi e miotomi subiscono invece diverse modificazioni.

I dermatomi vicini si fondono, in tutte le specie di vertebrati, già in uno stadio precoce, tra di loro a formare con l'epidermide l'involucro cutaneo dell'embrione, involucro continuo ed uniforme ove non si riconosce più traccia dell'avvenuta fusione. I miotomi invece in alcune specie di pesci infimi restano sempre distinti ed isolati per tutta l'estensione del corpo; in altri pesci restano tali soltanto in parte, mentre

in alcuni punti per la formazione di speciali appendici, pinne, arti ecc. subiscono modificazioni profonde consistenti in spostamenti, scissioni e fusioni parziali. Finalmente nella grande maggioranza dei vertebrati questi processi di spostamento e complicazione avvengono non soltanto a livello dello sviluppo delle appendici artuali, ma anche, sebbene con minore intensità, nel resto del corpo.

Mentre la segmentazione del foglietto germinativo medio è un fatto evidente, la questione se anche il foglietto esterno vi partecipi in modo attivo è cosa meno sicura ed assai discussa, specie per quella parte dell'ectoderma invaginato, che formerà il nevrasso spinale coi suoi gangli e radici. Kupfer (1885) per primo descrisse nella porzione somatica del tubo midollare alcuni veri segmenti, corrispondenti ai somiti o miomeri che lo fiancheggiano ed egli interpretò questi segmenti midollari come l'espressione di una vera metameria primaria del nevrasso spinale. Dopo di lui una serie di autori specialmente americani si occuparono dell'argomento. Orr (1887) vide formazioni simili in un lacertilio (*Anolis sagraei*) e le chiamò neuromeri; McClure (1889, '90) descrisse segmenti simili per tutta la lunghezza del tubo midollare del pulcino, dell'*Amblystoma* e dell'*Anolis*, e li chiamò « mielomeri »; Miss Platt (1889) confermò dati analoghi per il pulcino; Locy (1894, '98) sostenne che negli squali, nell'*Amblystoma* e nella *Torpedo ocellata* i mielomeri sono già formati prima che vi sia traccia dei miomeri, sicchè quelle devono essere formazioni primarie, onde le chiami segmenti epiblastici. Neal (1896, '98) dedicò una parte interessante della sua monografia sulla segmentazione del sistema nervoso dello *Squalus acanthias* e descrisse pure i mielomeri per tutta l'estensione del midollo spinale, ma in un periodo posteriore alla formazione dei miomeri. Fin qui una serie di dati apparentemente concordi; se però noi analizziamo più minutamente i lavori di questi autori troveremo più numerose le contraddizioni delle stesse affermazioni: contrastano nelle loro indicazioni non solo il numero dei pretesi mielomeri negli individui delle stesse specie, ma anche l'epoca della loro comparsa, i loro rapporti topografici e la loro struttura interna, in un modo così reciso e ripetuto che non mi sembra fino ad oggi lecito di considerare la mielomeria primitiva come un fatto sicuro acquisito alla scienza, sebbene una metameria secondaria del midollo spinale, mielomeria o polioneuromeria spinale anteriore non sembra potersi negare. Per i gangli spinali è stato sostenuto da Beard (1866) che i loro abbozzi primitivi, composti di gruppi di cellule tondeggianti, si trovino già dall'inizio disposti metamericamente; in ogni modo quando le placche midollari si sono fuse nella linea mediana per formare il tubo midollare, nelle creste laterali, che contengono gli abbozzi ganglionari, l'accrescimento non è uniforme perchè in corrispondenza ai miomeri primitivi esso è intenso, negli intervalli si arresta, sicchè ne risulta una serie di organi distanziati e metamerici, i gangli spinali o polioneuromeri spinali dorsali.

Fin qui ricordata succintissimamente la formazione dei miomeri e dei loro derivati i miotomi ed i dermatomi, dei primitivi o secondari mielomeri e dei gangli spinali. Ora veniamo al punto più importante per il mio argomento, al processo cioè, mercè il quale le diverse parti metameriche accennate, miotomi, dermatomi, e polioneuromi si mettono in comunicazione morfologica tra di loro. Sorvolando sopra tutti i dibattiti intorno alla istogenesi dei filamenti nervosi periferici, ricordo il fatto

comune a tutti i vertebrati che in un periodo embrionale precoce, quando il tubo neurale non possiede ancora il mantello bianco, si formano cordoni protoplasmatici brevissimi che vanno ad unire ad uno ad uno i miomeri primordiali con quella parte del tubo nervoso colla quale ognuno di essi è in immediato contatto. Più tardi cordoni protoplasmatici simili si formano in corrispondenza agli abbozzi dei gangli spinali e si dispongono tra miomero e miomero, e più precisamente si addossano alla faccia craniale dello sclerotoma di ogni singolo miomero primitivo. Le formazioni prima descritte rappresentano le radici ventrali (anteriori od inferiori), ossia la porzione cornuale, motrice dei nervi spinali misti, le altre formano la porzione ganglionare sensitiva di essi.

Ora risulta da una serie di ricerche di diversi autori tra cui cito più specialmente Van Wyhe, Eisler e la scuola anatomica di Heidelberg (Gegenbauer, Fürbringer, Ruge), che tra gli abbozzi dei nervi spinali ora descritti e gli elementi primitivi dei miotomi e dermatomi, si stabiliscono rapporti precocissimi ed indissolubili: qualunque sia la sorte riservata a questi elementi muscolari e cutanei, qualunque siano gli spostamenti, le migrazioni che essi subiranno nel seguito dello sviluppo embrionale, specialmente là ove si formeranno gli arti, essi trascineranno seco i filamenti nervosi coi quali sono una volta venuti in rapporto. Questo fatto è di fondamentale importanza, perchè è unicamente in base ad esso che noi vedremo in tutti i vertebrati esser possibile rintracciare appunto tutti i derivati dei diversi miotomi e dermatomi che, parte separati tra loro, spostati e migrati lontano dalla regione primitivamente da essi occupati, parte anche fusi e confusi tra loro e con derivati di altri metameri, hanno perduto il loro carattere metamerico primitivo. Per effetto di questo nesso precoce e persistente, noi abbiamo nell'innervazione spinale una guida sicura, sebbene indiretta, per studiare la parte che i singoli miotomi e dermatomi prendono nelle diverse specie di vertebrati alla costruzione del sistema muscolare e cutaneo degli animali adulti, cognizione che nessun altro metodo, nè quello embriologico nè quello anatomico diretto possono darci. Lo studio della metameria cutanea e muscolare dei vertebrati si riduce quindi nella sua maggior parte ad uno studio minuto della distribuzione dei nervi spinali e di tutte le loro diramazioni ai loro organi periferici: l'« odoneuromeria » è la trama tenace e conservativa sulla quale è imbastita tutta l'architettura metamerica dei vertebrati. Conoscere tutti i muscoli o parti di muscoli innervati da una data radice spinale anteriore vuol dire conoscere il complesso di derivati dal miotoma originalmente da essa innervata, anzi questo miotoma stesso; conoscere esattamente il territorio cutaneo innervato da un dato ganglio spinale vuol dire conoscere l'estensione raggiunta dai derivati del dermatoma col quale originalmente esso è venuto in rapporto, vuol dir quindi conoscere questo dermatoma stesso. E questo metodo di studio non si applica soltanto agli organi metamerici periferici, ma anche a quelli centrali, perchè conoscere esattamente l'estensione e la situazione dei gruppi di cellule cornuali del midollo spinale, colle quali le diverse radici motrici spinali sono in rapporto morfologico, vuole pur dire conoscere esattamente le diverse sezioni del nevrasso spinale che in uno stadio embrionale precoce si sono trovate per un certo tempo topograficamente a contatto coi miomeri primordiali, e che quindi possiamo identificare coi mielomeri o neuromeri o neurotomi degli autori,

senza prender partito nel problema se queste sezioni, questi segmenti sieno l'espressione di una vera metameria primaria del tubo neurale, oppure se prodotti secondariamente, passivamente da un'azione puramente meccanica di pressione esercitata dalla serie dei miomeri contigui, come opinano i più. Insomma studiare a fondo i nervi spinali, gli odoneuromeri, in tutti i loro rapporti periferici e centrali significa studiare la miomeria, la dermatomeria e la polioneuromeria stesse. È appunto ciò che nella presente mia Memoria cercherò di fare.

Però anche il metodo di studio diretto, l'anatomia descrittiva, macroscopica e microscopica comparata del sistema muscolare, nervoso e cutaneo, hanno forniti alcuni dati importanti, specie nei vertebrati inferiori, ove, come vedremo, le condizioni sono meno complicate che in quelli superiori, nei quali lo studio diretto non rivela quasi più nulla dell'originale architettura metamERICA del corpo. Riunirò quindi insieme le ricerche dirette di anatomia macro- e microscopica che hanno per oggetto ciò che chiamerò la « metameria persistente ed evidente » del sistema muscolare, cutaneo e nervoso dei vertebrati, e tratterò separatamente delle ricerche indirette, basate sull'odoneuromeria, le quali hanno per oggetto la « metameria larvata » di quei sistemi.

Tutto il complesso di queste notizie costituisce il primo materiale sul quale fondare le linee generali dell'anatomia segmentale dei vertebrati.

PARTE SECONDA.

La metameria persistente ed evidente studiata con metodi diretti.

Tratterò separatamente della metameria muscolare, cutanea e nervosa. In riguardo a quella parte del postulato generale espresso nel I capitolo, la quale esprime che le parti dei diversi organi che si ripetono metamericamente debbano trovarsi raggruppate topograficamente insieme a formare i metameri o segmenti del corpo, bastano poche parole. Queste condizioni sono eccezionalissime, e si verificano soltanto e forse nemmeno esattamente in pochi pesci e rettili (ofidi), perchè già nei pesci sussiste il fatto che il miotoma rispetto al polioneuromero si trovi spostato caudalmente, mentre il dermatoma non ricopre più il miotoma corrispondente.

Nei vertebrati superiori questi spostamenti si accentuano ancora di più: i dermatomeri sono fusi in grande parte tra di loro; i miomeri spezzati ed i frammenti spostati notevolmente e distaccati l'uno dall'altro: i polioneuromeri finalmente sono topograficamente situati assai più cranialmente dei loro miomeri e dermatomeri rispettivi, a causa delle note differenze di sviluppo che nell'evoluzione embrionale fa sì che il midollo spinale *rimane indietro* rispetto allo sviluppo della teca vertebrale in cui è contenuto e degli organi metamerici che negli stadi precoci si trovarono rispettivamente allo stesso livello topografico dei suoi segmenti.

L'architettura metamERICA del corpo dei vertebrati viene quindi ad essere notevolmente alterata nelle sue linee apparenti, ma appunto qui stanno i rapporti odoneuromerici fissi ed invariati ad attestare che lo schema fondamentale dell'organismo è rimasto segmentale e metamerico, qualunque siano le modificazioni apparenti che l'evoluzione filogenetica ed individuale vi abbiano apportate.

CAPITOLO II.

La miomeria evidente.

Nei pesci, chi scolla accuratamente la cute, trova che il sistema muscolare di quegli animali presenta una superficie per lo più pianeggiante, rigata a distanza fissa per ogni specie, da tante linee a decorso più o meno tortuoso, le quali sui due lati del corpo decorrono parallele tra la linea mediana dorsale e quella ventrale del corpo. Queste linee all'esame minuto risultano dall'immagine ottica di tante membrane viste in sezione. Queste membrane dalla faccia esterna dello strato muscolare si approfondano in esso, onde l'intero rivestimento muscolare del corpo viene suddiviso

in tante porzioni quante sono queste membrane, che però si dicono setti muscolari o mio-setti o miocommi. Il compartimento muscolare che si trova tra setto e setto si dice cassetta muscolare od anche, con evidente ambiguità di termine, miocomma come gli stessi setti intermuscolari. Queste cassette muscolari rappresentano singolarmente i derivati dei miotomi embrionali, onde si dicono pur essi miotomi o miomeri. Esaminata nel suo insieme, la disposizione dello strato muscolare dei pesci ha questo di particolare: che i mio-setti servono come punto d'inserzione quasi esclusivo delle fibre muscolari, le quali in ogni singolo miomero decorrono parallele tra setto e setto senza prender rapporto con pezzi scheletrici. Nella sua espressione più semplice la muscolatura così ordinata consta in alcune specie inferiori di uno strato unico, regolarmente intersettato dai miocommi a decorso trasversale sull'asse maggiore del corpo, poi, seguendo lo sviluppo filogenetico, ha luogo un duplice processo per cui lo strato dei miomeri primitivamente unico ed uniforme viene suddiviso in più strati, variamente intersettati da setti a decorso longitudinale. Le parti così risultanti prendono rapporto collo scheletro ed acquistano in tal modo inserzioni fisse che in un certo riguardo possiamo dire *estreme*; i mio-setti primitivi persistono come suddivisione interna dei complessi miomerici che si sono scissi dal primitivo strato uniforme. Queste parti scisse dalla miomeria regolare, primaria, preludiano all'evoluzione del sistema muscolare dei vertebrati, superiori e si possono dire *muscoli* nel senso usuale, aventi cioè una relativa individualità anatomica per la loro topografia, delimitazione ed inserzione. nonchè una relativa individualità funzionale corrispondente. Per il processo accennato si inizia quindi già quella trasformazione del sistema muscolare che dalle condizioni nettamente ed interamente metameriche, per es. del *Petromyzon*, conduce a quelle complicatissime dell'uomo ove della primitiva miomeria non è rimasta che una larva.

Per quanto interessante sia questo processo evolutivo del materiale contrattile dei vertebrati, io non vi potrò che accennare; più che del risultato non metamerico della trasformazione in questione, mi occuperò di quelle tracce rimaste ancora riconoscibili della primitiva miomeria che filogeneticamente ed ontogeneticamente ha preceduto le disposizioni complicate del sistema muscolare dei vertebrati superiori adulti. Rilevo soltanto un fatto che dal punto di vista speciale del mio argomento ha un notevole interesse.

Nelle condizioni primitive quali s'incontrano, per es. nel *Petromyzon*, tutti i derivati dei singoli miotomi embrionali vengono a restare nell'adulto, topograficamente uniti insieme: il miotoma dell'adulto compreso tra due mio-setti rappresenta la somma di materiale sviluppatosi dal corrispondente miotoma embrionale, e forma un tutto anche anatomicamente unito. Ma nel corso dell'evoluzione, quando s'inizia la formazione di veri « muscoli » si compie una serie di processi, parte di scissione, parte di fusione, per cui i miomeri semplici vengono a trovarsi divisi in parti distinte e separate.

Viceversa, i muscoli originati da questi processi, non rappresentano più tanti miomeri singoli, ma combinazioni di parti di più miomeri. E mentre prima nei petronizzanti si poteva chiamare « muscolo » ogni miomero, ed ogni miomero rappresentava un muscolo, invece nelle specie superiori i diversi miomeri non sono più tante unità muscolari giacchè parti di ogni singolo miomero concorrono a più muscoli, ed

i diversi « muscoli » sono a lor volta diventati « polimerici » o plurisegmentali perchè composti da più parti di diversi miomeri. Vedremo come questo trasformismo trova la sua corrispondenza nella complicazione dell'innervazione spinale: mentre ognuno dei miomeri semplici riceve fibre nervose da un sol segmento spinale, i « muscoli » polimerici sono innervati da fibre originate in più segmenti, sicchè anche la loro innervazione è diventata polimerica o plurisegmentale.

Di sommo interesse per l'intendimento di questo processo di polimerizzazione delle unità anatomiche contrattili dei vertebrati, è specialmente quel che avviene in questo rapporto durante la formazione degli arti. Sorvolando su tutte le controversie in questo argomento, ricorderò qui soltanto che in base alle osservazioni di Dohrn (1884) e Balfour (1878) su embrioni di selacei, e di una serie di ricerche successive sopra diverse specie animali, noi possiamo dire che il materiale mesodermatico che entra nella costruzione degli arti di tutte le classi di vertebrati, è in origine metamerico. In un determinato stadio precoce dello sviluppo embrionale dalla porzione ventrale di un certo numero di miomeri già formati ed ultimati regolarmente, si staccano gemme che migrano all'esterno, spingendo avanti a sè il foglietto epiblastico. Dalle migrazioni e dai successivi svariati processi di scissione e fusione tra loro di queste gemme originano anche qui unità anatomiche che non rappresentano più unità metameriche, ma plurisegmentali: « muscoli » polimerici insomma. Vedremo come già nei pesci inferiori (selacei) la cui muscolatura mantiene del resto un carattere metamerico primitivo, esiste questa polimerizzazione dei muscoli degli arti, cui corrisponde una polimerizzazione della innervazione.

Ora passiamo a descrivere più minutamente la forma e disposizione dei miomeri nella loro manifestazione più tipica e semplice, come si presenta nei petromizzonti, nei missenoidi e nei selacei. Il numero di ricerche eseguite a questo scopo non è molto grande.

Ricordo qui Rathke (1826), Stannius (1854), Grenacher (1867), Goette (1884), Göppert (1895), Joh. Müller (1840), Wikström (1897) e per ultimo Langelaan (1904), dei quali mi limiterò a citare più per esteso i due più recenti.

Wikström ha eseguito dissezioni su *Petromyzon marinus* e *fluviatilis*, su *Myxine* e *Bdellostoma*, su *Esox lucius*, *Acanthias*, *Heptanchus* e *Mustelus*. La tecnica seguita da lui è quella della sezione in serie del materiale con susseguente ricostruzione schematica. Egli descrive il miomero dei Petromizzonti come una placca che occupa una posizione obliqua all'indietro rispetto all'asse longitudinale del corpo. L'obliquità è assai maggiore nei Petromizzonti che nell'*Amphioxus* e ciò sembra a Wikström favorire la stabilità della muscolatura venendo in tal modo aumentata la superficie d'inserzione delle fibre miomeriche ai miosetti. Nei missenoidi e nei selacei il miomero è assai più complicato, presentando nei missenoidi tre estroflessioni in forma di cono cavo, situate rispettivamente nella parte sua dorsale, laterale e ventrale, nei punti ove il miomero dei Petromizzonti presenta una protuberanza. Nei selacei a queste tre estroflessioni se ne aggiungono due altre nella regione dorsale, mentre per lo sviluppo del cosiddetto setto orizzontale la porzione dorsale della muscolatura rimane separata da quella ventrale.

Langelaan più recentemente lavorò sul *Petromyzon fluviatilis* e sullo *Acanthias vulgaris*. Il metodo da lui seguito è di dissettare il tessuto connettivo intersegmen-

tale, i miosesti, per isolare in questo modo un determinato miotoma. Questo metodo portò a risultati esattissimi che Langelaan illustra con figure che danno una immagine notevolmente plastica della forma vera dei miotomi. Tolgo qualche brano dalle descrizioni aggiunte alle figure. *Petromyzon* (fig. 1). Il miomero della regione del tronco dell'animale adulto ha in genere la forma di una mezza luna, le cui corna siano rivolte verso la parte craniale del corpo. Il corno dorsale raggiunge la linea mediana dorsale del corpo; il corno ventrale termina contro la linea mediana ventrale. In sezione trasversale il corpo del miotoma appare rombico, mentre le corna sono appiattite. Una sola faccia della sezione rombica del miotoma è rivolta verso la superficie

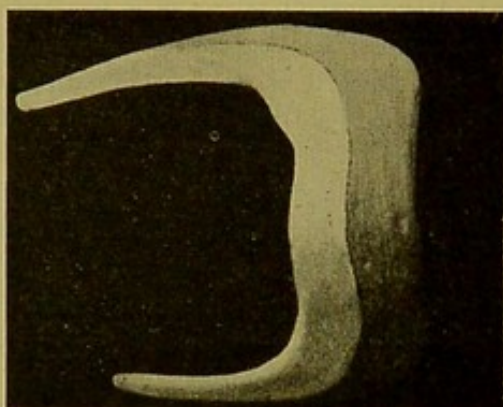


FIG. 4. — Miomero di *Petromyzon fluviatilis*, secondo Langelaan. (Ingrandito 2 volte).

esterna del corpo. La faccia opposta del rombo è rivolta verso la cavità del corpo. Le altre due sono rispettivamente contigue al miotoma craniale e caudale limitrofo. In riguardo al piano sagittale del corpo, la posizione del miotoma è obliqua in modo che l'asse maggiore della sezione rombica del miotoma faccia un angolo acuto col l'asse sagittale del tronco. — *Acanthias* (fig. 2). Il miotoma del tronco è più complicato; pur tuttavia i suoi caratteri generali sono molto simili a quelli del miotoma di *Petromyzon*. È notevole in esso che in due punti (uno nella linea laterale, uno nella regione ventrale) alla superficie del corpo sembri interrotto perchè intersettato da due setti connettivali longitudinali che penetrano profondamente. In questi due punti il miotoma è per così dire piegato in due, e la direzione della piega è parallela all'asse sagittale del corpo, e la piega stessa si rivolge all'indietro. Inoltre esistono nella regione dorsale ancora tre altri punti ove il miotoma è piegato in modo simile, ma con la direzione della piega perpendicolare sull'asse longitudinale del tronco, sicchè la piega stessa è situata in piano. Il miotoma preso nel suo insieme è inclinato in direzione caudale (fig. 3).

Abbandoniamo ora i selacei e passiamo ai teleostei. Qui troviamo condizioni in parte più semplici, in parte più complicate che in quelli. Il carattere miomerico primitivo rimane, almeno nella regione del corpo, fondamentale, ma principia quel processo di scissione e fusione accennato sopra, per cui si cominciano a distinguere regioni

muscolari speciali, quali la medio-dorsale, la laterodorsale; la lateroventrale, la medio-ventrale ecc., divisioni che ritroviamo in tutta la serie dei vertebrati ed anche nel-

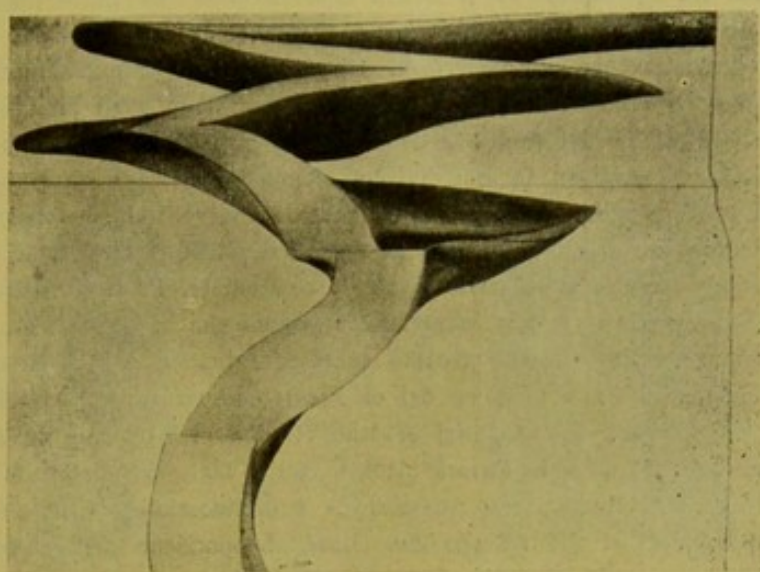


Fig. 2. — Miomero di *Acanthias vulgaris*, parte dorsale, secondo Langelaan (Grand. nat.)

l'uomo, e che ha per criterio differenziale il modo col quale i miomeri o parti di miomeri prendono rapporto coi diversi pezzi scheletrici (processi spinosi e trasversi delle

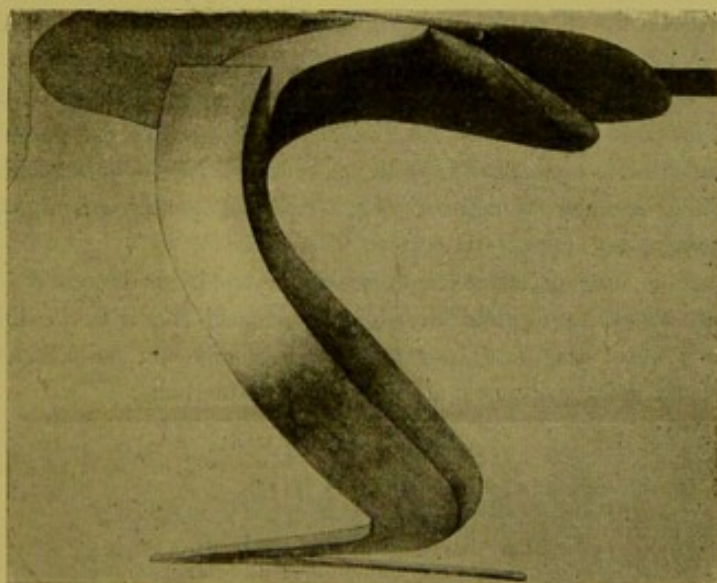


Fig. 3. — Miomero di *Acanthias vulgaris*, parte ventrale, secondo Langelaan. (Grand. nat.)

vertebre, costole), il che a sua volta ha una grande importanza per l'evoluzione della struttura interna del materiale contrattile, il quale per le nuove inserzioni scheletriche acquisite perde i primitivi miosetti ed acquista i caratteri di *muscoli*. Enorme

importanza in questo processo hanno pure le cinture artuali intorno a cui si orienta tutto un complesso di muscolatura filogeneticamente recente.

Passiamo ora agli anfi ed ai rettili. Esorbiterebbe dai limiti della presente Memoria lo descrivere passo per passo per quali gradazioni in queste due classi procede la trasformazione della muscolatura. Ricordo soltanto minutamente che il carattere metamero è mantenuto tra gli anfi più evidente negli urodeli, ove tutto il materiale contrattile del tronco e della coda, per quanto già distinto in individualità muscolari, mantiene le sue divisioni miomeriche. Negli anuri queste sono meno palesi, sebbene anche qui, specie la muscolatura ventrale, possiede nelle sue iscrizioni tendinee un accenno evidente di esse. Nei rettili le condizioni sono diversissime nei diversi ordini e del resto ancora poco studiate. Partendo nello studio dai sistemi muscolari distinti secondo le regioni, troviamo che la muscolatura lateroventrale ha in quasi tutte le specie perduto quasi ogni traccia di setti intermiomerici; invece quella medioventrale (sistema del *m. rectus abdominis*, originato dal foglietto viscerale) consta ancora di miocommi evidenti (Gadow, 1881). Nei muscoli dorsali troviamo nei lacertidi secondo Favaro (1903), che il tratto laterodorsale « presenta fondamentalmente la disposizione miomerica » nell'iliocostale; « rudimentali miocommi » invece trovansi nel *Longissimus dorsi*. La porzione mediodorsale poi ha perduto la sua caratteristica metamero.

Passiamo ora agli uccelli ed ai mammiferi. Qui le tracce di miomeria palese sono rare, e constano quasi esclusivamente nelle iscrizioni tendinee intermetameriche dei muscoli ventrali. Nei mammiferi superiori anche questa sopravvivenza atavica è quasi nulla e limitata al *m. rectus abdominis*. Nelle specie inferiori invece, anche gli obliqui (sistema del *m. obliquus thoracoabdominalis*) possiede nettissimi miogetti, come fu dimostrato specialmente da Bardeen (1903), il quale si servì a ciò di un abile artificio. Egli prepara il muscolo e lo macera un poco in una soluzione osmoacetica e glicerina; poi lo comprime tra due lastre di vetro. In tal modo le iscrizioni tendinee appaiono nette e regolari, specie nei roditori. Invece nel cane, nel gatto, nel majale, nell'uomo, nessuna traccia di essi è rimasta, perchè qui è sopravvalsa la divisione secondaria per opera delle coste.

Nell'evoluzione filogenetica della muscolatura troviamo dunque che la primitiva miomeria viene sostituita da una divisione secondaria condizionata dalle inserzioni scheletriche man mano acquisite; pur tuttavia persistono fin nelle forme più evolute le tracce evidenti della primitiva architettura metamero.

CAPITOLO III.

La dermatomeria palese.

Dopo quanto ho esposto nel primo capitolo, ove toccai della regolare e precoce fusione dei derivati dermici dei foglietti muscolocutanei dei miomeri primordiali, l'intestazione di questo capitolo può sembrar un controsenso. Infatti nell'enorme maggioranza dei vertebrati nemmeno negli stadi embrionali precoci si è più in diritto di parlare di una vera e palese metamero cutanea. Il presente capitolo però ri-

guarda qualche caso eccezionale. Grosser (1905) ha chiamato l'attenzione sul fatto che in alcuni rettili e specie negli ofidi (*Tropidonotus natrix*) gli abbozzi embrionali delle squame ventrali si formano in un periodo assai precoce, nel quale corrispondono per numero e topografia ai somiti, mentre fusioni reciproche tra gli abbozzi di queste squame pare non avvengano ulteriormente.

In connesso con queste osservazioni sta il fatto che nell'adulto il numero delle squame ventrali del corpo corrisponde al numero delle vertebre e dei nervi spinali



FIG. 4. — Disposizione delle squame nella *Tropidonotus natrix*. Si vede che ad ogni grossa squama ventrale corrisponde una sola serie di piccole squame laterali e dorsali. Da Grosser.



FIG. 5. — Rapporti topografici tra le grosse squame ventrali, le vertebre, le costole ed i nervi spinali (intercostali) nella *Tropidonotus natrix*, secondo Grosser.

(v. figg. 4, 5). Indicazioni simili per gli ofidi ha fatto anche Gadow (1901), e per i lacertidi Rabl (1897) nella prefazione alla sua teoria del mesoderma. Grosser stesso ne aggiunse alcune per i crocodylidi (*Alligator*, *Uromastix*); Joudran (1904) invece nega la corrispondenza numerica esatta tra squame ventrali e vertebre negli ofidi, ed anche Grosser si mostra dubbioso sulla vera interpretazione dei fatti, e tende ad ammettere una origine locomotrice nella disposizione in serie delle squame, piuttosto che ritenerle l'effetto di una vera segmentazione primitiva.

Con questo abbiamo esaurito l'unico ipotetico esempio di dermatomeria evidente nei vertebrati.

CAPITOLO IV.

La polioneuromeria palese.

Tratterò in questo capitolo delle ricerche intese a determinare con metodi diretti se nel nevrasso spinale dei vertebrati adulti si trovi traccia di una qualsiasi metameria primaria o secondaria persistente.

Molti vecchi zoologi ed anatomici notarono il fatto che il midollo spinale di alcuni vertebrati presenta all'aspetto ed all'esame macroscopico rigonfiamenti locali in corrispondenza ai punti d'ingresso delle paia radicolari.

Già Collins (1685) diede una figura di simili nodosità nel midollo di alcuni pesci, studiati poi meglio fra gli altri, da Cuvier. Nei serpenti furono notate da Carus (1814), che si domanda se a quelle apparenze ganglionari corrisponda anche internamente una più grande abbondanza di sostanza grigia.

Un molto curioso ed interessante contributo diedero poi nel principio del secolo XIX Gall e Spurzheim (1809) i quali in base a ravvicinamenti più concettuali che positivi, preludevano alle vedute filogenetiche moderne, omologando il midollo spinale dei vertebrati colla doppia catena ganglionare ventrale degli invertebrati e specialmente dei bruchi. In questi la catena si ingrossa ad intervalli regolari, formando nodi ganglionari, dai quali fuoriescono più o meno numerose fibre nervose a seconda della grossezza dei nodi stessi. Nei vertebrati si avrebbe la stessa cosa, soltanto le coppie nodali starebbero tanto addossate l'una all'altra, da formare colle fibre commensurali da loro uscenti, un cordone d'apparenza unica e quasi uniforme. Purtuttavia la struttura regolarmente nodale del midollo dei vertebrati sarebbe, specie negli individui giovani, facilmente dimostrabile. Soprattutto nell'uomo ciò sembrava evidente a Gall e Spurzheim, che dichiararono potersi distinguere benissimo le singole nodosità per quanto stipate l'una sull'altra nel breve tratto fra 1^a vertebra cervicale e 4^a lombare. Specialmente ciò era, secondo loro, facile nella faccia dorsale del midollo, ove nascono nervi relativamente più grossi e dove in corrispondenza a ciò le nodosità sono molto sviluppate, tanto da formare come una linea ondulata.

Ma per quanto fosse attraente e paresse fondato su fatti sicuri, il loro asserto è in realtà del tutto gratuito, e tale già lo definì una commissione di accademici parigini cui la loro memoria venne data in esame, poco dopo pubblicata.

Altri ricercatori più tardi si pronunziarono recisamente nello stesso senso, negando che la costituzione segmentale del midollo sia di così semplice natura e di così facile evidenza.

Entriamo ora nella prima metà del secolo XIX, nella quale abbondano le ricerche della nascente microscopia, applicata al sistema nervoso centrale. Cito alcune di queste, aventi interesse per la questione.

Clarke (1851) parlando delle grosse cellule delle corna anteriori e delle colonne vescicolari, dice: « Noi troviamo non solo che esse esistono invariabilmente nella vicinanza dei nervi, ma che anche crescono di numero in proporzione diretta della grossezza dei nervi coi quali esse sono associate ». Veramente non è chiaro se Clarke intenda alludere ad un regolare accrescere del numero delle cellule in corrispondenza delle radici, oppure se alluda semplicemente al fatto che in corrispondenza di radici più sottili (p. e. le toraciche) si trovino meno numerose cellule che ad altri livelli.

Più recisi sono Bidder e Kupfer (1857) che a proposito del midollo cervicale di uccelli a collo lungo, dichiarano: « che ivi, ove le radici spinali partono ad intervalli maggiori l'una dall'altra (fatto determinato dalla considerevole lunghezza delle vertebre e la notevole distanza dei fori invertebrali), anche la sostanza grigia del midollo possiede maggiori dimensioni e maggior numero di cellule in corrispondenza d'ogni singolo punto di origine delle radici ».

Anche Schreuder van der Kolk (1859) asserisce con sicurezza d'aver trovato nella

vacca al livello delle radici spinali, più numerose cellule che negli intervalli. Inoltre asserisce che le colonne di tutta la sostanza grigia, considerate nel senso longitudinale, presentano un diametro trasverso ineguale. « Esse sono, secondo lui, più spesse non solo in corrispondenza ai rigonfiamenti cervicale e lombare ma, anche al livello d'entrata delle radici nel midollo e nella sostanza grigia ».

Stilling (1859) invece non confermò l'asserto di Schreuder van der Kolk: « Facendo tagli seriali, trasversali in un pezzo di midollo, non si trova un maggior numero di cellule in quelle sezioni nelle quali le vie nervose centrali abbondano per quantità e dimensione, piuttosto che in quelle immediatamente seguenti nelle quali non appaiono affatto o soltanto poche di simili vie ».

Evidentemente questi reperti variano tanto, anche per la differenza degli animali esaminati.

Infatti Stieda (1868) trovò in alcuni pesci ossei, sicuri indizi di raggruppamenti cellulari ad intervalli regolari in corrispondenza alle radici anteriori. Almeno nelle corna anteriori: in quelle centrali non pare trovasse nulla di simile.

Anche Schiefferdecker (1874) descrive nel midollo lombare del cane le cellule ganglionari raggruppate in serie longitudinali come a corona di rosario. E ciò non valeva solo per i gruppi anteriori laterali, ma anche per quelli antero-mediali. I tratti ricchi di cellule sembravano corrispondere al livello d'uscita delle radici anteriori.

Freud (1877) vide negli ammoceti che le cellule delle corna posteriori nei tagli longitudinali appaiono disposte irregolarmente e raggruppate. Trovò che nella parte caudale del midollo le cellule stanno più stipate in corrispondenza al fatto che ivi le distanze fra le radici sono minori.

Fino a questo punto non abbiamo potuto raccogliere altro che dati di fatto sparsi, dai quali risulta con grande probabilità che esistono specie animali nelle quali all'originarsi regolarmente seriale delle radici spinali corrisponda un differenziamento correlativo nella struttura interna.

Schwalbe (1880) fu il primo che riunì a dottrina le notizie varie, rinnovando in forma più esatta e definita l'intuizione di Gall e Spurzheim. Egli considerava, cioè, il midollo spinale come un organo composto, segmentale. Secondo Schwalbe ogni segmento midollare possiede due grosse masse ganglionari riflettrici, disposte simmetricamente una a destra, una a sinistra, e collegate per le commessure trasverse, anteriore e posteriore fra loro. Ognuna d'esse serve d'origine ad un paio di radici spinali anteriori e posteriori. Fibre longitudinali riuniscono i centri segmentali in sistemi centrali complessi, di maggior o minor estensione. Secondo le vedute di Schwalbe, delle quali ancora oggi possiamo accettare le linee generali, i segmenti midollari nelle forme inferiori dei vertebrati hanno mantenuto meglio la loro individuale indipendenza, e danno a conoscere anche esteriormente la loro seriazione. Ma nei vertebrati superiori si fanno più numerosi e complicati i nessi dei singoli segmenti fra loro e coll'encefalo, al quale il fatto s'aggiunge, che il midollo non si allunga in proporzione allo sviluppo del canale vertebrale, sicchè esso nell'accrescimento rimane indietro e la sua sostanza più stipata.

Da tutto ciò nasce che i limiti fra segmento e segmento diventano di più in

più confusi, in modo da risultare un asse cilindrico quasi uniforme. Soltanto in corrispondenza all'origine dei potenti nervi destinati all'estremità, cui è correlativo un potente sviluppo degli apparati ganglionari, l'asse rachidiano ingrossa tanto da formare i rigonfiamenti cervicale e dorsale. Questi sono formati da una breve serie di più segmenti stipati l'uno sull'altro.

I concetti di Schwalbe furono il punto di partenza di uno studio di Lüderitz (1881), un suo allievo, sul segmento spinale nelle vipere, nel coniglio e nell'uomo.

I risultati di quel lungo ed accurato lavoro, sono i seguenti: nelle vipere il midollo consta di segmenti regolarmente ingrossati nel loro mezzo al livello delle paia radicolari ed affusati ai poli. L'ingrossamento è a carico specialmente della sostanza grigia, ma anche il mantello bianco vi partecipa. In quanto agli elementi istologici, appare certo che le cellule del gruppo laterale siano aumentate nel tratto di mezzo del segmento, ma soltanto in lieve grado; un aumento corrispondente degli altri gruppi cellulari non è dimostrabile, ma purtuttavia l'autore lo dice « probabile ». Ogni segmento contrae del resto intimi rapporti con quelli contigui, sicchè è impossibile stabilire esatti limiti. Purtuttavia Lüderitz propende decisamente ad attribuire ad ogni singolo segmento una certa indipendenza funzionale correlativa a quella anatomica.

Per i conigli i risultati sono espressi in una frase concisa: « Nei singoli segmenti toracici del coniglio la parte mediana si comporta di fronte alle parti terminali (in direzione craniale e caudale) come i due rigonfiamenti grossolani (cervicale e lombare) del midollo di fronte al rimanente dell'asse rachidiano ». Da ciò nasce una regolare disposizione a corona di rosario dell'intero cordone midollare, apprezzabile, se non ad occhio nudo, almeno con lieve ingrandimento. Per l'uomo le conclusioni dell'autore sono meno favorevoli al concetto segmentale del midollo: rigonfiamenti segmentali non vi esistono; nè la sostanza grigia nè il mantello bianco dimostrano altro che sparse tracce d'una divisione regolare in unità seriali. Le cellule sono distribuite per tutta la lunghezza del midollo irregolarmente e senza apparenza di raggruppamenti segmentali.

Gaskell (1888) trovò nell'alligatore che i nuclei marginali, maggiore e minore sono nettamente metamerici.

Impostato con un criterio affine, ma pure alquanto diverso, è il paziente studio di Birge (1882), che contò il numero delle fibre elementari delle radici di moto e delle cellule delle corna anteriori del midollo spinale della rana.

La conclusione dell'autore è interessante indirettamente per l'argomento speciale di questo paragrafo: « In generale si trovano nella sezione di midollo più prossima ad una data radice, altrettante cellule quante sono le fibre che compongono la stessa radice. Quando un individuo presenta una irregolarità nella distribuzione numerica delle fibre radicolari, si riscontra sempre una corrispondente irregolarità numerica nelle cellule. Da ciò appare probabile che la cellula ganglionare d'ogni data fibra, non giace molto discosta dal punto d'uscita di detta fibra dal midollo ».

Questa legge debitamente estesa a tutti i vertebrati è di grande importanza come un nesso logico fra la manifesta « rizomeria » e la poco evidente o dubbia

mielomeria. Anzi potremo affermare che questa per effetto di essa riceve addirittura la sanzione da quella. Numerosi esperimenti ed osservazioni cliniche sono venuti direttamente od indirettamente a confermare la legge di Brige; ma qui non li riporto dovendone far cenno in altri paragrafi. Ricordo soltanto che Sherrington (1892) in base ad una ricerca condotta colla geniale minuziosità che onora quello scienziato inglese, asserisce: « le fibre delle radici anteriori emergono dal gruppo postero-laterale del corno anteriore (del rigonfiamento lombare) soltanto una frazione di millimetro più su o più giù del punto ove emergono dalla superficie esterna del midollo ». Egli lavorò in quella ricerca sulla rana, sul topo, sul coniglio, sul cane, sul gatto e sul macaco. Ma non mi trattengo qui su quel lavoro, al quale tornerò fra breve.

Di grande interesse per il capitolo che trattiamo presentemente è il lavoro classico di Waldeyer (1888) sul midollo spinale del gorilla. Egli non conferma soltanto le vedute di Schwalbe sulla segmentazione, ma le estende dalle corna anteriori, eziandio alle colonne di Clark. Per l'uomo egli dice testualmente: « A buon diritto già Schreuder van der Kolk ha dimostrato il carattere segmentale del comportamento delle cellule nelle colonne cornuali anteriori, sul quale fatto ha ultimamente insistito in special modo Schwalbe ».

Anche Kölliker (1891) ammette senz'altro la disposizione delle cellule motorie spinali in « nuclei segmentali e corrispondenti in metameri del corpo ». Ognuno di questi nuclei segmentali sarebbe poi in rapporto con determinati muscoli, in modo che l'innervazione centrale di questi sarebbe dunque localizzata secondo uno schema prevalentemente radicolare e segmentale. In un posteriore lavoro (1902) trattando dei nuclei di Hoffmann (*Nucleus marginalis major et minor*) studiati da lui nella salamandra, nel proteo, nella lucerta, nell'alligatore, nel piccione e nei cani giovani, egli sostiene la natura metamerica della disposizione delle cellule costituenti i medesimi.

Per terminare l'elenco degli studi diretti a conoscere senz'altro se esista una disposizione metamerica delle cellule ganglionari nel midollo, restano da citarsi ancora tre autori. Il pediatra Argutinsky (1896) riprese lo studio del midollo in senso longitudinale, nei neonati. Egli, dopo un breve cenno dei lavori precedenti, insiste sul fatto che i contributi più importanti, come quello di Waldeyer, lasciano il dubbio se l'alternarsi regolarmente di tratti midollari ricchi con tratti poveri di cellule, avvenga realmente in corrispondenza delle radici e delle sezioni interradicolarie. Alcune frasi di Waldeyer lasciano sospettare, specie per la colonna di Clarke, che esisteva bensì una seriazione regolare dei gruppi ganglionari, ma che quella seriazione non corrispondesse affatto ai segmenti spinali. Sembrerebbe piuttosto che ogni segmento dovesse contenere parecchi dei gruppi seriali trovati da Waldeyer.

Partendo da quel punto di vista, Argutinsky fece il suo lavoro dedicando tutta la sua attenzione non solo a constatare eventualmente il fatto bruto della seriazione (od « articolazione » come s'esprime lui) dei gruppi cellulari, ma soprattutto a stabilire l'esatta estensione dei gruppi seriali nel quadro dei segmenti spinali.

I risultati del suo lavoro sono i seguenti:

Nelle colonne delle cellule mediali esiste normalmente una seriazione (articolazione) pronunziatissima e regolare. — Per ogni segmento toracico spinale si trovano

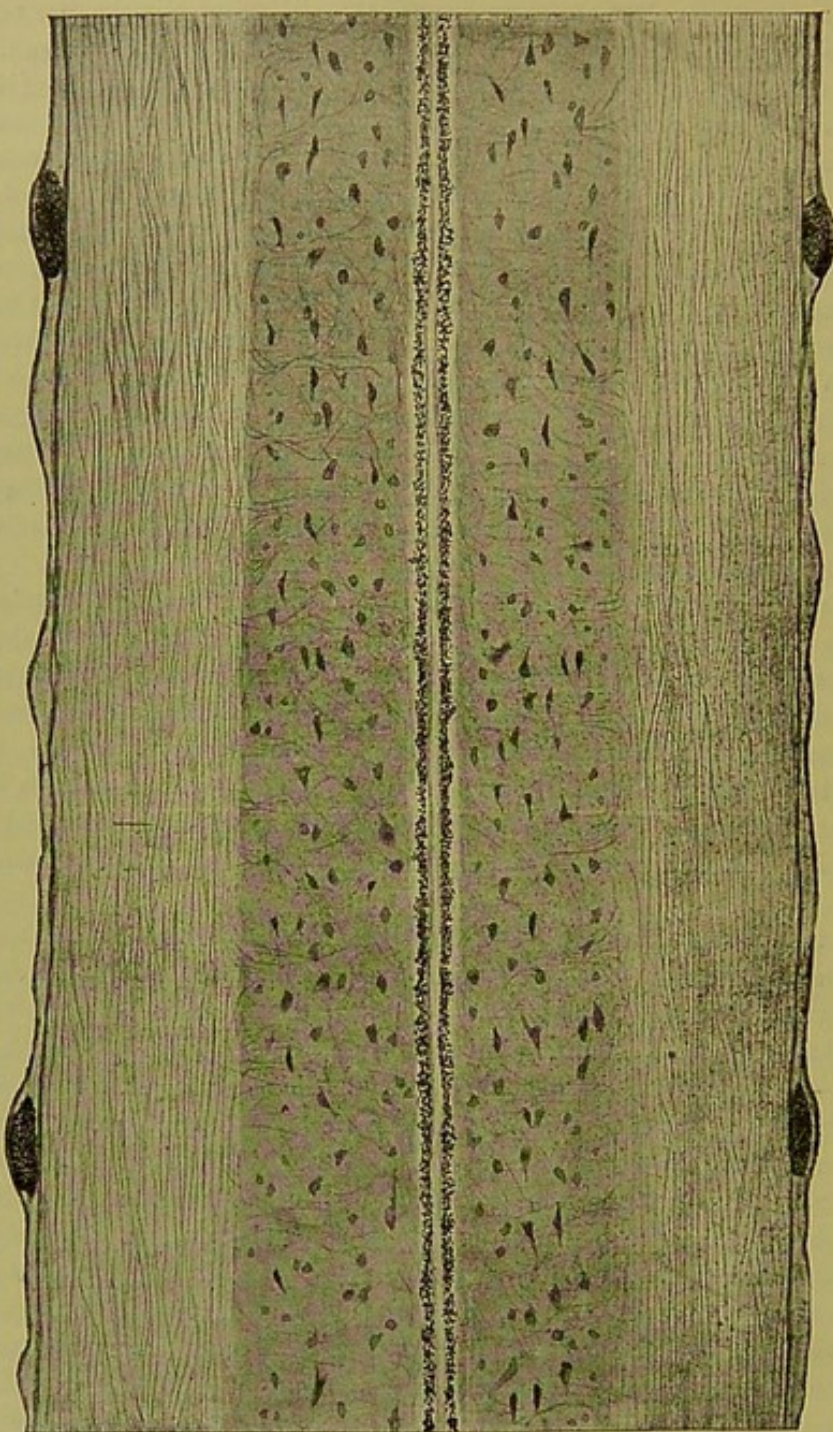


FIG. 6. — Sezione longitudinale mediana di un tratto di midollo spinale di *Zamenis viridiflavus* lungo quasi due segmenti, secondo Van Rynberk. (Ematossilina ed eosina. Seibert Ob II. Oc I Semischematico).

NB. — Il cliché di questa figura è stato gentilmente concesso dal prof. Chiarugi, Direttore del *Monitore Zoologico*.

20 di simili gruppi regolari per ogni lato. — Le colonne del corno laterale dimostrano una disposizione simile, ma meno evidente. — Nulla di simile si potè constatare nè a carico delle cellule ganglionari motorie, nè delle cellule delle colonne di Clarke. — In nessuna colonna cellulare della sostanza grigia esiste traccia d'una disposizione segmentale in stretto senso.

Questi risultati s'accordano con quelli che Krause e Philipson (1901) hanno ultimamente ottenuti in una ricerca interessante sul midollo del coniglio, e che rilevo da una frase incidentale di grande importanza per l'argomento che ci occupa: « tutti i gruppi cellulari (del corno anteriore — dicono essi — formano come colonne longitudinali che presentano un'articolazione più o meno pronunziata. I singoli articoli dai quali si compongono le colonne variano di spessore fra 100 e 300 μ e sono separate da zone povere o prive di cellule dello spessore di 50-150 μ ». Come si vede le conclusioni di Lüderitz non si trovano confermate.

Neanche Van Rynberk (1907), lavorando su alcuni rettili (Ofidi: *Tropidonotus natrix*, *Zamenis viridiflavus*, *Vipera aspis*) potè riscontrare le disposizioni segmentali manifeste descritte da Lüderitz nel *Tropidonotus*. Egli ha studiato tratti di midollo, lunghi più segmenti e sezionati al microtomo in serie continua, alcuni in direzione longitudinale, altri in direzione trasversale. Nè la disposizione reciproca della sostanza bianca e grigia, nè la distribuzione delle cellule presentavano in alcun piano di sezione un'apparenza metamERICA, sicchè l'autore conchiude che nelle specie da lui esaminate non esistono tracce di mielomeria persistente nell'adulto.

Invece Streeter (1904) descrisse rigonfiamenti segmentali nel midollo lombare dello struzzo che chiamò « neuomeri », e Hardesty (1905) nel midollo spinale cervicale di un emu (*Dromaeus novae-hollandiae*) trovò macroscopicamente che il midollo presenta rigonfiamenti e restringimenti segmentali manifesti, mentre microscopicamente la distribuzione delle cellule è pure evidentemente metamERICA.

CAPITOLO V.

L'odoneuromeria palese.

Nel primo capitolo ho accennato al fatto che i singoli nervi spinali si possono considerare come la somma delle vie nervose centripete e centrifughe che collegano i rispettivi metameri muscolari e cutanei ai loro centri nervosi segmentali.

Ora qui devo entrare in qualche particolare, per fissare lo schema generale del decorso dei nervi spinali e dei loro rapporti cogli organi periferici. Mentre nei vertebrati superiori, le radici ventrali e dorsali dei nervi spinali nascono tutte e due allo stesso livello del midollo e si uniscono subito dopo il ganglio spinale, spesso entro la teca vertebrale, a formare un sol nervo, misto nel senso anatomico e funzionale, nei vertebrati inferiori invece le condizioni sono ben diverse. Nei selacei per esempio, la serie delle radici dorsali nasce dal midollo in punti alternati coi punti di origine della serie delle radici ventrali, però la loro unione a nervo misto si effettua ancora, sebbene fuori della teca vertebrale, da cui fuoriescono separati. Nei petromizzonti poi oltre alla alternanza dei punti di origine si aggiunge che le radici dorsali e ventrali

non si uniscono mai a formare un nervo unico, ma seguono ognuna un decorso indipendente fino ai loro organi periferici. Finalmente nell'*Amphioxus*, che ricordo per completare i termini di confronto, oltre a queste stesse condizioni anatomiche si aggiunge anche una differenza di ordine fisiologico. Mentre dopo la scoperta di Bell (1824) ha valso sempre come un assioma che le radici spinali dorsali siano di senso e quelle ventrali di moto, risulta da ricerche di Hatschek (1892) e Van Wyhe (1893) che nell'*Amphioxus* dalla radice dorsale parte pure un filetto nervoso motore (il n. viscerale per i muscoli splancnici) e da osservazioni di Van Wyhe (1882), che la radice ventrale non è soltanto motoria, ma anche sensitiva, almeno per i muscoli da essa innervati. Questi fatti conducono Van Wyhe (1897) ad emettere l'attraente teoria che nell'*Amphioxus*, come in tutti i vertebrati, ciò che sogliamo considerare come radici ventrali e dorsali siano in realtà nervi dorsali e ventrali, sicchè nei vertebrati superiori non si avrebbero singoli nervi spinali, ognuno con due radici volta per volta, ma due nervi fusi insieme aventi ognuno la propria radice distinta. Non posso dilungare in questo interessante argomento; però mi fermerò un po' più a lungo sopra il decorso e nel modo di diramazione periferica delle radici e dei nervi spinali ventrali e dorsali nell'*Amphioxus*, e nei pesci infimi. Lasciando da parte ora le eccezioni di comportamento quali si sono presentate nell'*Amphioxus*, la regola generale anche nei vertebrati tutti e nell'*Amphioxus* stesso, è che la radice o il nervo ventrale sia di moto: contragga cioè rapporto coi muscoli, ed in genere con organi effettori, e che quello ventrale sia di senso, contragga cioè rapporto colla cute ed in genere con organi ricettori. Ora nella specie ove, come già dissi, il decorso delle radici ventrali e dorsali è separato, vale la regola fissa che i nervi sensitivi seguono i setti intersegmentali della muscolatura (i miosetti) e raggiunta la cute si diramano in questa, tanto in direzione craniale che caudale; i nervi motori invece penetrano precocemente nei miomeri e si ramificano in questi, onde si suol dire che il decorso delle radici o dei nervi spinali ventrali è segmentale o « miale », mentre quello delle radici o dei nervi spinali dorsali è intersegmentale o « settale ». Nelle specie un po' più elevate, ove come nei selacei e negli urodeli le due specie di radici si uniscono a formare un nervo unico, mentre la muscolatura presenta ancora un carattere nettamente metamerico, i rami principali che originano dai nervi spinali uniti, cioè di moto e di senso, decorrono tutti nei setti intersegmentali. Le diramazioni di questi rami principali destinate alla cute si distribuiscono in questa in avanti ed in dietro dal setto. Le diramazioni motrici invece secondo la maggior parte degli autori si distribuiscono soltanto al miomero situato in avanti al setto; secondo osservazioni di Retzius (1892) nelle missine e Bardeen (1903) nei selacei, invece alcuni rami si portano anche al miomero situato dietro il setto. Mentre la grandissima maggioranza di autori, fino al recentissimo Bisselick (1905) sostiene in perfetta concordanza con quanto insegna l'embriologia, che ogni miomero riceve fibre nervose da un solo nervo spinale (innervazione monomerica), Retzius e Bardeen difendono l'innervazione « dimerica » dei miomeri. Io non oso prender partito nella questione, credo però che l'interpretazione che Retzius e Bardeen danno alle loro osservazioni non sia interamente giustificata, perchè persiste il dubbio che i rametti nervosi ch'essi hanno visto penetrare nel miomero situato dietro al miosetto, fossero pure essi sensitivi e non

motori. Del resto anche nei vertebrati superiori lo stesso Bardeen (1903) nel lavoro citato nel capitolo della miomeria palese, descrive che nei roditori ognuna delle divisioni miomeriche dell'*Obliquus abdominis* da lui messe in luce, porta regolarmente nella sua parte di mezzo un ramuscolo nervoso proveniente dalla serie dei nervi intercostali ed ipogastrici, sicchè perfino nelle rare tracce superstiti della miomeria nei mammiferi si trovano tra innervazione e metameria muscolare rapporti similissimi a quelli esistenti nei vertebrati inferiori. Lasciando ora in disparte le questioni secondarie accennate, possiamo fissare dunque come fatto fondamentale che i nervi spinali

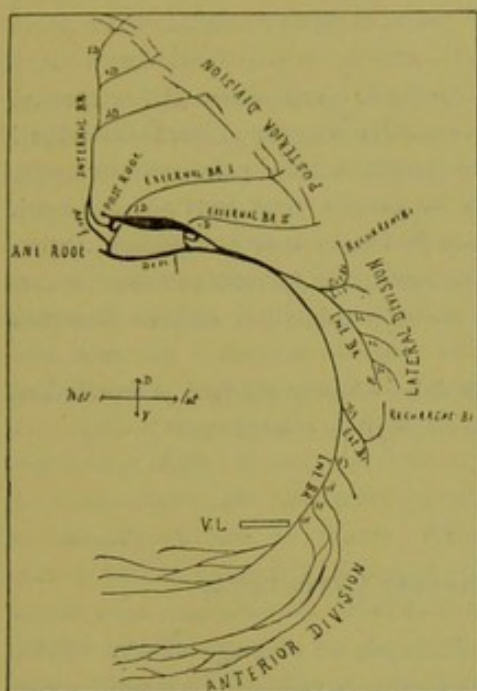


FIG. 7. — Schema delle suddivisioni tipiche del nervo spinale dei vertebrati. Comportamento di esso nell'*Acanthias vulgaris* secondo Bisselick.

nelle diverse specie. Le condizioni fin qui descritte sono identiche in tutti i vertebrati nella regione del tronco; come esempio cito il decorso dei nervi spinali toracici dell'uomo. Riporto qui come schema il comportamento dei nervi spinali in un selaceo (*Acanthias*) quale risulta dalle ricerche da Bisselick eseguite sotto la direzione di Langelaan (fig. 7). Inoltre veggasi la fig. 97 ove è rappresentato schematicamente questo comportamento nell'uomo. In tutti i vertebrati poi, alla base degli arti, le condizioni si complicano; i nervi metamERICI riunendosi in vario modo formano ciò che si suol dire i « plessi ». Qui la odonenumeria non è più palese, nè dimostrabile ad evidenza con metodi diretti. Tratterò di queste formazioni nei capitoli VI e VII.

decorrono dal nevrasso spinale nella parete del corpo tra due miomeri, uno dei quali innervano. Nel loro decorso presentano alcune divisioni principali costanti in tutti i vertebrati; prima tra queste, quella da cui sorge la cosiddetta divisione primaria dorsale (posteriore nell'uomo) e la divisione primaria ventrale (anteriore nell'uomo), divisione che corrisponde alla divisione embrionale dei somiti in una parte dorsale ed una ventrale. La divisione primaria dorsale del nervo spinale innerva i derivati muscolari e cutanei della parte dorsale del somite corrispondente: la cute ed i muscoli della regione dorsale del corpo. La divisione primaria ventrale innerva i derivati muscolari e cutanei della parte ventrale del somite: la cute ed i muscoli della regione ventrale del corpo. Fin qui il fatto, come dissi, costante e fondamentale in tutti i vertebrati.

Dalle divisioni dorsale e ventrale poi riescono diramazioni secondarie, destinate, parte alla cute, parte ai muscoli. Questi rami non sono costanti per numero e disposizione

PARTE TERZA.

La metameria larvata studiata nelle proiezioni periferiche degli odoneuromeri.

Come ho esposto nel capitolo I e come risulta in parte anche dai successivi capitoli, la metameria cutanea muscolare e nervosa della maggior parte dei vertebrati è nello stato adulto totalmente larvata da non potersi rendere palese direttamente. Però la maggiore facilità di studio in questo rapporto è data dagli odoneuromeri. Determinare quindi esattamente ad uno ad uno il decorso e le diramazioni periferiche di esse è l'unico metodo per poter conoscere anche la larvata miomeria e dermatomeria, mentre lo studio delle proiezioni centrali, spinali, di essi, ci darà una immagine anche della polioneuromeria.

In questa terza parte mi occuperò soltanto della odoneuromeria e sue proiezioni periferiche studiate con metodi morfologici sperimentali e clinici.

CAPITOLO VI.

Le ricerche eseguite con metodo morfologico.

Dividerò questo capitolo in due parti. Nella prima mi propongo di dare un'idea succinta degli studi aventi per oggetto l'odoneuromeria larvata nei vertebrati, e specialmente i plessi artuali, considerati soltanto nel loro significato e genesi. Nella seconda ricorderò un altro gruppo di ricerche, eseguite sull'uomo, ed avente per oggetto le proiezioni periferiche degli odoneuromeri.

SOTTOCAPO I.

Il significato e la genesi dei plessi artuali.

In tutti i vertebrati, il corso normale dei nervi spinali metamericici si trova interrotto alla base degli arti, ove un numero vario di rami della divisione primaria ventrale di alcuni nervi concorre ad uno scambio di rami che forma una specie di rete nervosa, detta per solito plesso, dal quale escono poi tanti rami nervosi nei quali è difficile determinare quali radici spinali abbiano concorso con fibre a costituirli. L'origine spinale, segmentale, dei nervi post-plessuali, è un problema morfologico che soltanto negli ultimi anni e soltanto per l'uomo comincia a risolversi. Però, astrazione fatta da questo problema, anche il semplice studio comparato dei plessi nervosi nelle diverse classi dei vertebrati è un oggetto del massimo interesse. Toc-

cherò l'anatomia comparata dei plessi sistematicamente nelle cinque classi inferiori dei vertebrati, soffermandomi più alle ricerche teoricamente più importanti.

A) *Pesci*. — Già Monroe (1785) dà la figura di un plesso nervoso di raja e vi aggiunge che i nervi spinali dei pesci formano plessi che rassomigliano a quelli brachiale e lombosacrale dell'uomo. In generale però il carattere dei plessi artuali dei pesci è ben diverso da quello dei mammiferi, ed in genere degli altri vertebrati. Infatti nei pesci per solito un certo numero dei nervi spinali che penetrano nell'arto vi entrano direttamente senza partecipare al plesso, e questo poi non presenta quella specie di ramificazioni reticolari caratteristiche delle altre classi, ma è composto per lo più di un *cordone*, come lo definì per primo Thacher (1877), formato dalle fibre di più nervi spinali riunite insieme. Davidoff (1879) chiamò questa parte del plesso dei pesci *nervus collector*, e tra lui e la scuola di Gegenbaur da un lato, e Thacher e Mivart dall'altro, nacque un furioso dibattito sull'interpretazione da darsi e sulla ragione e genesi di questo cordone collettore, nel quale dibattito è implicato tutto il complesso problema del significato ontogenetico e filogenetico degli arti, al quale qui posso soltanto accennare. Thacher e Mivart sostennero la teoria della « plica laterale » e dell'identità dello sviluppo delle pinne pari ed impari dei pesci. Davidoff ricorse al concetto emesso per primo da Solger (1876) della « migrazione assile delle estremità », secondo il quale l'arto durante l'evoluzione della specie si sarebbe spostato lungo l'asse maggiore del corpo e si sarebbe trascinato dietro parte dei suoi nervi, onde l'origine del n. collettore, e parte ne avrebbe acquisito di nuovi durante questa migrazione. Quando poi Dohrn (1884) ebbe esposto le sue osservazioni sulla genesi metamERICA del materiale mesodermico che concorre alla formazione degli arti, per un certo periodo si ventilò anche la « teoria parapodiale » dell'origine degli arti; mentre la formazione del nervo collettore sarebbe l'espressione di una « concentrazione » dell'abbozzo artuale, di cui sarebbe espressione pure il distacco del margine caudale di essi, che del resto può anche esser preso per un argomento in favore della teoria migratoria. Finalmente Braus (1892-98), in una serie di lavori, pur mantenendo il concetto della migrazione degli arti, indicò un altro e forse il più importante fattore della genesi dei plessi: la fusione delle gemme metameriche dei somiti durante il periodo embrionale precoce nel quale si forma l'abbozzo degli arti. Le gemme fondendosi insieme si trascinano dietro i filamenti nervosi coi quali erano già venuti in rapporto, sicchè da un lato, per quel che riguarda il materiale mesodermico dell'arto, si formano pseudo-miomeri che in realtà constano di materiale polimerico, e dall'altro lato, per quel che riguarda l'innervazione, si formano nervi pur essi polimerici, composti cioè di fibre di diverse radici spinali. Anche Punnett (1899-1905) recentemente accettò questa teoria, corroborandola di ricerche embriologiche interessanti, dalle quali risulta tra l'altre cose che in un selaceo (*Mustelus*) il numero di nervi spinali che concorre all'innervazione dell'arto posteriore è maggiore nell'embrione che non nell'adulto; e che mentre nell'adulto esiste soltanto un nervo collettore anteriore, nell'embrione esiste pure un nervo collettore posteriore. Da tutto ciò egli si crede autorizzato a ritenere che la causa di queste evoluzioni si debba cercare specialmente nella migrazione caudo-craniale dell'arto posteriore.

Ricorderò qui ancora alcuni dati di fatto raccolti nei lavori dei diversi autori ora menzionati, i quali hanno un notevole interesse per la dottrina generale dei plessi.

In primo luogo è da rilevarsi che anche nei pesci, all'innervazione degli arti non concorrono se non rami nervosi derivati dalla divisione primaria ventrale dei nervi spinali. Davidoff trovò poi che questi rami a loro volta si dividono in rami dorsali e ventrali destinati rispettivamente alla faccia dorsale e ventrale dell'arto. Braus, dal fatto che negli arti penetrano anche rami nervosi diretti, i quali cioè non hanno scambiato fibre con altri nervi spinali, conclude che la muscolatura degli arti si compone di muscoli unispinali oltre che di quelli plurispinali, conclusione che sembra non del tutto giustificata. Punnett si è occupato in modo speciale delle varietà riscontrate nel plesso pelvico di *Acanthias vulgaris*, e rileva a questo proposito: I Esiste una notevole variabilità: 1) nel numero d'ordine dell'ultimo nervo che partecipa al collettore e perfora la cintura pelvica; 2) nel numero e nel numero d'ordine dei nervi dell'arto, successivi al collettore; 3) nel numero e nel numero d'ordine dei nervi concorrenti a formare il collettore. II Spesso occorre asimmetria nell'innervazione dei due arti. III Spesso occorrono differenze tra individui dei due sessi in rapporto all'innervazione dell'arto pelvico. Nel *Mustelus laevis* trovò varietà: 1) nel numero di nervi concorrenti a formare il n. collettore; 2) nel numero d'ordine dell'ultimo nervo concorrente al collettore, il quale perfora la cintura pelvica; 3) nel numero dei nervi successivi al n. collettore e penetranti direttamante nell'arto. Queste varietà non si riscontrano nel *Mustelus vulgaris*.

Per dare un'idea della variabilità numerica dei nervi spinali concorrenti all'innervazione dell'arto, riporto da Punnett che l'arto pelvico negli embrioni di *Mustelus laevis* può venire innervato da una serie di nervi il cui più craniale può variare dal 23° al 26° spinale, ed il cui caudale può variare dal 36° al 38°. Nell'adulto invece suol essere il 25°, il primo, ed il 36°, l'ultimo della serie.

Accolgo finalmente in due tabelle (tab. 1, 2) alcune cifre riguardanti le origini spinali dei nervi concorrenti all'innervazione degli arti di alcuni pesci, mentre nella figura 8 riproduco l'immagine di alcune varietà di plessi artuali, pelvici di *Mustelus laevis* secondo Punnett.

B) *Anfibi*. — Mentre nei pesci il problema più dibattuto vergeva finora principalmente intorno al significato genetico dei plessi, nei vertebrati superiori si aggiunsero altri, tra cui innanzi tutto quello delle *omologie* nelle diverse specie di vertebrati dei nervi spinali entranti a comporre i plessi e dei rami misti che ne escono, e degli organi periferici che sono innervati da questi. È noto che tra classe e classe e anche tra specie e specie della stessa classe di vertebrati e perfino tra la metà destra e sinistra di individui della stessa specie, i plessi scapolare e pelvico presentano differenze notevoli sia per il numero delle radici che vi partecipano, sia per il numero d'ordine assoluto e relativo dei rami partecipanti ad essi, nella serie completa dei nervi spinali. Interessantissime sono in questi rapporti le ricerche sulle variazioni individuali dei plessi entro le stesse specie, che furono studiate specialmente negli anfibi, da Davidoff (1884), Braun (1886), Adelphi (1892-96), Waite (1897). Il lavoro più interessante tra questi, è quello di Davidoff. Egli chiama l'attenzione

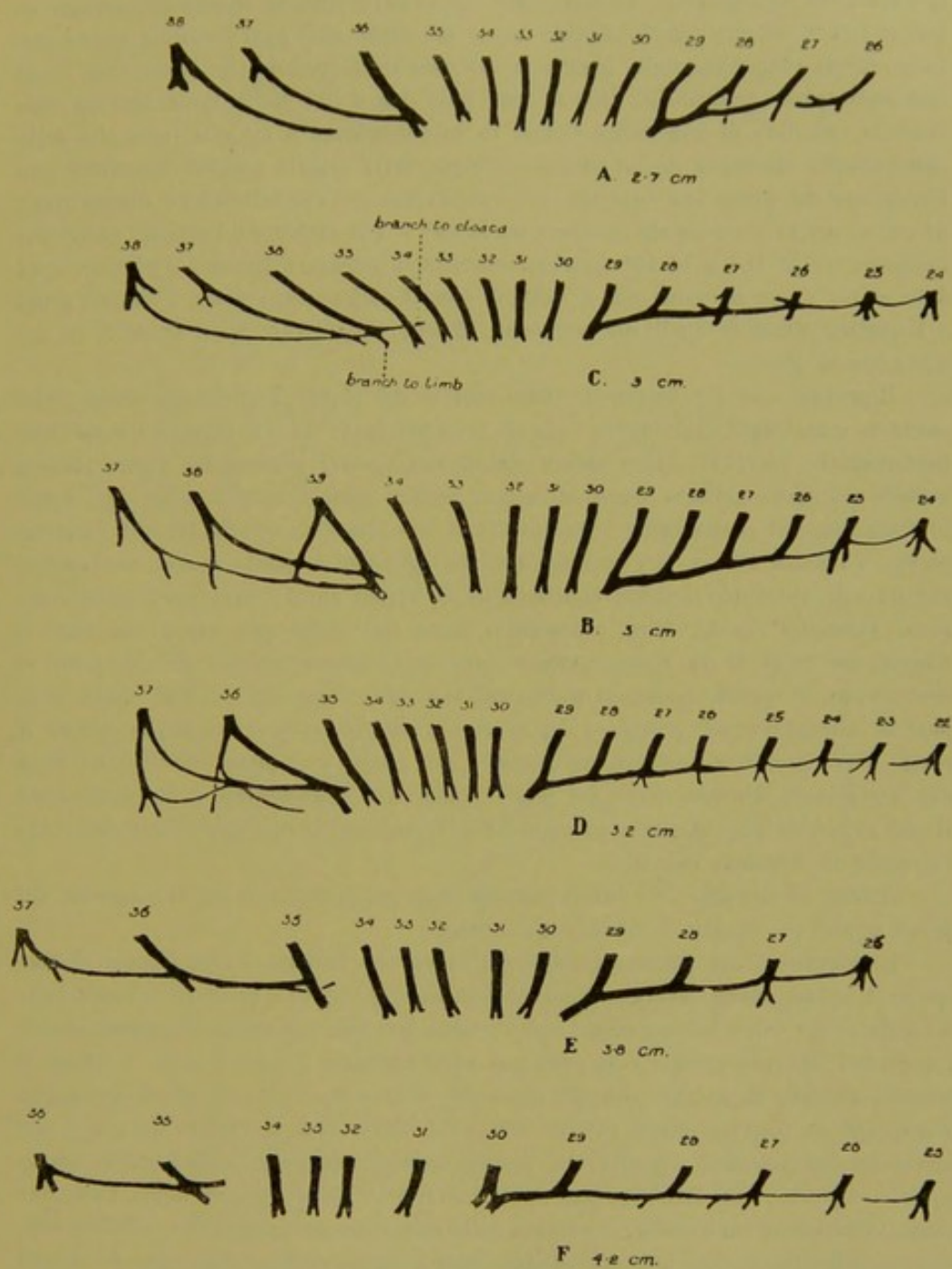


FIG. 8. — Varietà del plesso nervoso innervante l'arto pelvico di *Mustelus laevis*, da embrioni lunghi 2,7-4,2 cm., secondo Punnett.

Le cifre in alto rappresentano il numero d'ordine dei nervi spinali partecipanti all'innervazione attuale. I primi e gli ultimi nervi formano un « collettore ».

sul fatto che lo spostamento dell'estremità, come viene sostenuto da Gegenbaur, ed il correlativo cambiamento del materiale innervativo durante questa migrazione, si può concepir soltanto quando si tien conto del fatto che ogni muscolo riceve una innervazione plurisegmentale, perchè in tal caso si comprende che possa aver luogo una sostituzione graduale di fibre di una delle due o più radici innervanti un dato muscolo, con fibre di una radice vicina. In corrispondenza a ciò egli trova che nella *Salamandra maculosa* da lui studiata, cinque nervi spinali possono concorrere alla formazione del plesso lombosacrale: ma non avviene mai che tutti questi cinque nervi, di cui il primo è quello che fuoriesce tra la 14^a e 15^a vertebra e l'ultimo, quello che fuoriesce tra la 18^a e la 19^a vertebra, concorrano insieme a formare il plesso; in un dato animale non sono mai più di quattro. Questi però possono essere i quattro primi o i quattro ultimi di quelli ora accennati. Sicchè rispettivamente il 1° od il 5° non partecipa al plesso.

Riproduco qua i nove schemi delle varietà del plesso lombosacrale della *Salamandra maculosa* dalla classica nota di Davidoff (vedi fig. 9). Oltre a questo fatto fondamentale, Davidoff rilevò ancora che mentre i nervi estremi del plesso possono variare nel modo indicato, quelli di mezzo restano sempre uguali, sicchè egli figura le variazioni del plesso come i movimenti di una bilancia: quando tracolla l'uno dei piatti, s'innalza l'altro, e viceversa. Adelphi aggiunge a queste, nuove osservazioni simili: egli, studiando il plesso lombosacrale di alcuni anuri (*Bufo variabilis*, *cineurus*, *Pelobates fuscus*, *Rana aesculenta*), trovò che anche qui, senza che varii il numero dei nervi di un plesso, può variare la grossezza relativa dei nervi che vi partecipano, e queste variazioni pure rientrano nella legge di Davidoff della reciprocità alternante nel prevalere dei nervi estremi del plesso: ora è più grosso il primo nervo e sottile l'ultimo, ora questo è più grosso e il primo sottile. Del fatto che negli anuri il primo nervo dei plessi brachiali e lombosacrale è frequentemente il più grosso di essi, Adelphi conchiuse per l'esistenza di una migrazione delle due estremità in direzione craniale.

Rettili ed uccelli. — I lavori teoricamente più importanti per il problema dei plessi ebbero per oggetto i rettili e gli uccelli.

Le variazioni nel numero d'ordine dei nervi che formano i plessi nelle diverse specie di queste classi, avevano condotto Von Ihering (1878) a proporre la teoria della « escalazione » ed « intercalazione » di vertebre, per cui, pur variando numericamente i segmenti dell'asse spinale e la posizione segmentale dei plessi, i nervi di questi si possono secondo lui sempre ritenere omologhi. Contro questa teoria insorse per primo Fürbringer in parecchi lavori (1879-1888). Per Fürbringer la varietà dei plessi dipende da due momenti: quelle che si manifestano come una differenza di livello spinale, dipendono dal fatto che può variare il livello spinale ove si forma l'arto durante lo sviluppo embrionale; a seconda della situazione del gruppo di somiti che concorre alla formazione dell'abbozzo dell'arto futuro, questo stesso è innervato da diversi segmenti spinali. La varietà poi del numero assoluto di radici e nervi speciali che concorrono nei plessi di diverse specie dipendono dal fatto che gli arti sono formazioni il cui grado di sviluppo, cioè la cui quantità di materiale metamerico che vi concorre, varia a seconda delle condizioni di vita della specie in rapporto ad un certo

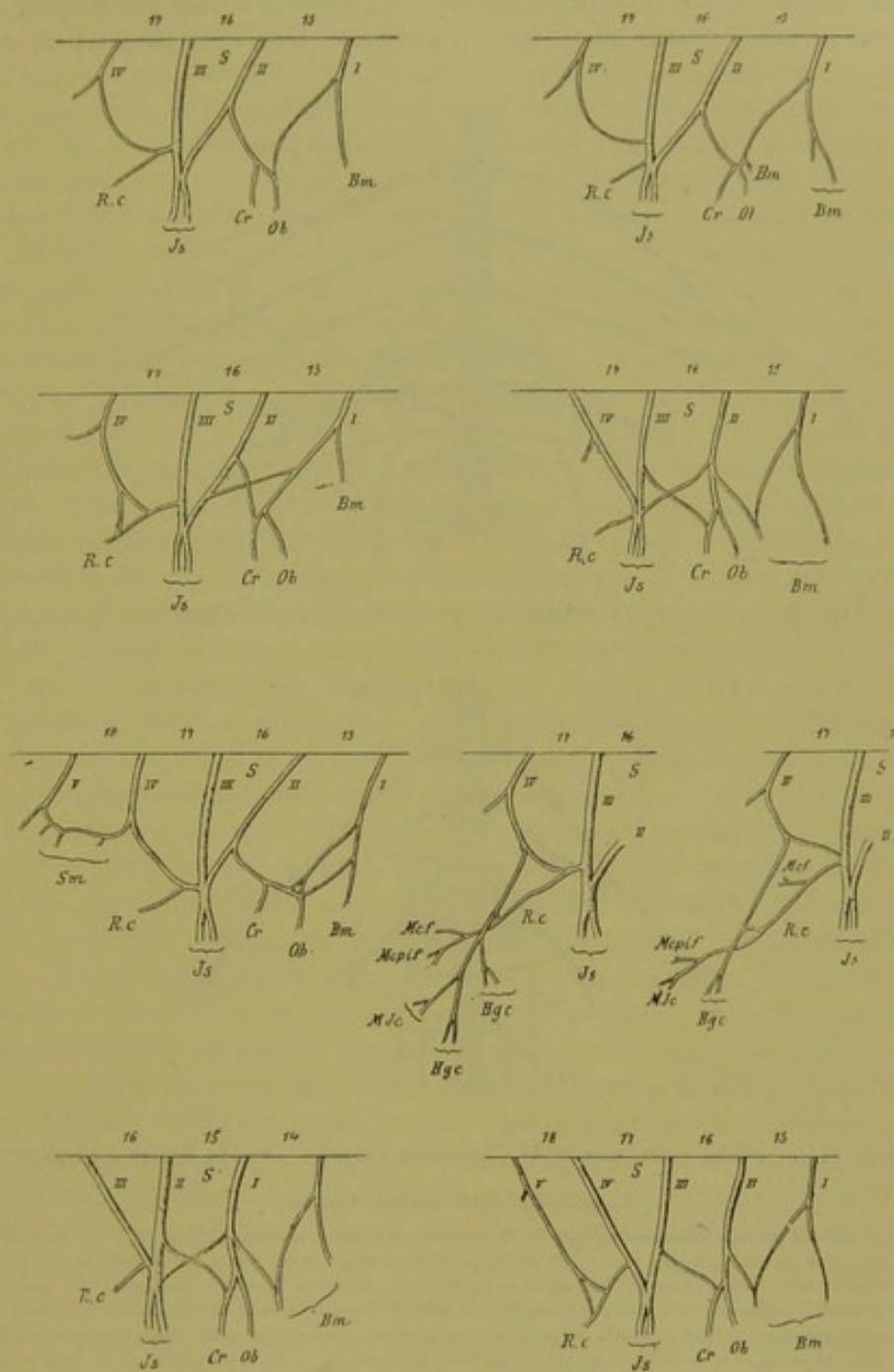


FIG. 9. — Schemi delle varietà del plesso lombosacrale della metà sinistra del corpo di *Salamandra maculosa*, secondo Davidoff.

14-18. Numero d'ordine delle vertebre. — S, vertebre sacrali. — I-IV, radici del plesso. — Bm, rami ai muscoli ventrali. — Ob, Nervo otturatorio (furcale di Von Ihering). — Cr, N. crurale. — Js, N. sciatico. — R.c, ramo caudale. — Mef, ramo al muscolo femoro-caudale. — Mepif, ramo al muscolo ischio-femoro-pubo-caudale. — Mjc, ramo al muscolo ischio-caudale. — Hgc, ramo alla cute ed alla glandola cloacale. — Sm, ramo ai muscoli laterali della coda.

adattamento dell'organo. Quanto più è complicato l'arto e quanto più miomeri concorrono a formare l'abbozzo fetale, tanto più numerosi sono correlativamente i nervi

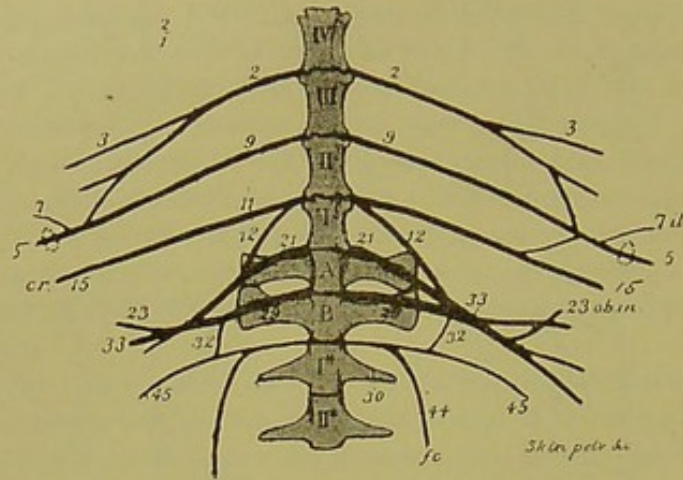


FIG. 10. — Plesso lombo-sacrale di *Lacerta viridis*, secondo Mivart e Clarke.

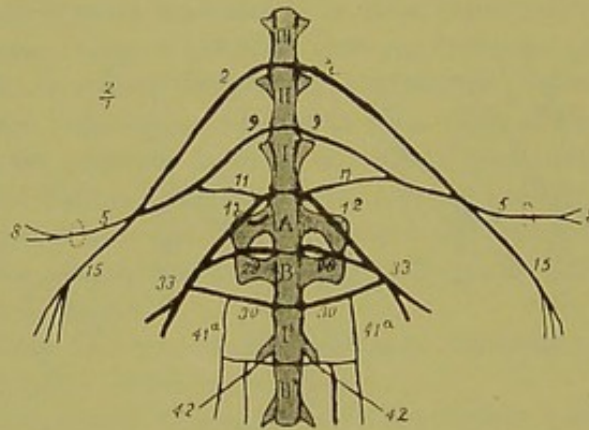


FIG. 11. — Plesso lombo-sacrale di *Chamaeleo vulgaris*, secondo Mivart e Clarke.

Leggende delle figure 10-11.

Vertebre: A, vertebra preassile articolante coll'ilio. — B, vertebra post-assile articolante coll'ilio. — I, II, III, vertebre di più in più preassili, partendo da A. — I*, II*, III*... Vertebre di più in più post-assili, partendo da B.

Nervi: 2, secondo nervo spinale preassile a contare da quello dal quale scaturisce il nervo lombo-sacrale. — 3, ramo nervoso ai muscoli addominali. — 5, nervo otturatorio. — 7, ramo all'iliaco. — 8, rami dell'otturatore. — 9, nervo spinale primo preassile a contare da quello dal quale scaturisce il nervo lombo-sacrale. — 11, ramo comunicante tra il nervo primo preassile ed al nervo lombo-sacrale. — 12, nervo lombo-sacrale. — 15, nervo crurale. — 21, ramo al muscolo crureo. — 23, ramo all'otturatore interno. — 28, ramo al piriforme. — 29, nervo intersacrale. — 30, primo nervo post-sacrale. — 42, ramo comunicante tra 29 e 30. — 33, nervo sciatico. — 41, ramo tra primo e secondo nervo post-sacrale. — 44, ramo al femoro-caudale. — 45, rami alla cute ed ai muscoli caudali laterali.

spinali che l'innervano, onde di tanto più numerosi nervi si compone il plesso nervoso che sta nella sua base.

La prima legge di Fürbinger portò ad una conseguenza teorica importantissima. Variando il livello metameroico del punto di origine dell'abbozzo attuale, è evidente che la somma dei metameri che compone un arto in una data specie, in un'altra specie non concorre che parzialmente ad esso. Oppure possiamo dire che un dato metamero, che in una data specie si trova a concorrere alla formazione del piede, in un'altra specie potrà far parte della coscia o del tronco (1). È chiaro che in tale rapporto difatti non potremo più parlare di pura omologia segmentale fra quei due arti. Fürbringer, con felice trovata, ideò per questa contingenza la parola *paraomologia* od omologia dinamica. Il suo concetto e le sue due leggi rimasero fino ad oggi invariate nella dottrina morfologica dei plessi nervosi. È evidente che esse sono poco favorevoli ad una interpretazione fisiologica dei plessi e delle radici spinali. Infatti come ci possiamo rappresentare per es. una data radice essere un organo destinato ad una determinata funzione se vediamo che essa in specie animali vicine innerva muscoli diversissimi, ora prendendo parte all'innervazione di un arto, ora non partecipandovi affatto? Innanzi a questo stato di cose s'impone il concetto morfologico. Ogni radice (ogni odoneuromero) è nell'embrione collegato, come ho esposto, al suo miomero. Qualunque sia il numero, il significato, il posto e la funzione dei muscoli definitivi che si svilupperanno nell'adulto da quel miomero, la stessa radice rimane ad innervarlo. Sia che nello sviluppo dell'arto, parte o tutti questi muscoli finiscano per trovarsi in esso, sia che rimangano nel tronco, tutti essi restano innervati dalla loro radice primitiva. È dunque anche troppo chiaro che il tenace rapporto, l'intimo nesso, che esiste fra muscoli e radici spinali è puramente e schiettamente ontogenetico, metameroico e morfologico. La funzione definitiva che avrà nell'adulto un dato complesso muscolare è del tutto indifferente a questo riguardo; sicchè una data radice può in una specie animale innervare prevalentemente muscoli del collo o della spalla, in un'altra specie muscoli del braccio. Voler attribuire alle varie radici una individualità funzionale costante, qualunque, è negare i fatti, e le loro immediate conseguenze. Le leggi di Fürbringer segnano un notevole progresso nella dottrina dei plessi, e vedremo che dopo di lui le conoscenze statiche e genetiche intorno ad essi si perfezionano rapidamente. Riproduco qua nelle figure 10 e 11 due plessi lombosacrali di rettili: di *Chamaeleo vulgaris* e di *Lacerta viridis* secondo Mivart o Clarke, e nelle figure 12-17 sei varietà del plesso brachiale del piccione secondo Fürbringer.

Mammiferi ed uomo. — Nella sua dissertazione di laurea, premiata con medaglia d'oro dalla Facoltà medica di Edinburgh, Paterson (1886) diede un importante contributo all'argomento dei plessi studiati nei mammiferi. Sebbene molti dei fatti e delle vedute allora esposti da lui siano ora di comunissima nozione, pur tuttavia vale la pena concedere un esame alquanto minuto al suo lavoro. Egli si basa sulla dissezione comparata diligentissima di numerosi plessi brachiali e lombosacrali di dieci specie diverse di mammiferi (topo, coniglio, riccio, gatto, coala, gnu, camello e scimmia (*entellus, capucinus*). Dette dissezioni comparate gli diedero occasione di

(1) Anche nello stesso individuo il livello di formazione dei plessi può non essere simmetrico, sicchè il plesso d'un lato tende per es. a riprodurre un tipo d'origine superiore, quello dell'altro lato invece un tipo inferiore.

stabilire innanzi tutto uno schema razionale del comportamento dei nervi spinali che concorrono a formare i plessi; poi di far risaltare le differenze peculiari che nelle varie specie si presentano nella formazione dei plessi medesimi. Dall'una e dall'altra serie di osservazioni, corroborate da ricerche embriologiche, egli fa poi scaturire alcune conclusioni tecniche generali molto interessanti sulla evoluzione e sul significato dei plessi nervosi. Per lo schema del comportamento dei nervi spinali che partecipano ai plessi, Paterson stabilisce le seguenti regole:

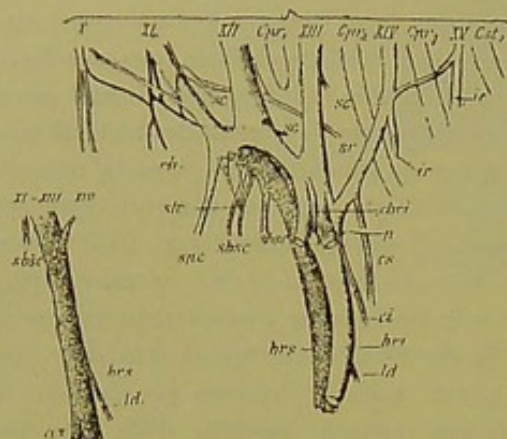


FIG. 12.

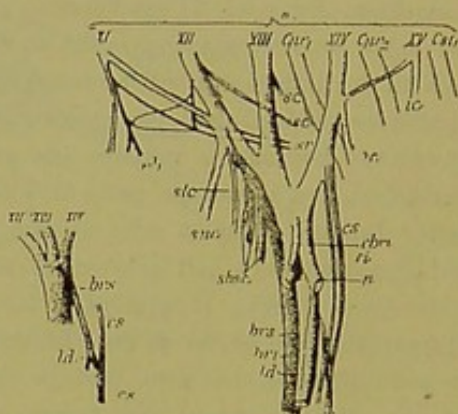


FIG. 13.

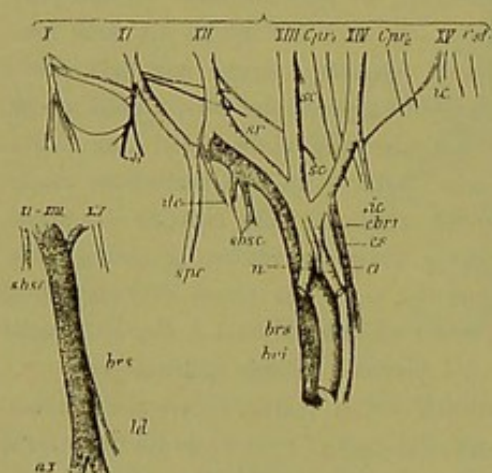


FIG. 14.

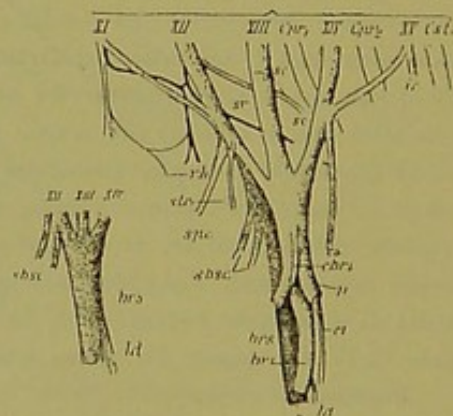


FIG. 15.

FIG. 12-15. — Varietà del plesso brachiale di *Columba livia* (var. domestica) secondo Fürbringer.

Partecipano ai plessi soltanto le divisioni ventrali dei nervi spinali misti, e quelle si dividono a loro volta in un tronco dorsale ed uno ventrale. — I tronchi dorsali si combinano esclusivamente con tronchi dorsali; quelli ventrali esclusivamente con tronchi ventrali delle divisioni ventrali dei nervi spinali, per formare i nervi uscenti dai plessi. — La costituzione essenziale d'un dato nervo periferico non varia mai. Un dato nervo che nasce in un dato animale da fibre provenienti dai tronchi dorsali della divisione ventrale d'alcuni dati nervi spinali, non si trova mai costi-

tuito in un altro animale da fibre provenienti da tronchi ventrali dei medesimi (o di altri) nervi spinali. Ciò vale anche per i nervi periferici originati dai tronchi ventrali.

La spiegazione di queste tre regole si trova per Paterson ad evidenza nello sviluppo ontogenetico dell'arto. Quando sulla faccia laterale del corpo fetale si forma il primo loro abbozzo, consistente in un blastema assile indifferente, col suo cappuccio cutaneo, distinguiamo già in esso una faccia dorsale ed una ventrale, un margine preassile (rivolto verso il capo) ed uno post-assile (rivolto caudalmente). Le distribuzioni

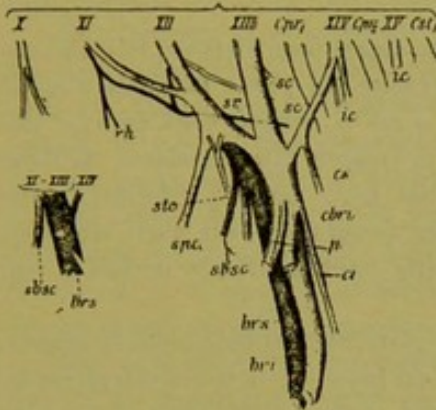


FIG. 16.

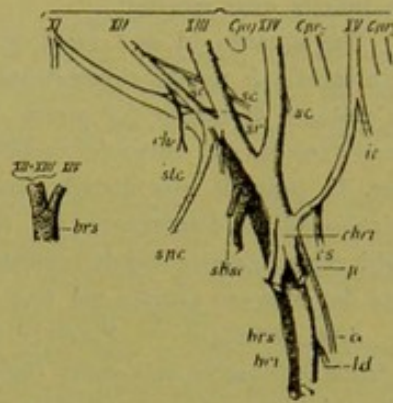


FIG. 17.

FIG. 16-17. — Varietà del plesso brachiale di *Columba livia* (var. domestica) secondo Fürbringer.

Leggenda delle figure 12-17.

In queste sei figure sono rappresentati a sinistra i nervi brachiali superiori isolati, a destra i plessi completi. I nervi toracici superiori sono segnati in nero, i brachiali superiori sono ombreggiati, i brachiali e toracici inferiori, in bianco.
Ossa: C, costa mobile. — *Cpr*, costa mobile presterale. — *Cpr* 1, *Cpr* 2, prima, seconda costa mobile presterale.
Nervi: X, XI ... XX, rami ventrali del 10°-22° nervo spinale. — *ax*, n. ascellare o deltoideo. — *b*, ramo pel m. bicipite. — *brs*, n. brachiale inferiore, lungo. — *brs*, n. brachiale superiore lungo. — *cbrs*, n. coraco brachiale esterno. — *cbrs*, n. coracobrachiale interno. — *ci*, n. cutaneo inferiore del braccio. — *cs*, n. cutaneo superiore del braccio. — *ic*, n. n. intercostali. — *ld*, n. latissimo del dorso. — *p*, n. pettorale. — *rh*, n. romboideo. — *sbc*, n. n. sottoscapolari. — *sc*, n. n. scaleni. — *snc*, n. sopracorneoideo. — *sr*, n. n. serrati. — *stc*, n. sternocorneoideo.

nervose alle varie parti dell'abbozzo esistono già e persistono tali, comunque si abbia a trasformare in qualità, in quantità ed in forma, la massa di tessuto che lo compone. Le fibre distribuite alla faccia dorsale del blastema assile rimangono situate nella faccia dorsale, anche quando è sopravvenuta la differenziazione di esso in muscoli e cartilagine. Lo stesso vale per la faccia ventrale dell'abbozzo e per il rivestimento cutaneo. Parimenti rimane unito alle aree pre- e postassili ciò che primitivamente si trovava distribuito ad esse rispettivamente. I complessi di fibre nervose che innervano il materiale contrattile e di rivestimento della faccia dorsale (rispettivamente ventrale) dell'abbozzo attuale, in seguito appariranno come i tronchi dorsali, rispettivamente ventrali, uscenti dai plessi. Ciò spiega la costanza del fatto che un nervo d'origine ventrale in un dato animale, non ha mai origine dorsale in un altro; e viceversa. Parimenti si spiega perchè non avvengono scambi di fibre fra i tronchi ventrali e dorsali. D'altra parte è chiaro che per i possibili spostamenti che presenta

il punto d'origine del primitivo abbozzo attuale lungo l'asse rachidiano, possono avvenire modificazioni nel senso antero-posteriore nella distribuzione dei rami ventrali e dorsali. Cioè un nervo preassile può diventare postassile e viceversa. Ma se con ciò varia il livello spinale, non si altera mai la posizione reciproca dei vari nervi, in conformità alla prima legge di Herringham, che esporremo tra poco. Altre importanti risultanze di fatto date dalle ricerche di Paterson, riguardano la composizione dei plessi brachiale e lombosacrale nelle varie specie di mammiferi studiati da lui, e l'esatta origine ventrale o dorsale dei grossi tronchi nervosi degli arti. Riunisco in due tabelle quei risultati.

Uno sguardo ad esse varrà più di una lunga digressione. Osservo soltanto che dalla tabella 5 risulta chiaramente che la costituzione del plesso brachiale è molto più costante di quella del plesso lombosacrale, e ciò si accorda colle dottrine sull'accorciamento del corpo dei vertebrati superiori in rapporto alla migrazione dell'osso sacro. In riguardo alla distribuzione periferica dei rami ventrali e dorsali è utile riportare qui la disposizione dei territori cutanei e muscolari che negli arti degli adulti rappresentano rispettivamente i derivati dalle primitive faccie dorsale e ventrale dell'abbozzo attuale nel feto.

Arto anteriore. — Faccia dorsale: Le parti molli situate sopra la scapola; la faccia estensoria dell'omero (faccia posteriore del braccio); la faccia estensoria del radio e dell'ulna (faccia posteriore dell'avambraccio); il dorso della mano. — Faccia ventrale: I muscoli pettorali; la faccia flessoria dell'omero (faccia anteriore del braccio); la faccia flessoria del radio e dell'ulna (faccia anteriore dell'avambraccio); la palma della mano.

Arto posteriore. — Faccia dorsale: la regione della natica, la faccia estensoria della coscia; la faccia anteriore della gamba; il dorso del piede. — Faccia ventrale: La regione interna e posteriore della coscia (inchiusi gli adduttori e il quadricipite); la faccia posteriore della gamba; la pianta del piede. Le parti o regioni derivate rispettivamente dalla faccia centrale o dorsale dell'abbozzo attuale vengono innervate senza eccezione da rami di origine rispettivamente ventrale o dorsale. Inoltre tutte queste parti sono « serialmente continue » cioè disposte in serie ininterrotta. Fin qui abbiamo riportati alcuni dei fatti, alcune delle vedute teoriche emesse da Paterson. Ora rimane da rilevare ancora il suo contributo nel campo dottrinale. L'origine dei plessi è per Paterson un fatto di pura necessità embrionale: prima la differenziazione del blastema assile indifferente degli arti, in cartilagine di sostegno e materiale contrattile; poi la fusione e gli spostamenti dei miomeri che vanno a formare i sistemi muscolari definitivi; finalmente la distinzione in una faccia dorsale ed una ventrale, già nell'abbozzo attuale, portano con sè uno scompiglio nella giacitura dei nervi che, dapprima semplice e seriale, di poi si complica e s'intreccia perchè le varie fibre possano trovare la via per andare a raggiungere i loro organi terminali. I plessi quindi non sono che l'espressione dell'evoluzione morfologica compiutasi nel feto. Spiegare la loro esistenza col vago concetto di una coordinazione delle azioni muscolari, come vedremo esser stato fatto da alcuni, sembra a Paterson del tutto privo di serio fondamento.

Ad un altro problema dottrinale d'ordine più ristrettamente anatomico, ma che

pure, come vedremo in appresso, ha assunto negli ultimi anni una grande importanza anche per gli sperimentatori, Paterson ha dedicato nella memoria che ora ci occupa ed in altre susseguenti, molto studio. Alludo al quesito se i rami ventrali e dorsali dei plessi che innervano gli arti, siano rispettivamente omologhi ai rami laterali e ventrali, cioè a tutta la divisione ventrale dei nervi toracici, oppure complessivamente ai soli rami laterali. Paterson prende in quella contesa decisamente posizione contro Herringham che s'accostava a Goodsir (1868). Questi nega che i rami nervosi destinati agli arti siano gli omologhi delle intere divisioni ventrali dei nervi toracici, cioè degli interi nervi intercostali.

Per Paterson vi è invece tutta l'evidenza che i rami ventrali e dorsali uscenti dai plessi, siano rispettivamente omologhi ai rami laterali e ventrali, e tutti i nervi degli arti dunque complessivamente omologhi all'intera divisione ventrale dei nervi toracici. In una ulteriore comunicazione (1889) egli ritorna sullo stesso argomento con più ampia serie di considerazioni.

Mi riservo di ritornare più tardi al problema delle omologie al quale ora mi contento di accennare appena. Anche di un altro lavoro posteriore di Paterson verrà riferito più tardi: per ora mi basta aver esposto i contributi di fatto e dottrinali più importanti ch'egli ha apportato al problema dei plessi nervosi.

Ora deve essere qua brevemente ricordato il contributo che due fisiologi hanno portato alle conoscenze di fatto ed ai concetti dottrinali sulla costituzione dei plessi: Langley (1891) e Sherrington (1892) lavorando sperimentalmente, intorno a varie questioni di distribuzione periferica delle radici spinali efferenti, vennero dalle loro sperimentazioni e dai controlli anatomici che vi unirono, condotti a conclusioni che per la loro portata hanno grande importanza per il problema dell'interpretazione dei plessi. Langley trovò nei gatti tre tipi di plesso lombare cui corrispondono tre tipi d'innervazione radicolare dei muscoli. Questi tre tipi si caratterizzano sufficientemente quando si dice che in due d'essi il numero d'ordine della prima radice che entra nel plesso differisce di un segmento, mentre il terzo rappresenta qualche cosa di mezzo fra i due altri. Sherrington trovò nella specie rana, cane, gatto e macaco, l'esistenza di due tipi nettamente distinguibili per la costituzione dei plessi e per l'innervazione radicolare della cute e dei muscoli degli arti.

Nell'uno dei tipi i plessi tendevano a comporsi di materiale nervoso d'origine più craniale nell'asse spinale e l'innervazione degli organi periferici avveniva anche essa per opera di elementi fibrillari originari da un livello spinale più alto. Nell'altro tipo esisteva tendenza contraria: i plessi si componevano di materiale derivato prevalentemente da segmenti più caudali, e l'innervazione radicolare dei muscoli e della cute tendeva ad avvenire per mezzo di elementi nervosi originari da un livello spinale situato rispettivamente circa un segmento più basso che nell'altro tipo. Sherrington chiama *preassili* o *prefissi* i plessi e gli arti del primo tipo, *postassili* o *postfissi* i plessi e gli arti del secondo. E per estensione del termine usò chiamare addirittura pre- e postfissi gli individui ed i tipi stessi che presentavano rispettivamente la caratteristica descritta. A queste osservazioni generali di Langley e Sherrington fanno riscontro le minuziose ricerche anatomiche di Eisler e d'altri che analizzarono il fenomeno e ne insegnarono i dettagli. Ma il merito di aver stabilito il fatto bruto,

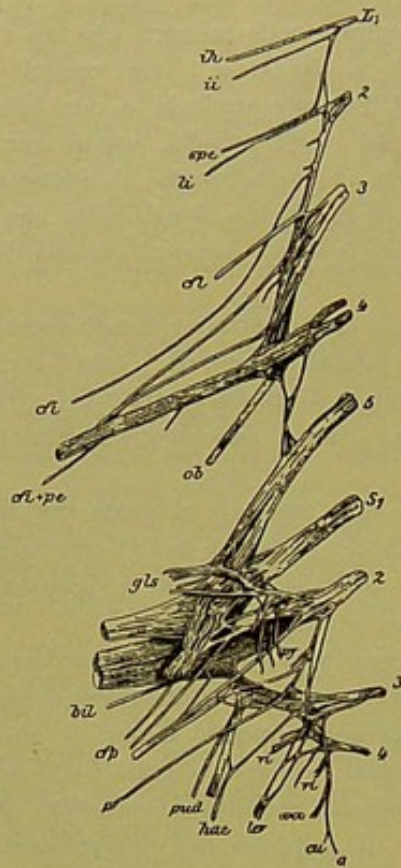


FIG. 18.

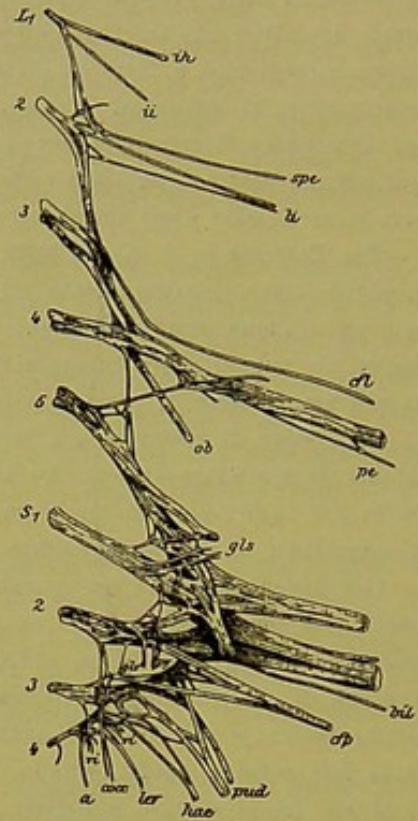


FIG. 19.

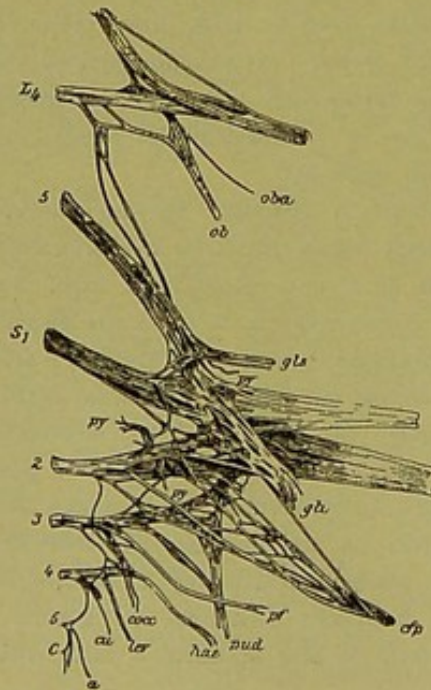


FIG. 20.

FIG. 18-20. — Plessi lombo sacrali d'uomo secondo Eisler, per dimostrare qualcuna delle innumerevoli varietà che questi plessi sogliono presentare. — La fig. 18 rappresenta l'incrociarsi di rami dorsali da L 4 e da L 5. (Da un cadavere con 13 vertebre toraciche, 4 lombari, 5 sacrali, 4 caudali). — La fig. 19 rappresenta il plesso di destra dello stesso individuo. — La fig. 20 rappresenta il tipo normale (da un cadavere con 13 vertebre toraciche e 5 lombari).

Leggenda delle figure 18-20.

L 1-5, nervi lombari 1°-5°. — S 1-5, nervi sacrali 1°-5°. — C, nervo cocigeo. — a, nervo cocigeo maggiore. — bib, bil, nervo per il capo breve, lungo del bicipite. — cfa, cfi, cfl, cfp, nervo cutaneo anteriore, mediale, laterale postico comune del femore. — coc, cu, nervo pel muscolo cocigeo, e curvatore del cocige. — gli, gls, nervo gluteo, inferiore, superiore. — hae, nervo emorroidale esterno. — ih, il, nervo ileo-inguinale, ileoipogastrico. — lev, li, nervo pel muscolo elevatore dell'ano, nervo lomboinguinale. — ob, nervo otturatorio. — pe, pf, pud, py, nervo pettineo, perforante del ligamento sacrotuberoso ant., pudendo, piriforme.

che è una affermazione ed una estensione della legge di Fürbringer, spetta ai due fisiologi inglesi.

Due altri ottimi lavori sono da prendersi qua in considerazione: primo quello di Eisler (1890) sui sistemi periferici vasale e nervoso del gorilla. Questo lavoro si può considerare come la preparazione ad un altro eccellente ed importante dello stesso autore sul plesso lombosacrale dell'uomo, e al quale destino un breve esame. Eisler (1892) eseguì 127 dissezioni del plesso lombo sacrale. Egli inaugurò il metodo della lieve macerazione del preparato nell'alcool molto diluito, in sostituzione a quella di Krause all'acido nitrico. Quel metodo gli permise di perseguire la dissezione delle fibre preplexuali fino ad alcuni rami nervosi periferici piuttosto esili: sulle tracce di Herringham, del quale mi riservo trattare nel sottocapo seguente, gli anatomici si avviano ormai ad eseguire il capolavoro di preparazione macroscopica, di accompagnare le fibre dei nervi spinali dalle radici agli organi periferici, attraverso e malgrado i plessi, ciò che vedremo poi esser stato poco dopo compiuto nel modo più esauriente dall'anatomico olandese Bolk. Ma la determinazione esatta delle distribuzioni radicolari alla periferia del corpo non era l'oggetto principale del lavoro di Eisler. Egli piuttosto ha cercato di controllare alcuni dati di fatto, alcune vedute teoriche di Fürbringer e di Paterson. Epperò dedicò attenzione speciale alle variazioni d'origine dei nervi uscenti dal plesso. E in ciò non si limitò a constatare soltanto se una data radice concorra o no a formare un dato nervo; ma cercò di stabilire volta per volta il grado di partecipazione d'ogni radice ai vari tronchi periferici. A quell'intento egli determinava, non lo spessore apparente (di profilo) dei tronchi plessuali, ma bensì la loro sezione trasversa. In tal modo egli riuscì a dimostrare uno spostamento assile larvato di tronchi plessuali d'origine apparentemente costante. Prendiamo un esempio semplice: il nervo emorroidale è costituito per solito da rami delle radici sacrali 3.^a e 4.^a ed anche 2.^a Ma in una serie di casi è preponderante il contributo dato dalla 3.^a radice; in un'altra serie quello dato dalla 4.^a Eisler esprime questo fatto mediante una formola ingegnosa. Egli enumera le radici tributarie cominciando dalla principale e facendo seguire le altre in ordine alla loro importanza.

Per il nervo emorroidale abbiamo per es. nei vari casi: S 4 S 3 — S 4 S 3 S 2 — S 3 S 4 S 2 — S 3 S 2 S 4 — S 3 S 2. Queste formole esprimono molto evidentemente lo spostamento assile, sia per il numero d'ordine delle radici tributarie, sia per il grado della loro partecipazione. Nel caso dell'origine più caudale (aborale, distale, inferiore) del nervo, la radice d'origine più importante è la 4.^a sacrale cui si aggiunge un fascio meno importante della 3.^a Nel caso opposto dell'origine più craniale (prossimale, superiore) del nervo, la radice d'origine del nervo è la 3.^a, concorrente la 2.^a.

Tra gli estremi esistono tutti i gradi di passaggio. Gli sparsi risultati di dettaglio di Eisler raccolti in tabella danno con molta chiarezza un'idea della costanza colla quale il fenomeno dello spostamento assiale si presenta per tutti i nervi (tab. 6). In rapporto a quello spostamento Eisler diede un altro prezioso contributo che io devo menzionare. Von Ihering, che già ho citato a proposito della opposizione fatta a Fürbringer sulla questione, se nelle varie specie animali si spostasse il luogo di

formazione dei plessi, oppure se questi fossero omologhi, ma variasse per intercalazione ed escalatione, per interpolazione od escalatione il numero delle vertebre dei diversi tratti della colonna vertebrale; aveva chiamato *nervo furcale* quel nervo spinale che nel plesso lombosacrale manda un ramo rispettivamente nel nervo otturatorio, crurale e sciatico. Questo nervo furcale che per Von Ihering è una formazione costante in tutti i vertebrati, è nell'uomo rappresentato dal 4° nervo lombare. I nervi prossimali al nervo furcale vennero designati da Von Ihering come prefurcali, i distali come postfurcali, ed è tanto l'assegnamento che egli fa sulla costanza di posizione

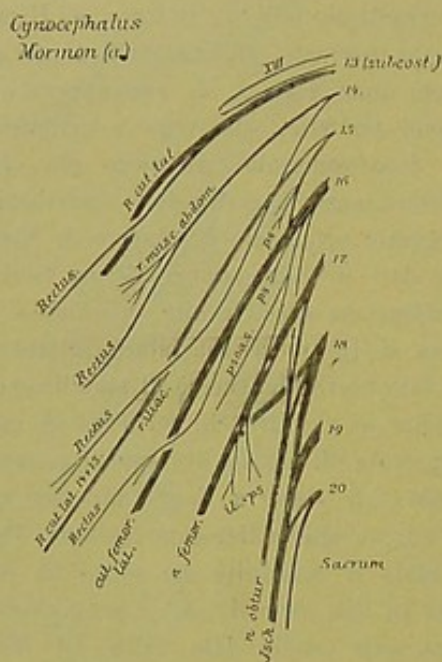


FIG. 21.

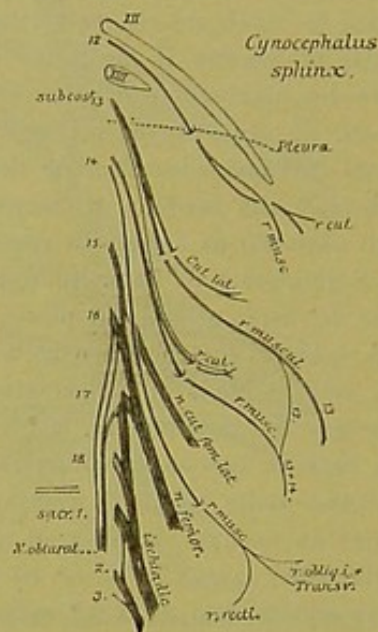


FIG. 22.

Plesso lombosacrale di primate per dimostrare le differenze esistenti tra specie e specie, secondo Ruge.

di quel nervo, che basa su di esso il suo studio sulla colonna vertebrale. Ora Eisler trovò in un quinto dei suoi casi (22 su 127, cioè più di 18%) spiccate variazioni nella posizione del nervo furcale. In alcuni di quelli il nervo non è rappresentato dal 4°, ma del 5° lombare; esso si trova adunque spostato distalmente. In altri casi si trovarono due nervi furcali: cioè, tanto dal 4° che dal 5° lombare si diramava la triplice diramazione all'otturatorio, al crurale ed allo sciatico. In altri casi si aveva pure due nervi furcali, ma non rappresentati dal 4° e 5°, bensì dal 4° e 3° nervo lombare. È evidente che questi casi rappresentano spostamenti od accenni di graduale spostamento assile del nervo furcale, la costanza della cui posizione tanto sicuramente ritenuta da Von Ihering, viene quindi ad essere oppugnata non solo, ma dimostrata inesistente. Inoltre Eisler dimostrò che lo spostamento del nervo furcale non è mai un fenomeno isolato, ma che nei plessi ove esso s'avverì

sia in un senso che nell'altro, tutti i tronchi plessuali si trovano spostati nello stesso senso. In tal modo confermava la legge di Herringham in tutti i suoi dettagli; uno sguardo alla tabella 6 è molto istruttivo in questo proposito.

Un altro aspetto del problema, l'origine dei plessi, deve essere ricordato qui. Eisler prende decisamente posizione in esso dichiarando che per lui « la forma-

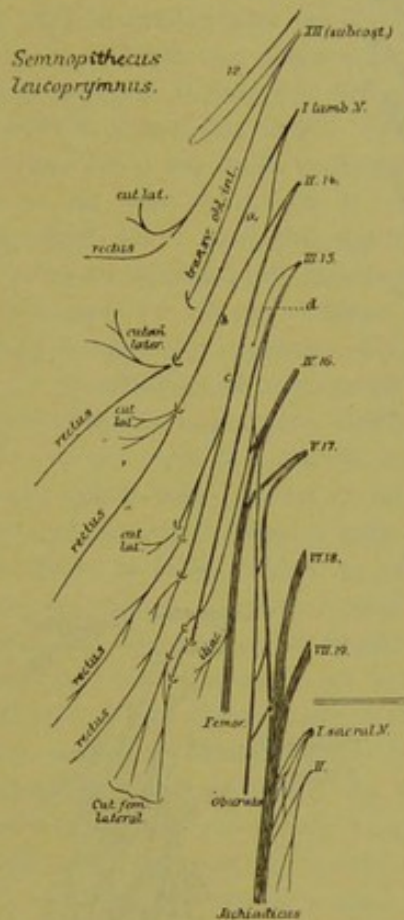


FIG. 23.

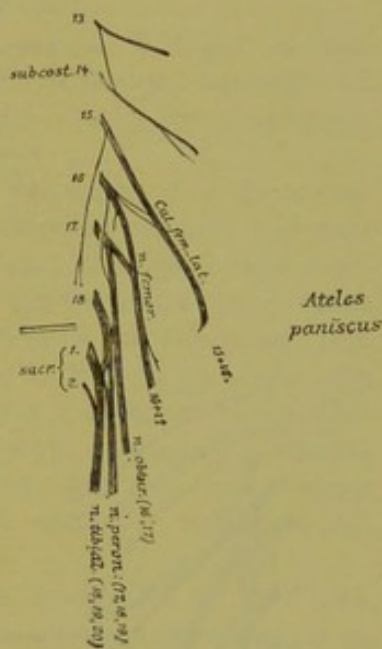


FIG. 24.

Plesso lombosacrale di primato per dimostrare le differenze esistenti tra specie e specie, secondo Ruge.

zione dei plessi è un fenomeno concomitante alla fusione d'un certo numero di somiti primitivamente separati». Ciò veramente non è della più manifesta evidenza, chè nessuno si convince che la fusione di alcuni miomeri da sola possa condurre alla formazione di complessi così intricati di fibre quali sono i plessi artuali. D'altra parte giova osser vare che nemmeno il mero fatto dello spostamento assile degli arti come l'intendevano Solger e Fürbringer può spiegare la ragione d'essere dei plessi. Ruge (1893), che in un pregevole lavoro su gli spostamenti nelle province di distribuzione terminale dei nervi dei Primati, ha raccolto una serie di

prove per l'accorciamento metamerico del tronco dei mammiferi, insiste sugli spostamenti di somiti interi o di parti di somiti rispettivamente, come causa della forma-

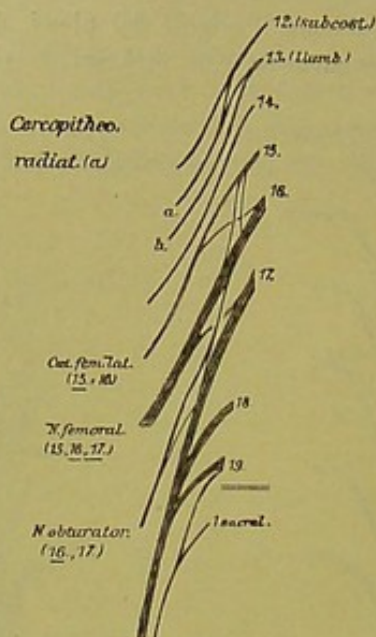


FIG. 25.

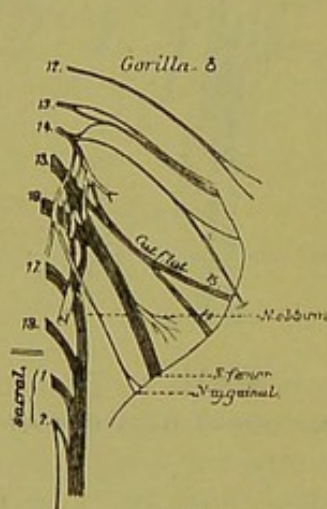


Fig. 26.
Gorilla.

FIG. 26.

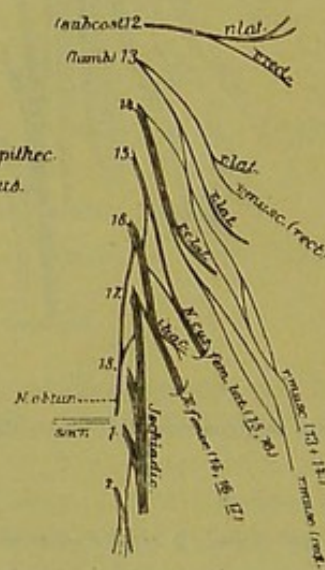


FIG. 27.

Plesso lombosacrale di primate per dimostrare le differenze esistenti tra specie e specie, secondo Ruge.

zione degli intricati intrecci dei plessi attuali. Di fronte a Von Ihering, Ruge sostiene una tesi che segna l'evoluzione delle vedute sui plessi verso la fine del XIX secolo

e che è tuttora integralmente accettata. Egli rileva che nell'uomo spesso si trovano plessi ove determinati nervi postplessuali che generalmente non mancano e che perciò si sogliono ritenere costanti, fanno difetto. Inoltre, specie nei limiti craniale e caudale del plesso, si hanno notevoli differenze nel grado di partecipazione dei nervi spinali formanti il plesso medesimo. Variazioni individuali del plesso analoghe a quelle trovate nell'uomo si riscontrano poi anche negli animali, sicchè non rappresentano nulla di caratteristico per la sola specie umana. Più notevoli ancora si dimostrano poi le differenze tra plesso e plesso di specie animali diverse, sebbene vicine nei quadri zoologici. Riporto qui una serie di figure di Ruge rappresentanti plessi lombosacrali di primati (fig. 21-27). Egli induce da tutte le differenze e varietà trovate che il plesso non è una unità morfologica: il plesso non è una formazione essenziale per i nervi, ma bensì un sistema di fenomeni evolutivi importantissimi, filogenetici ed ontogenetici, tra i quali primeggiano gli spostamenti svariati reciproci delle regioni terminali periferiche di distribuzione dei nervi spinali.

Riassumendo ora ciò che ci hanno insegnato le pazienti dissezioni di tante generazioni di anatomici, possiamo dire riguardo alla costituzione anatomica dei plessi: *Le irregolarità di costituzione negli individui e nelle specie, dei plessi attuali, ne formano il carattere tipico.*

Per quel che riguarda i concetti dottrinali sulla loro origine vi è da aggiungere ancora quanto segue. L'idea di Ruge che gli spostamenti di somiti o di parti di somiti rispettivamente siano la causa della formazione dei plessi, è stata recentemente ripresa da Eisler (1902). In una breve nota egli ha esposto le sue vedute sul modo nel quale si originano i plessi. Egli parte dalla vecchia osservazione fatta da Krause, che tutti i così detti tronchi nervosi dai più grossi ai più piccoli sono in realtà plessi in miniatura, le cui fibre s'intrecciano e s'avvinchiano inestricabilmente in tutti i sensi. Invece nelle radici spinali anteriori e posteriori il decorso delle fibre è parallelo. Sembra quindi evidente di dover creare la causa efficiente della formazione dei plessi interni dei nervi, in eventi verificatisi durante lo sviluppo embrionale, fuori del canale vertebrale.

Riportandomi a quanto ho esposto nel Capitolo I, ricordo che le fibre delle radici in un periodo abbastanza precoce si internano nei somiti e si mettono, in un modo non del tutto conosciuto, in rapporto con gli elementi di quelli. Ora Eisler suppone che negli attivi e tumultuosi processi d'accrescimento degli elementi miomerici, avvenga, volta per volta che si divida una cellula, anche la scissione per un breve tratto del filamento nervoso che si trovava in rapporto con la cellula primitiva. In tal modo quei filamenti nervosi scissi formerebbero tante *forchette*, e siccome i piani secondo i quali avviene la divisione cellulare s'intersecano in tutte le tre dimensioni dello spazio, non solo i prodotti della scissione cellulare, ma anche quelli della scissione dei filamenti nervosi verranno a trovarsi l'uno rispetto all'altro spostati continuamente ed intralciati fra loro in tutti i sensi. Questo processo di attiva divisione cellulare accompagnato dall'intrecciamento delle fibre nervose continua quando i somiti cominciano a spingersi verso la parte ventrale del corpo, crescendo fra la somatopleura e l'ectoderma. Il risultato ultimo di quell'intrecciamento continuo è la formazione dei plessi interni, anche in quei nervi che conservano topograficamente il

carattere metamerico semplice, come gli intercostali. In modo del tutto analogo Eisler interpreta la formazione dei plessi tra fibra di nervi appartenenti a metameri limitrofi. Come esempio più semplice egli cita i rametti comunicanti fra un nervo intercostale e l'altro, che si troverebbero nella faccia interna delle coste.

Eisler rappresenta i miomeri che crescono dalla regione dorsale verso la regione ventrale, compresi in attiva moltiplicazione cellulare, come torrenti che tenderebbero ad allargarsi, se non fossero contenuti nel loro letto, appunto dalla presenza dei miomeri limitrofi. È chiaro intanto che devono avvenire degli scambi fra gli elementi costitutivi d'ogni paio di somiti in via di espansione e d'accrescimento lungo la parete del corpo.

Gli elementi mesodermatici costitutivi dei somiti trascinano poi con sé le fibre nervose colle quali si trovano in rapporto e che vanno a formare così, nei casi più semplici, i rami comunicanti fra un nervo metamerico e l'altro. Quegli scambi descritti possono assumere perfino il carattere d'una parziale compenetrazione reciproca dei metameri onde nasce che metameri adulti nettamente delimitati non esistono in nessuna regione del corpo, bensì soltanto pseudo-metameri, costituiti da pseudo-miomeri (miotomi) e pseudo-dermatomeri (dermatomi), riconoscibili come i derivati di metameri primitivi soltanto per le ramificazioni nervose degli stessi odoneuromeri che li innervano. I plessi artuali, apparentemente del tutto diversi per natura e per origine, si sono formati secondo Eisler in un modo simile per un processo che differisce quantitativamente, non qualitativamente dal descritto. Infatti se noi ci rappresentiamo l'abbozzo iniziale di un arto, col suo blastema assile ed il cappuccio di materiale contrattile addossato ad esso, è facile comprendere che durante l'avviamento delle varie parti di miomeri migrati sull'arto, gli scambi e la compenetrazione reciproca devono avverarsi in non minore grado che nel tronco. Anche qui poi i filamenti nervosi sono trascinati oltre, in varie direzioni e s'intrecciano in vari sensi, onde l'originarsi dei plessi artuali. In conclusione per Eisler la causa prossima della formazione dei plessi sono *gli spostamenti degli elementi formativi dei futuri organi terminali*.

SOTTOCAPO II.

Le proiezioni periferiche degli odoneuromeri nell'uomo.

Il modo come le diramazioni delle radici spinali si dispongono nei plessi nervosi e come si compongono i nervi postplessuali, interessò già i vecchi anatomici. Cito fra i più celebri Monroe (1783), Soemmering (1787), Reil (1796) e Scarpa (1794); ed aggiungo fra i meno noti Asch (1750), che lavorò sul plesso cervicale, e Klint (1784) che scrisse una dissertazione sui nervi del braccio. Però seri tentativi per determinare singolarmente a quale dei nervi uscenti dai plessi concorressero i diversi nervi entranti in essi, non furono fatti che assai più tardi. A queste ricerche nel principio del secolo XIX era anche d'ostacolo il concetto allora abbastanza in voga delle vere anastomosi nervose. Si ammettevano frequenti confluenze vere fra le fibre nervose nei centri, nella periferia e nel decorso da quelli a questa. Nei centri ed alla periferia si supposeva l'esistenza di anse terminali per le quali le fibre nervose efferenti

si continuassero direttamente in quelle afferenti e viceversa, in modo da costituire circuiti chiusi.

Vedremo nel Capitolo VII come Panizza (1834) approfittò della idea della confluenza dei tubi conduttori nervosi nei plessi, per una dottrina fisiologica di essi, e come Kronenberg (1836) coll'osservazione diretta, ad essa negò la base di fatto.

A proposito di quelle anastomosi nervose delle quali già tanto si occupava, come vedremo, la facoltà medica di Berlino quando indisse un concorso a premio (1835) relativo, premio che fu poi vinto dallo stesso Kronenberg, è interessante quanto curioso un lavoro di Volkmann (1840). Egli fa un tentativo di sistematica delle anastomosi e le distingue in due gruppi: quelle spurie e quelle vere. Il gruppo delle anastomosi spurie contiene quelle plessiformi e quelle paradosse. Si aveva anastomosi spuria plessiforme quando un'ansa nervosa collega due rami nervosi, ma le fibre che dall'uno dei rami vanno all'altro decorrono in senso periferico (plesso brachiale del cane). Si aveva invece anastomosi spuria paradossa quando un ramo nervoso entra in un altro ramo e decorre in esso centripetalmente per un certo tratto, poi esce e decorre alla periferia. Come esempio di questa categoria di anastomosi, Volkmann cita il comportamento di fibre provenienti da nervi cervicali che decorrono centripetalmente nel ramo discendente del n. ipoglosso, ma si volgono poi verso la periferia insieme con il tronco stesso dell'ipoglosso. A Volkmann spetta il merito della priorità nell'osservazione di questo fatto. Delle quattro sorta di anastomosi vere distinte da Volkmann cito quelle fra i rami di un medesimo nervo, cioè le anse terminali alle quali già ho accennato, e quelle tra i rami analoghi dei nervi simmetrici nella linea mediana del corpo.

È noto come relativamente pochi anni dopo, la scoperta degli organi terminali delle fibre nervose nei muscoli e nella pelle venne a dare il colpo di grazia alla teoria delle anastomosi vere dei nervi, almeno nel modo come le intendeva Volkmann.

Intanto gli studi di osservazione e dissezione continuarono. Bock (1837) dedicò un lavoro ai nervi spinali: « Loro decorso, distribuzione e ramificazione ». Lussana (1860) in una monografia pregevole sulle neuralgie brachiali, diede una buona tavola del plesso omonimo. Nella sua dissertazione, Kaufmann (1864) dedicò uno studio alla varietà di composizione dello stesso plesso.

Ho richiamato a più riprese l'attenzione del lettore sul fatto che l'anatomia per lungo tempo non è stata in grado di prendere posizione nella contesa sollevata, come vedremo, dai fisiologi intorno al significato morfologico e funzionale, dei plessi e delle radici, e che tanto meno nella prima metà del secolo XIX essa poteva sulla scorta dell'embriologia e dell'anatomia comparata ancora in fasce, intuire la disposizione seriale dei campi radicolari cutanei o la natura metamerica dell'innervazione dei muscoli. Bisogna aggiungere ancora che gli anatomici, a causa delle difficoltà quasi insormontabili che i plessi nervosi oppongono alla dissezione macroscopica, non si occuparono punto della esatta distribuzione periferica delle singole radici spinali. Dal principio del secolo XIX fino al 1870 sono a mia cognizione due soli lavori anatomici che si occupino, ed ancora da un punto di vista molto speciale, di questi problemi. Sono lavori che riguardano l'innervazione sensitiva della pelle. L'uno di

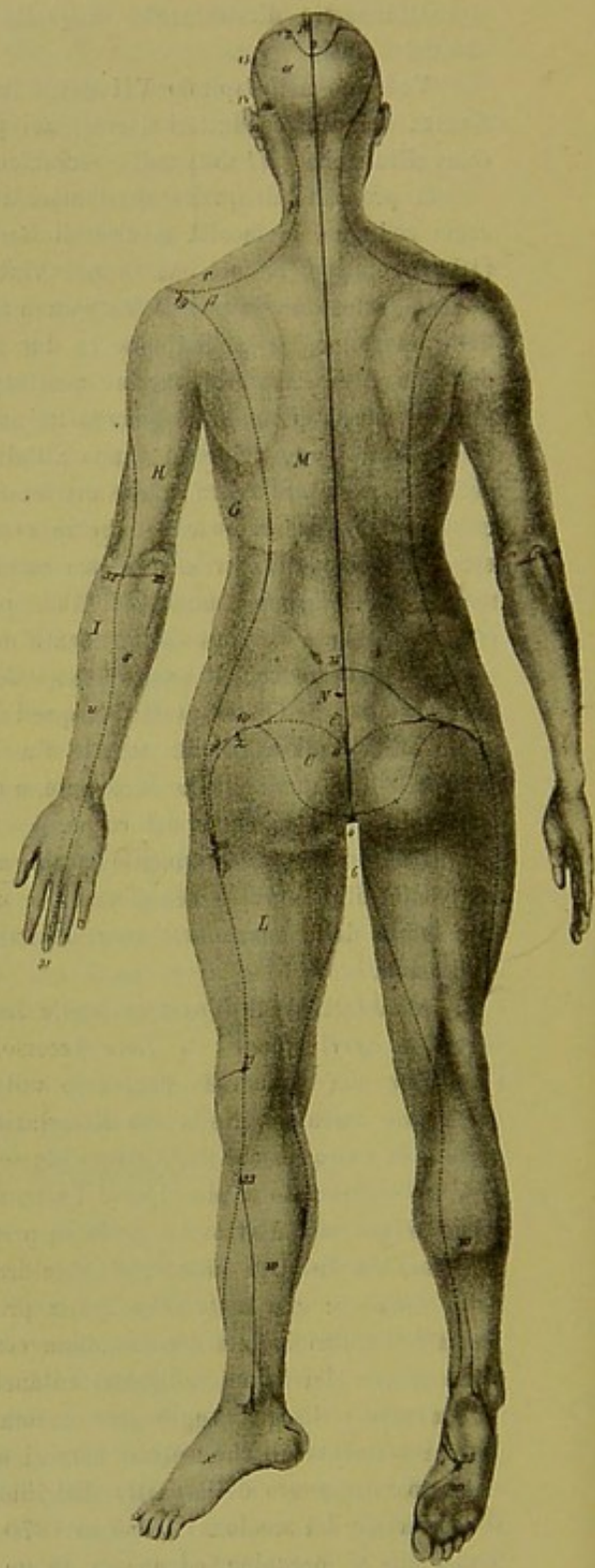
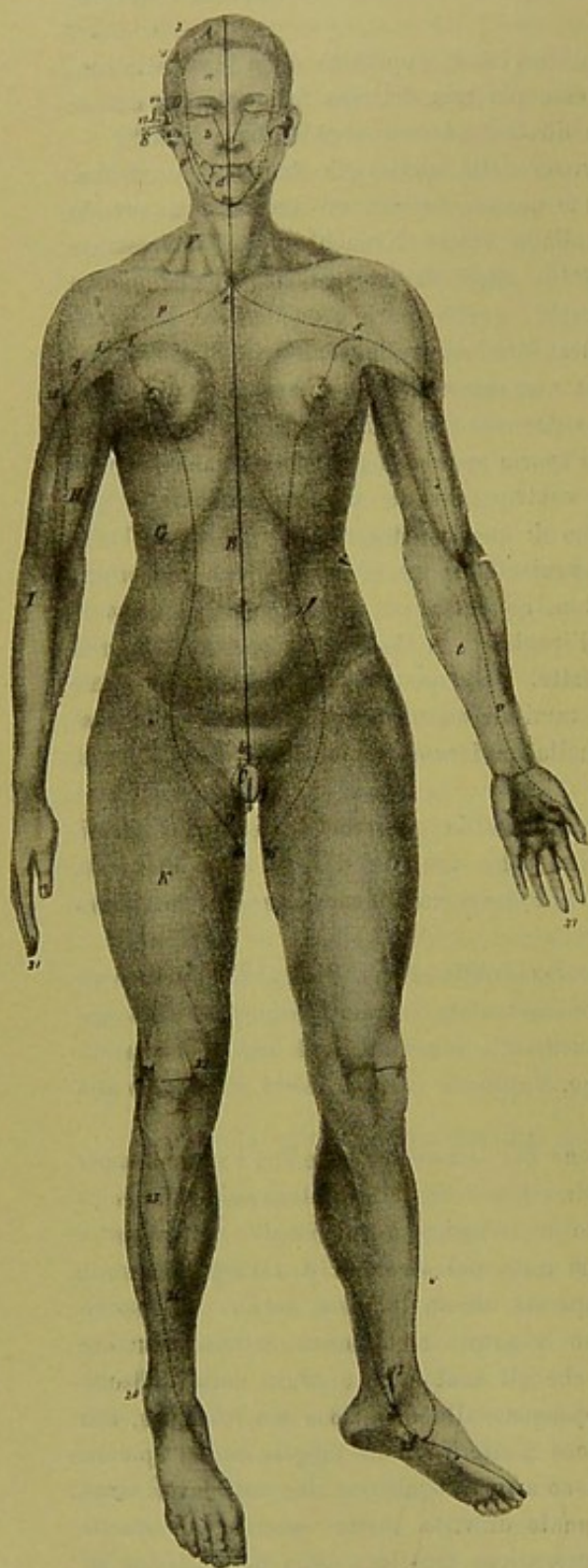


FIG. 28.

FIG. 29.

Le zone di ramificazione dei nervi cutanei periferici nell'uomo, secondo Voigt. Aspetto ventrale e dorsale.

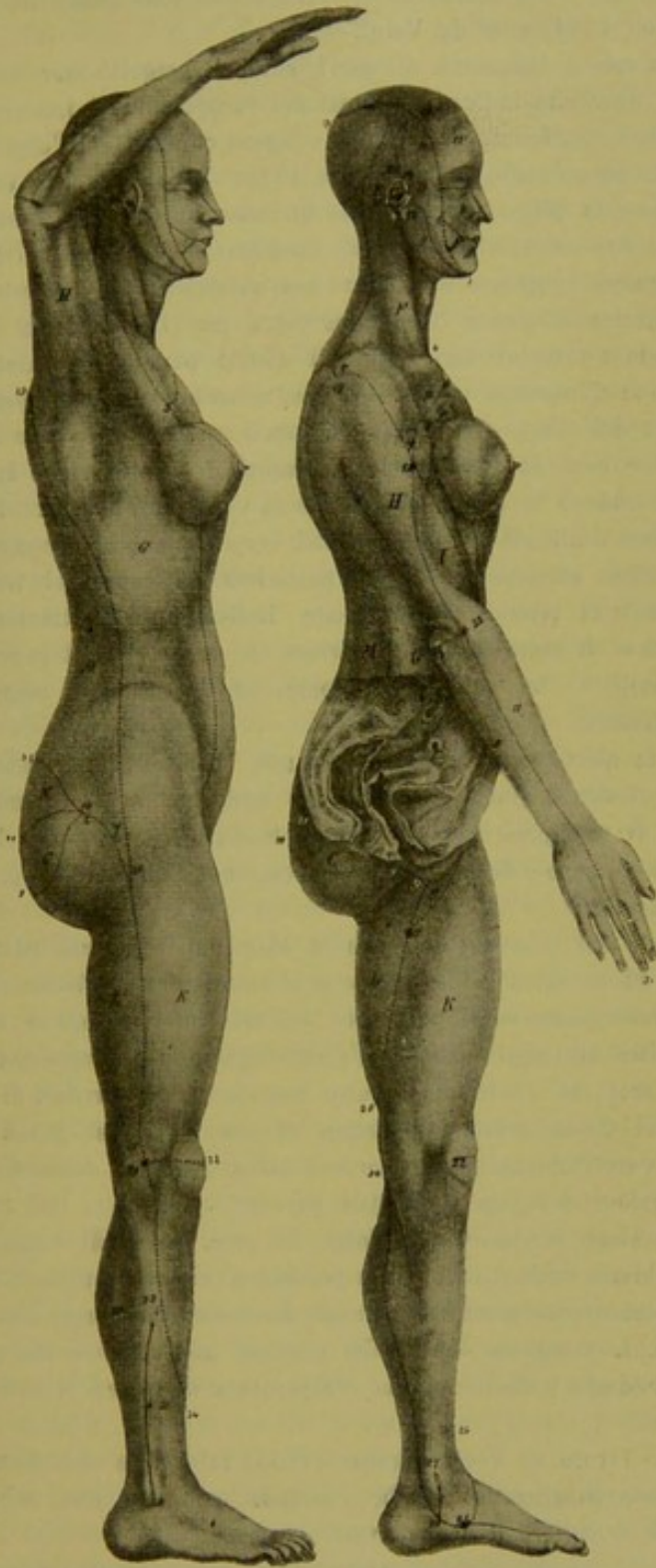


Fig. 30.

Le zone di ramificazione dei nervi cutanei periferici nell'uomo, secondo Voigt. Aspetto laterale.

Leggenda delle figure 28, 29 e 30.

A, territorio anteriore di diramazione sul capo e sul viso. — B, territorio anteriore di diramazione sul tronco. — C, E, territori laterali di diramazione del capo e del viso. — F, territorio laterale di diramazione sul collo. — G, territorio laterale di diramazione sul tronco. — H, territorio posteriore di diramazione dell'arto superiore. — I, territorio anteriore di diramazione dell'arto superiore. — K, territorio anteriore di diramazione dell'arto inferiore. — L, territorio posteriore di diramazione dell'arto inferiore. — M, N, territorio posteriore di diramazione del capo e del tronco.

essi venne presentato nel 1856 all'Accademia di Vienna dal noto anatomico Voigt, l'altro otto anni dopo, nel 1864, pure da Voigt.

Questi, condotto da estese dissezioni di nervi cutanei, progettò per il corpo umano un complesso di linee che indicano i limiti dei campi cutanei innervati da varie serie di nervi cutanei periferici. Tali campi vengono chiamati da Voigt *campi di ramificazione* e questo nome indica a sufficienza l'idea dell'autore. Fra le linee delimitanti possiamo citare in primo luogo quelle mediane, anteriore e posteriore, che separano il corpo in due metà, una destra di ramificazione ed una sinistra. In ogni metà poi si distinguono in genere tre zone: una anteriore, una posteriore ed una laterale. Voigt attribuisce a queste linee importanza per l'embriologia perchè secondo lui « esse segnano i margini degli originali abozzi piatti dell'embrione ». Inoltre fa una osservazione d'interesse per la fisiologia, notando che in corrispondenza delle sue linee « il senso del tatto e la finezza del senso stereognostico sono i meno sviluppati ». Per intendere bene la disposizione dei campi di ramificazione di Voigt ne riproduco le figure e traduco la descrizione che ne dà l'autore. V. figg. 28, 29, 30. « Per opera di queste linee limitanti, la superficie del corpo umano si decompone in un territorio di ramificazione anteriore ed in uno posteriore nel capo, nel tronco e negli arti ed in due territori laterali, lateralmente. Indicati più esattamente, si distingue un vasto territorio di ramificazione posteriore che comprende il capo ed il tronco; due territori anteriori, dei quali l'uno comprende la faccia, il secondo la superficie anteriore del tronco.

Soltanto nel collo, la parte più stretta del tronco, manca il territorio ant. perchè quelli laterali di destra e sinistra raggiungono ambedue la linea mediana anteriore. Per ogni lato, il territorio di ramificazione laterale si compone di due campi: i territori laterali del capo e del collo che sono continui l'uno nell'altro, ed il territorio laterale del tronco.

« Il territorio laterale del tronco si continua in alto nel territorio posteriore dell'estremità superiore, ed in basso nel territorio anteriore dell'arto inferiore. Il territorio anteriore dell'arto superiore ed il posteriore dell'arto inferiore hanno ognuno limiti propri ». Voigt, oltre all'importanza per l'embriologia e la fisiologia che attribuisce alle linee da lui scoperte, crede che l'esatta conoscenza dei territori di ramificazione dei nervi cutanei possa avere importanza clinica perchè si possa comprendere bene la ragione dell'ubicazione di certe eruzioni cutanee come l'*herpes zoster* ed altre manifestazioni collegate a malattie nervose.

Per interessanti che siano le ricerche di Voigt, nè esse, nè studî simili però valgono a sciogliere il problema della distribuzione periferica delle radici spinali. Prima doveva essere sormontato mediante precise o parziali dissezioni, la quasi insormontabile barriera dei plessi. L'interpretazione poi dei risultati così ottenuti non poteva venire data che dall'embriologia e dall'anatomia comparata sviluppatasi intanto indipendentemente.

L'anno dopo l'ultimo lavoro di Voigt, Krause (1865) intraprese una dissezione minuta del plesso brachiale, disgregando le fibre nervose mediante una soluzione diluita d'acido nitrico per sciogliere il connettivo.

I risultati ottenuti così da lui, che per primo applicò questo metodo allo studio

dei plessi, sono ammirevoli; lo sfibramento del nervo mediano gli fece stabilire che tutti i così detti tronchi nervosi sono in verità plessi in miniatura le cui fibre si incrociano sotto angoli più o meno acuti, sia verso il centro sia verso la periferia. Purtuttavia per la conoscenza schematica dei plessi lo studio così condotto era troppo minuto, e Krause stesso ricavò le sue notizie sull'origine radicolare dei nervi uscenti dal plesso, più che da esso, dai suoi esperimenti, che esporrò nel Capitolo VII.

Dopo di Krause vi fu una sosta di più di dieci anni nelle ricerche particolareggiate; poi nell'ultima parte del settimo decennio del secolo passato, esse ripresero con insolito ardore e continuarono ininterrotte fino ai giorni nostri. Non potrò certamente esporre quale preciso acquisto di dettaglio abbia apportato alla scienza ognuno di questi numerosi e pazienti dissettori. Per darne almeno un'idea sommaria farò una rapida enumerazione cronologica di essi, notando i risultati dei lavori più importanti.

Ho già parecchie volte ripetuto di quanta quasi insormontabile difficoltà era un tempo considerata da tutti la preparazione anatomica delle fibre radiculari attraverso i plessi fino alla periferia. L'autorità di Heule (1879) stesso s'era pronunziata nettamente in questo senso: « Non c'è nemmeno da pensare alla possibilità di seguire coi comuni mezzi anatomici i fasci di fibre radiculari attraverso i plessi brachiale, crurale e sacrale fino ai singoli nervi dell'estremità ». Purtuttavia bisogna riconoscere in molti autori il merito di un'abilità tecnica eccezionale in questo genere di preparazioni. Cito fra quelli, l'americano Walsh (1877) ed il russo Kahan (1881), i cui lavori prepararono la via alle ricerche ulteriori. Walsh esaminò 350 plessi brachiali fra i quali 74 col metodo dell'acido nitrico e stabile, *grosso modo*, l'origine radicolare spinale per i principali nervi dell'arto superiore. Kaiser ha riassunto in una sola tabella, che io riproduco, i risultati dei lavori di Walsh e di Kahan, nella quale l'origine spinale dei nervi del plesso brachiale è molto evidente (tabella 11). Walsh credette poter confermare inoltre, d'accordo in ciò con Hall (1879), per il plesso lombo sacrale e con lo stesso Kahan per il plesso brachiale, la veduta che le varietà numerose che presenta il plesso brachiale consistano tutte in varietà di disposizione di fibre *entro* il plesso; l'origine centrale e la destinazione periferica rimarrebbero presso a poco identiche. Ciò era già stato osservato da Voigt e Krause nei lavori citati.

Walsh, Hall e Kahan ora sostengono anche essi che, in genere, origine centrale e destinazione periferica delle fibre dei plessi non variano, qualunque sia la varietà interna dell'intreccio nervoso. Sembrava dunque a loro ben stabilita l'esistenza di un rapporto fisso fra un dato complesso d'organi periferici ed un dato livello, o segmento spinale. Ma già vedemmo che altri osservò che questo rapporto non è fisso nelle varie specie d'animali anche filogeneticamente non molto distanti (v. tab. 3 e 7). Ho notato che le radici d'origine dei plessi variano assai nelle varie specie, partecipando in una data specie radici di un livello spinale più alto (anteriore), in un'altra, delle radici di un livello spinale più basso (posteriore). Ciò costituisce quel che si dice lo spostamento assile dei plessi.

Per l'uomo osservazioni simili furono fatte per primo da Herringham in un lavoro importantissimo per l'arditezza dell'intento, per la buona tecnica dell'esecuzione e per le deduzioni teoriche basate sui risultati.

Herringham infatti fu il primo che dopo la sentenza di Henle data sopra, tentò ciò che quegli aveva dato per impossibile. Egli dissestò il plesso brachiale di 32 feti e di 20 adulti umani, seguendo, per quanto potè, i fasci di ogni singolo nervo spinale attraverso l'intreccio brachiale ed i nervi, fino agli organi periferici, muscolari e cutanei. I risultati delle singole dissezioni ed i loro confronti furono numerosi ed importanti.

Cominciamo dai dati di fatto più semplici. Prima di tutto egli potè comporre un elenco dell'innervazione radicolare dei singoli muscoli quale nessuno prima di lui aveva potuto dare. Riunisco in tabella quei suoi dati (tab. 8). Da essa apparisce la conferma di una serie di conclusioni cui autori precedenti, per ricerche di pura fisiologia, erano già arrivati per via sperimentale come esporrò nel capitolo VII. Tra queste conclusioni è da rilevarsi l'innervazione pluri-radicolare d'ogni grosso muscolo, la vicinanza topografica dei muscoli innervati dalla stessa radice, o da radici vicine. Per la pelle Herringham non diede la descrizione o l'indicazione topografica esatta delle zone radicolari trovate. Bensì diede tre "leggi", generali sull'innervazione radicolare di pelle e muscoli, nelle quali egli esprime la sintesi delle sue acute osservazioni e dei suoi fecondi confronti.

È indispensabile riportarle qua per esteso. La sua prima legge si rapporta alle varietà d'innervazione tanto motoria che sensitiva, e suona:

1. La posizione di una data fibra nervosa potrà variare rispetto al livello spinale, ma non rispetto alle altre fibre. Con questa prima legge viene dunque espresso per la specie umana il fatto degli spostamenti assili già notato da altri autori nelle diverse specie di vertebrati. Insisto su questa legge la quale contiene una amplificazione di quella data a suo tempo da Voigt, perchè come vedremo più tardi essa condusse ad importanti conseguenze per opera di Sherrington.

La seconda legge si rapporta all'innervazione motoria, la quale per Herringham è determinata ad evidenza, non dall'uso, ma dalla posizione dei muscoli. Essa è dunque morfologica, non funzionale.

La legge che esprime questo fatto si suddivide in tre regole:

2. A). Di due muscoli e di due parti dello stesso muscolo, quello che è situato più vicino al polo craniale del corpo è innervato da una radice proveniente da un livello spinale superiore: quel muscolo o quella parte di muscolo che è situato più vicino al polo caudale del corpo è innervato da una radice proveniente da un livello spinale più basso.

B). Di due muscoli quello che è più vicino all'asse longitudinale del corpo è innervato da un nervo proveniente da un livello spinale più alto, e quello che è più vicino alla periferia è innervato da un nervo proveniente da un livello spinale più basso.

C). Di due muscoli, quello che è più vicino alla superficie è innervato da un nervo più alto, quello che è più profondo, da un nervo più basso.

L'innervazione sensitiva della cute fu pure studiata molto accuratamente da Herringham ed egli dà, riguardo ad essa, una legge importante, composta di due regole.

3. A). Di due punti di cute quello che è più vicino al margine preassile dell'arto è innervato da un nervo più alto.

B). Di due punti di cute entro l'area preassile, quello situato più in basso è innervato dal nervo più alto — Herringham intende per linea preassile quel margine dell'arto che si trova nel feto ancora rivolto cranialmente. Essa corre dalla grande protuberanza al condilo esterno dell'omero, poi lungo il radio, al pollice. La linea postassile invece è rivolta caudalmente nel feto e corre dalla piccola protuberanza al condilo interno, poi lungo l'ulna, al dito mignolo.

Herringham per spiegare le due regole trovate per la innervazione cutanea si serve di un confronto meccanico. Dice che le sue regole si verificano per tutte le membrane tese che vengono spinte entro un astuccio tubulare. Nella evoluzione fetale, lo strato epiblastico della cute rappresenta la membrana, il mesoblasta, che si sviluppa a blastema assile, stira la cute soprastante come una membrana entro un astuccio tubulare.

Fin qui le leggi ed i fatti trovati da Herringham; passiamo ora all'esposizione del contributo dottrinale recato da lui. Mi pare opportuno anzichè suntare, tradurre addirittura le poche, ma importanti righe ch'egli dedica ad una antica questione dottrinale sul significato di radici e plesso e sull'innervazione dei muscoli per mezzo loro. • La prima questione che sorge a proposito dell'innervazione dei muscoli è questa: secondo quale sistema si effettua? Secondo un sistema di forma o di funzione? Sono innervati certi muscoli dallo stesso nervo (radice) perchè giacciono vicini o perchè agiscono insieme? A questo proposito giova osservare in primo luogo che i movimenti del braccio sono così svariati che non v'è per così dire nessuna combinazione muscolare che non sia in qualcuno di essi rappresentata. Nel più comune e più necessario di tutti gli altri, quello del recare il cibo nella bocca, il cibo è preso coi piccoli muscoli del pollice e con quelli interossei. Il carpo è flessa sul braccio, mentre il pettorale maggiore accosta l'arto al capo. Ma i comuni testi d'anatomia già dicono che alcuni di tutti i muscoli menzionati come i flessori del gomito sono innervati dalla 5^a, 6^a e 7^a radice spinale, mentre gli interossei lo sono dall'ulnare, cioè dalla 8^a e 9^a. D'accordo in ciò colle mie dissezioni si vede dunque che quell'atto solo è compiuto per opera di tutti i nervi del plesso, e in genere non v'è atto che non comporti l'intervento di più radici.

• Ma si può considerare la cosa da un altro punto di vista e chiedersi: è vero che muscoli che producono lo stesso movimento ovvero che agiscono sempre insieme, sono innervati dalla stessa radice? L'azione dei due pronatori è inseparabile, eppure il teres è innervato dalla 6^a ed il quadrato dall'8^a e 9^a radice spinale. Il pollice agisce sempre in combinazione colle dita, eppure i muscoli superficiali del tenar sono innervati dalla 6^a, gli altri dall'8^a. Sembra dunque certo che il posto ove sono rappresentate le funzioni motorie si trovi più in alto nel sistema nervoso che nei nervi periferici (che nelle radici) e che in conseguenza la loro distribuzione si effettua secondo un altro piano. Il sistema che si impone a questo riguardo è quello tipico •.

Abbiamo esaurito così il contributo delle nozioni di fatto, quello teoretico e quello dottrinale che il minuzioso lavoro di Herringham ha apportato al problema dei plessi nervosi. Vedremo in appresso che alcuni dettagli di fatto e talune delle leggi (la II) di Herringham verranno modificati in parte o contrastati del tutto e non senza ragione da altri autori. Ma la parte principale rimane tuttora accettata generalmente.

Ad Herringham spetta il merito d'aver per primo spinto la dissezione macroscopica dalle radici fino alla periferia; di aver stabilito nella sua I legge un fatto di fondamentale importanza per tutta intera la questione che c'interessa, mentre la sua III legge è valida ancora oggi quasi integralmente per l'innervazione sensitiva della cute.

Ora dovrò occuparmi nuovamente di Paterson, il quale, divenuto professore d'anatomia a Dundee, riprese lo studio della distribuzione periferica delle radici spinali un anno dopo la pubblicazione per esteso del lavoro di Eisler sul plesso lombo-sacrale. In un primo lavoro (1893) Paterson dà comunicazioni di 23 dissezioni di plessi sacrali, eseguite col metodo dell'acido nitrico. In massima i suoi risultati ribadiscono su quelli più minuziosi di Eisler. Egli riduce a due principali i tipi di plessi; nell'uno dei quali il nervo furcale è costituito dal 4° nervo lombare, nell'altro dal 5°. Paterson chiama normale il primo tipo ed arguisce dalla frequenza relativamente grande dei plessi del secondo tipo che la teoria di Rosenberg (che nell'uomo l'osso sacrale stia migrando in direzione craniale) non trova appoggio nei dati neurologici. Un simile giudizio è del tutto soggettivo; con altrettanta ragione si potrà dire: i plessi a nervo furcale nel 5° lombare rappresentano una condizione atavica destinata a scomparire. Del resto i risultati particolari ottenuti da Paterson riguardo alle origini radicolari dei vari nervi dell'estremità inferiore combinano bene con quelli di Eisler.

L'unica novità che porta il lavoro è il tentativo di ordinare i risultati rispetto alla innervazione cutanea. Paterson fissa le linee assili dell'arto in modo un po' diverso di quel che aveva fatto Eisler.

Questi aveva descritto il margine preassile come giacente dalla faccia frontale del pube sulla faccia interna della coscia, fin verso l'angolo mediale della rotula. Per Paterson esso corre dal margine interno del piede, sulla caviglia mediale, in corrispondenza alla vena safena interna, lungo il margine interno della tibia, sul condilo mediale del femore, lungo il margine mediale del m. sartorio, all'inguine. Il margine postassiale invece correrebbe dal margine esterno del piede, sulla caviglia esterna verso il capo della fibula e di là lungo la faccia esterna e posteriore della coscia verso il limite inferiore del m. gluteo massimo, per raggiungere il coccige. In conseguenza la faccia dorsale dell'arto è costituita dalla natica, dalla faccia frontale della coscia e della gamba, del dorso del piede. La faccia centrale, meno estesa, comprende la pelle del lato mediale del triangolo di Scarpa, la faccia interna e posteriore della coscia, la faccia posteriore della gamba, il tallone e la pianta del piede. I muscoli innervati dai rami dorsali e centrali del plesso giacciono in genere sotto la superficie cutanea omonima ad eccezione di alcuni pochi. L'elenco dei muscoli dorsali e ventrali secondo Paterson è riportato nella tabella 9.

Per quel che riguarda l'innervazione cutanea, Paterson insiste sulla piena valevolezza anche per l'arto inferiore delle due leggi di Herringham. I nervi cutanei sono evidentemente in rapporto coi limiti pre- e postassile. Lo studio dei territori di distribuzione radicolare è facilitato assai quando si immaginino tracciate sull'arto le due ipotetiche linee assili, dorsale e ventrale ideate da Sherrington, e da lui rappresentate come equivalenti alle linee mediane ventrale e dorsale del collo e del tronco.

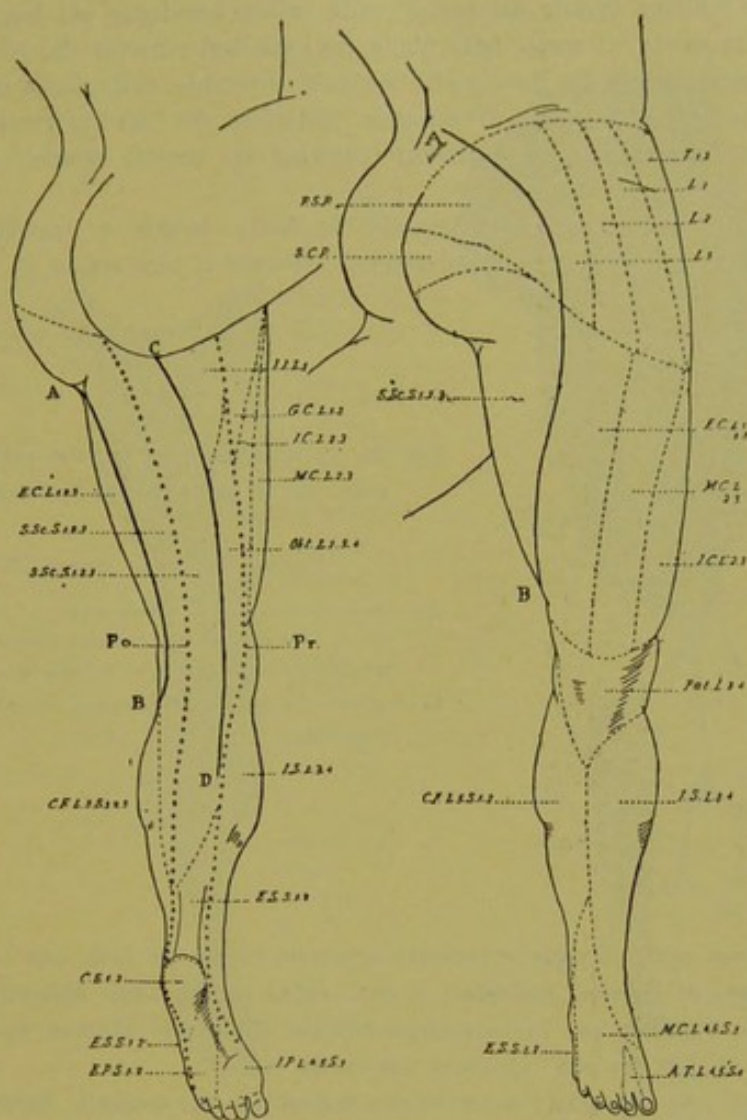


FIG. 31.

FIG. 32.

Disposizione dei territori radicolari spinali nella cute dell'arto inferiore secondo Paterson.

Fig. 31, faccia interna. — Fig. 32, faccia esterna dell'arto.

Leggenda delle figure 31 e 32.

Pr, Po, Margine pre- e post assiale dell'arto. — *AB, CD*, linea assiale dorsale e ventrale dell'arto. — *T12*, territorio cutaneo innervato dal ramo iliaco dell'ultimo nervo toracico. — *L1, 2, 3*, territorio delle divisioni primarie dorsali dei tre primi nervi lombari. — *P.S.P.*, plesso sacrale posteriore. — *S.C.P.*, plesso sacro-cocigeo. — *I.L.*, n. ileo-quinale (Lombale 1.). — *G.C.L.*, n. genitocrurale (L 1.2) — *I.C.*, n. cutaneo interno (L 2.3) — *M.C.*, cutaneo medio (L 2.3). — *E.C.*, cutaneo esterno (L 1.2.3) — *O.M.*, otturatorio (L 2.3.4). — *Pat.*, ramo paleolare del nervo safeno interno (L 3.4). — *I.S.*, safeno interno (L 3.4). — *M.C.*, muscolo-cutaneo (L 4.5, sacrale 1). — *A.T.*, tibiale anteriore (L 4.5, S 1). — *S.Sc.*, piccolo sciatico (S 1.2.3). — *C.F.*, rami cutanei del nervo peroneo, incluso il comunicante fibulare (L 5, S 1.2). — *E.S.*, Safeno esterno (S 1.2). — *C.*, ramo calcaneo del tibiale posteriore (S 1.2). — *E.P.*, plantare esterno (S 1.2). — *I.P.*, plantare interno (L 4.5, S 1).

Nell'arto inferiore dell'uomo la linea assile dorsale correrebbe, secondo Paterson, dalla linea mediana dorsale del tronco, sulla natica, scendendo poi lungo la faccia esterna della coscia, al corpo della fibula, fra i territori innervati dal piccolo sciatico e dal cutaneo esterno. La linea assile ventrale correrebbe sulla faccia mediale della coscia, dalla radice del pene al margine posteriore del condilo mediale del femore, come demarcazione fra i territori innervati dal piccolo sciatico e dall'otturatorio.

I margini pre- e postassile separano le faccie dorsale e ventrale dell'arto: lungo essi si allineano i nervi serialmente, secondo il loro ordine di origine spi-

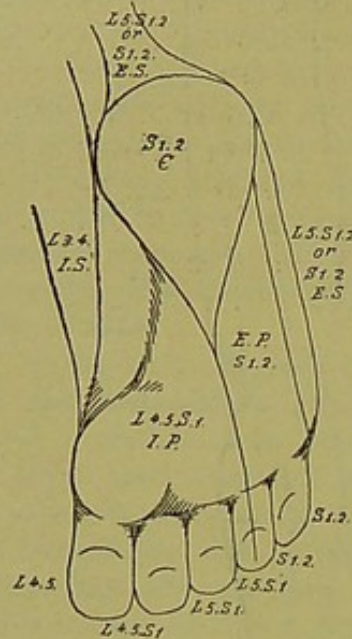


Fig. 33. — Disposizione dei territori radicolari spinali nella cute del piede secondo Paterson.

Leggenda della figura 33.

E.S., safeno esterno (L 5, S 1.2, oppure S 1.2). — *I.S.*, safeno interno (L 3.4). — *C.*, ramo calcaneò del tibiale posteriore (S 12). — *I.P.*, plantare interno (L 4.5, S 1). — *E.P.*, plantare esterno (S 1.2). — Le cifre sulle dita del piede si riferiscono all'origine radicolare dei nervi digitali.

nale. Le linee assili, dorsale e ventrale separano invece le aree pre- e postassili, cioè due serie di territori radicolari aventi origini spinali assai distanti. I risultati cui è giunto Paterson per l'innervazione cutanea dell'arto inferiore appaiono dalle figure (fig. 31, 32, 33) che riproduco dal citato lavoro.

Per quel che riguarda l'innervazione segmentale dei muscoli, Paterson concede una minuta analisi al controllo delle "leggi", di Herringham. Paterson trova che queste leggi formulate per l'arto superiore non sembrano applicabili per l'arto inferiore. L'innervazione segmentale dei muscoli segue qui le stesse leggi di quella cutanea. I muscoli vengono innervati da una serie continua di nervi spinali a cominciare dal margine preassile, fino al postassile, sulle due facce, dorsale e ventrale dell'arto. I nervi di mezzo della serie che innerva l'arto, si spingono fino all'apice di questo, i prossimali ed i distali non si estendono che per un tratto più breve in esso. I muscoli della coscia e della natica ricevono fibre da tutti i nervi dell'arto; i muscoli del piede soltanto dai nervi di mezzo. Per dar un esempio la faccia dorsale della coscia e della natica è innervata dal 2° nervo lombale fino al 2° sacrale; la faccia dorsale della gamba e del piede dal 4° e 5° lombale e dal 1° sacrale. Nella faccia ventrale i muscoli della coscia sono innervati dal 2° lombale fino al

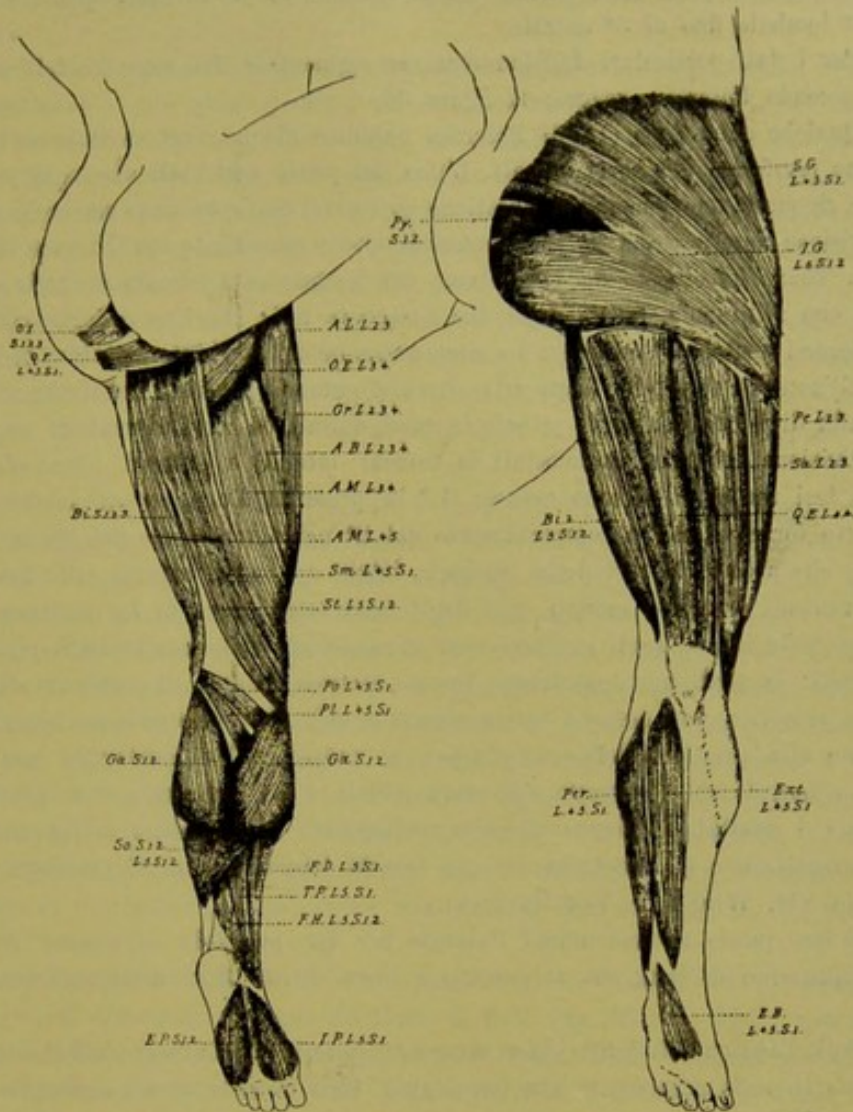


FIG. 34.

FIG. 35.

L'innervazione radicolare dei muscoli dell'arto inferiore nell'uomo, secondo Paterson.

Fig. 34, aspetto mediale (ventrale). — Fig. 35, aspetto laterale (dorsale) dell'arto.

Leggenda della figura 34.

MUSCOLI VENTRALI: *O.I.*, obturator internus (S 1.2.3). — *Q.F.*, quadratus femoris (L 4.5 S 1). — *A.L.*, adductor longus (L 2.3). — *Gr.*, gracilis (L 2.3.4). — *A.B.*, adductor brevis (L 2.3.4). — *O.E.*, obturator externus (L 3.4). — *A.M.*, adductor magnus (L 3.4). — *Sm.*, semimembranosus (L 4.5, S 1). — *St.*, semitendinosus (L 4, S 1.2). — *Bi.*, biceps (caput longum) (S 1.2.3). — *Po.*, popliteus (L 4.5, S 1). — *Pl.*, plantaris (L 4.5, S 1). — *Ga.*, gastrocnemius (S 1.2) — *So.*, Soleus (L 5, S 1.2, oppare S 1.2). — *F.D.*, Flexor longus digitorum (L 5, S 1). — *T.P.*, tibialis posticus (L 5, S 1). — *E.H.*, Flexor longus hallucis (L 5, S 1.2). — *I.P.*, plantaris internus (L 5, S 1). — *E.P.*, plantaris externus (S 1.2).

Leggenda della figura 35.

MUSCOLI DORSALI: *Py.*, pyriformis (S 1.2). — *S.G.*, gluteus medius, minimus, et tensor fasciae latae (L 4.5, S 1). — *I.G.*, gluteus maximus (L 5, S 1.2). — *Pe.*, pectineus (L 2.3). — *Sa.*, sartorius (L 2.3). — *Q.E.*, extensor quadriceps (L 3.4). — *Bi. 2.* Biceps, caput breve (L 5, L 1.2). — *Per.*, peroneus (L 4.5, S 1). — *Ext.*, tibialis anticus, extensor longus digitorum, extensor proprius hallucis (L 4.5, S 1). — *E.B.*, Extensor brevis digitorum (L 4.5, S 1).

3° sacrale; i muscoli della gamba dal 4° lombale al 3° sacrale; quelli del piede dal 5° lombale fino al 3° sacrale.

Per i dati particolari dell'innervazione segmentale dei muscoli dell'arto inferiore secondo Paterson, veggasi la figura 33.

Qualche anno dopo (1896) Paterson pubblicò alcune nuove vedute sulla distribuzione periferica dei nervi spinali. L'uno dei punti dottrinali che egli prende in esame, riguarda nuovamente la questione se i nervi dell'arto siano omologhi con tutta la divisione anteriore dei nervi intercostali oppure se soltanto con il tronco laterale di quelli. Thane ha esposto nel III volume del trattato di Anatomia di Quain, gli argomenti che militano a favore delle due accennate tesi; che i nervi degli arti siano da considerarsi omologhi con l'intera divisione anteriore dei nervi intercostali si dedurrebbe: 1.° dall'assenza al livello degli arti, di rami cutanei anteriori destinati al tronco; 2.° dalla divisione dei nervi artuali in rami dorsali ed in rami ventrali comparabili alla divisione dei nervi intercostali in tronchi laterali e ventrali. Come obiezioni a questa tesi invece si possono notare: 1.° la presenza d'una branca intercostale nel 1° nervo toracico; 2.° il comportamento del 2° nervo toracico e del 3° sacrale. Paterson, che accetta la tesi della omologia totale dei nervi artuali colle intere divisioni ventrali dei nervi spinali, cioè degli intercostali, cerca di far rientrare nel suo schema tutte le apparenti eccezioni con supposizioni ed argomentazioni più o meno plausibili; le quali per appartenere troppo esclusivamente all'anatomia descrittiva, pura e semplice, non possono essere riportate qui. Ho voluto soltanto accennare nuovamente alla questione dell'analogia per far vedere che gli anatomici non sono del tutto in accordo sul significato dei nervi artuali, e ciò importa notare, perchè, come vedremo, i risultati di alcune ricerche sperimentali tenderebbero a far concepire i nervi artuali come gli omologhi dei soli tronchi laterali dei nervi intercostali. (V. il capitolo VII, Winkler e Van Rynberk).

E con questo abbandoniamo Paterson per dar principio all'analisi dei lavori importantissimi di Bolk che si possono a buon diritto dire anatomicamente esaurienti.

Bolk, l'anatomo di Amsterdam, occupa nella serie degli autori trattati nel presente Capitolo il posto certamente più importante. Egli ha dedicato all'argomento un buon numero di ricerche non solo notevoli per la pazienza e l'esattezza tecnica, ma pregevoli soprattutto per la larghezza delle vedute teoriche sulle quali sono basati i suoi studi e per la corretta e compiuta sintesi dottrinale cui egli assurge in base ad essi.

Nei suoi lavori la minuziosa descrizione di dettaglio non è mai disgiunta dai confronti filogenetici, nè dai ricordi embriologici. Sempre predomina in lui il desiderio del riordinamento sintetico del suo materiale di studio nell'unico concetto dottrinale della costituzione segmentale dei vertebrati. Bolk è fra gli anatomici il primo che si mostri ben conscio che la dissezione dei plessi, lo studio delle varietà d'innervazione della distribuzione periferica delle radici spinali, non devono essere lo scopo esclusivo ed ultimo delle ricerche, ma che devono considerarsi soltanto come un mezzo per assurgere a conoscenze concettuali d'ordine superiore teorico e dottrinale. D'altra parte egli non manca mai di applicare volta per volta quei concetti

generali per delucidare le questioni di dettaglio che si presentano nel corso delle sue dissezioni.

Queste poche parole basteranno a delineare l'importanza dei lavori di Bolk.

Purtuttavia io non potrò dedicare ad esse uno spazio adeguato al loro merito, perchè se tentassi di far ciò, dovrei uscire di molto dai limiti assegnati alla presente Memoria. Mi contenterò adunque di pochi accenni alle cose d'importanza più generale.

Il metodo di dissezione seguito dall'anatomo di Amsterdam differisce da quello seguito da tutti i suoi predecessori in ciò che egli ripudia la miscela nitrica. Isolato il plesso e distinte mediante fili colorati da una parte le radici di origine, dall'altra i rami muscolari e cutanei risultanti, egli asporta il tutto dal pezzo, lo fissa con spilli sopra una tavoletta di cera nera, e lo conserva in alcool leggero (50 %). Le minute dissezioni si compiono sott'acqua con pinza e bisturi, coll'aiuto di una lente d'ingrandimento. La lieve macerazione che sopravviene dopo un certo tempo agevola di molto la dissezione.

Notevole nel metodo seguito da Bolk è ancora ch'egli non costruì uno schema compilativo fondendo i dati di fatto risultati dalle dissezioni di più individui, ma che anzi egli eseguì una dissezione totale e dettagliata su un sol individuo. In tal modo fu possibile evitare i pericoli d'errore derivati dall'innumere varietà d'innervazione che oramai abbiamo avuto occasione di conoscere. D'altra parte è ovvio che i risultati così ottenuti hanno appunto per la grande variabilità individuale esistente, un valore assoluto soltanto per l'individuo sezionato. A voler applicarli genericamente, convien tener conto di quelle variazioni frequenti che rendono impossibile il tentativo di stabilire omologie assolute tra i derivati segmentali nei vari individui.

I risultati finora pubblicati da Bolk abbracciano la distribuzione periferica delle nove prime paia di radici spinali nei minuti particolari; l'innervazione radicolare cutanea per tutto il corpo; infine una serie di dati sui miotomi del bacino e del femore.

Raccolgo alcuni dei dati di fatto in apposite tabelle (tab. 10, 11) e riproduco alcune delle più dimostrative figure dei lavori di Bolk (fig. 36-51). Già da quella soltanto apparirà l'importanza dei risultati ottenuti da lui. Come commento poi ad essi e per esporre alcuni brevi cenni sulle vedute teoriche e dottrinali di Bolk, faccio seguire qui alcune poche parole.

Comincerò dal sistema muscolare. Tralascio di parlare dei fatti fondamentali ed elementari dell'innervazione radicolare dei muscoli quali furono indicati specialmente da Paterson e che vennero nel loro insieme generalmente confermati da Bolk. Ma credo interessante esporre più largamente le vedute di questi sulla questione già trattata da Herrigham se le radici spinali e quindi i plessi abbiano significato morfologico o fisiologico. Bolk tratta quella questione in un interessante capitolo intitolato: *Metameria e funzione*, la cui sintesi è contenuta nella seguente frase: « Metameria (muscolare) e funzione sono due concetti che nell'uomo non mostrano più avere alcun rapporto ». A sostegno di questa tesi che può sembrare forse un po' esclusiva, Bolk cita i seguenti fatti.

1. Per l'effettuazione di movimenti semplicissimi, come per la flessione della mano mediante i flessori del carpo, occorre la contrazione di materiale di quattro

miotomi, l'impulso, cioè, deve percorrere contemporaneamente quattro radici spinali: 6, 7, 8, cerv e 1 tor.

2. Nemmeno i movimenti antagonistici semplici s'effettuano per contrazione monomera. Così la flessione della mano è tetramera, l'estensione n'è trimera, la flessione dell'avambraccio è dimera, l'estensione è trimera.

3. D'altra parte nessun movimento complicato, nessun complesso motorio si può effettuare per innervazione uniradicolare, per contrazione monomera.

Le considerazioni che Bolk aunette a questi fatti evidenti sono persuasive; innanzi



FIG. 36.

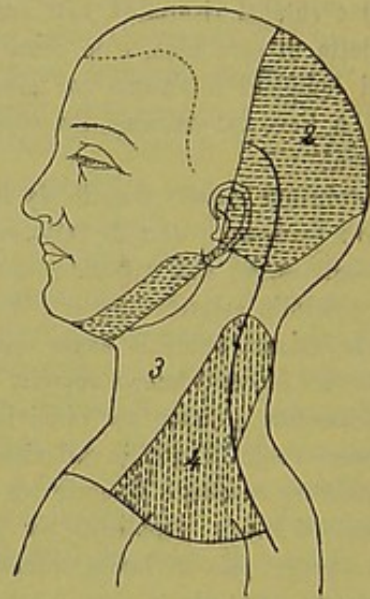


FIG. 37.

I dermatomi cervicali superiori nell'uomo: l'innervazione segmentale radicolare del collo secondo Bolk. — Fig. 36, distribuzione reale dei rami nervosi cutanei. (2, 3, 4, rami derivati dal 2°, 3°, 4° nervo spinale). — Fig. 37, rappresentazione schematica dei loro territori di distribuzione.

tutto egli rileva quanto è esiguo il numero dei miomeri originali e quanto stragrande quello dei muscoli artuali derivati da essi. Da ciò nasce che facilmente alcuni muscoli sinergici abbiano origine metamERICA comune. Ma i fatti dimostrano che non esiste la regolare isomeria di tutti i muscoli che agiscono coordinati in certi movimenti od atti. In alcuni vertebrati inferiori sussistono tuttora tracce più o meno evidenti dei rapporti attuali ed effettivi fra la metamERIA muscolare e la funzione. Così nei pescicani Bolk inclina ad ammettere che le gemme muscolari dei miotomi situate più cranialmente nelle prime, producano l'abduzione delle medesime, quelle dei miotomi più caudali invece l'adduzione, mentre quelle dei miotomi di mezzo produrrebbero l'innalzamento e l'abbassamento a seconda che si contraggono le striscie dorsali o ventrali di essi. Ma nei vertebrati più evoluti, quelle condizioni semplici si alterano e si perdono.

Passiamo ora all'innervazione cutanea. Come già dissi, le peculiarità di questa sono state, in una pubblicazione separata, comunicate per esteso dal Bolk già nel 1897, e corredate da figure la cui chiarezza non lascia nulla da desiderare. Esaminiamo brevemente le principali caratteristiche generali che offre il sistema dei dermatomi di Bolk. Innanzi tutto notiamo che Bolk nel rappresentare i campi radicolari cutanei, ha dato ad essi l'estensione e la configurazione dei territori di ramificazione delle branche cutanee, che egli ha potuto dissettare macroscopicamente. Ne viene di conseguenza che ogni dermatoma deve essere in realtà più esteso di quanto Bolk lo figura. Bolk ha fatto tutto ciò che era possibile ottenere colla pinza e col bisturi, ed indicando in tal modo per così dire la parte nucleare di ogni dermatoma, ha dato uno schema che guadagna in chiarezza ciò che doveva perdere in minuziosa esattezza. Questa è la ragione per cui gli schemi di Bolk non indicano il fatto concordemente proclamato, come vedremo dai fisiologi e dai clinici, che, cioè, ogni territorio radicolare cutaneo ha di comune coi territori vicini una zona di cute più o meno estesa, la quale quindi viene a ricevere terminazioni nervose e sensibilità, contemporaneamente da due radici e da due segmenti spinali. Di un altro fatto conviene tener conto per intendere bene gli schemi di Bolk. Egli ha sempre nettamente distinto in ogni dermatoma due aree: l'una spettante alla divisione posteriore (o dorsale), l'altra spettante alla divisione anteriore (o ventrale) dei nervi spinali, giusta la nomenclatura di Paterson. La separazione di quelle due aree sul tronco è fatta nelle due figure da una doppia linea continua.

Menzionati questi due fatti speciali possiamo intraprendere un'analisi più minuta degli schemi. Cominciamo dalla sezione del capo e del collo. Il primo paio di radici spinali non possiede radice dorsale. La seconda e la terza possiedono aree distributive che possiamo considerare press'a poco come bande circolari impiantate obliquamente sull'asse longitudinale del corpo. Il 2° dermatoma possiede un'area dorsale molto sviluppata che copre gran parte dell'occipite, mentre il 3° dermatoma possiede un'area ventrale più estesa che occupa quasi tutta la parte ventrale (anteriore) del collo. Il 4° dermatoma non raggiunge più la linea mediana del corpo e si trova situato come in arcione sulla spalla.

Passiamo ora ai dermatomi del tronco, saltando momentaneamente quelli dell'arto superiore. Anche più evidentemente che nel collo, l'ordinamento dei dermatomi sul tronco corrisponde a condizioni che possiamo ritenere primitive. Esso si può descrivere come costituito da una serie quasi regolare di territori radicolari che cingono il corpo in direzione press'a poco perpendicolare al suo asse longitudinale. Ogni territorio della serie è confinato tra un territorio immediatamente precedente in direzione craniale ed un altro immediatamente successivo in direzione caudale nella serie metamERICA. Enunziato così genericamente il sistema secondo il quale sono disposti i dermatomi sul tronco, giova rammentare alcuni particolari del loro ordinamento. Innanzi tutto appare che sebbene ogni territorio radicolare cutaneo nel tronco corrisponda all'area di ramificazione delle branche cutanee dei nervi intercostali, pure essi non corrispondono topograficamente agli spazi intercostali. Esiste cioè quello che Bolk chiama una *discrepanza* di livello; i dermatomi sono spostati in direzione caudale rispetto alle origini dei nervi intercostali. Un'altra di-

screpanza esiste fra le aree posteriori (dorsali) e quelle anteriori (ventrali) dei singoli dermatomi.

Questi pochi cenni bastano per avere sufficienti dati di confronto per l'analisi delle condizioni più complicate che offre l'ordinamento dei dermatomi sulle estremità.

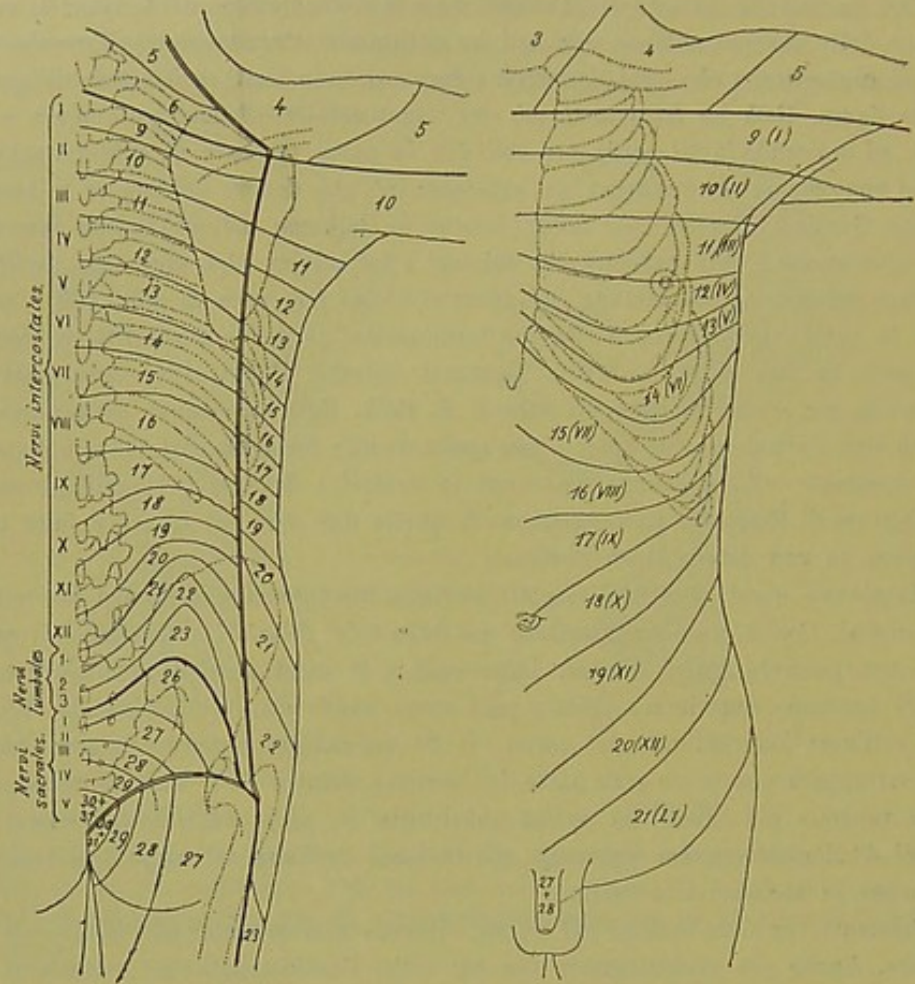


FIG. 38.

FIG. 39.

L'innervazione radicolare del tronco, secondo Bolk.

Fig. 38, aspetto dorsale. — Fig. 39, aspetto ventrale.

Leggenda delle figure 38 e 39.

Le linee sottili: i limiti primari dei dermatomi. Le linee grosse: i limiti di differenziamento di assi (linee assili degli arti).
Le linee doppie: il limite fra la regione dorsale e ventrale della cute. Le linee punteggiate: lo scheletro, il capozolo, ecc.

Cominciamo dall'arto superiore. Osservando le figure relative a questo, si vede subito che il sistema secondo il quale vi si sono allineati i dermatomi, non è più così semplice come sul collo e sul tronco. Quando si scende dal collo, lungo la spalla, sul braccio, si nota che i dermatomi, 4°, 5° e 6° non formano bande anulari che abbracciano tutta

la forma cilindrica dell'arto. Se noi poniamo invece l'arto abdotta al massimo e col pollice in alto, cioè nella posizione già descritta come corrispondente alla fetale da Herringham, vedremo che il dermatoma 4°, ma specialmente il 5° e 6°, stanno come in arcione sulla faccia craniale superiore o preassile dell'arto; quelli 9° e 10° ne

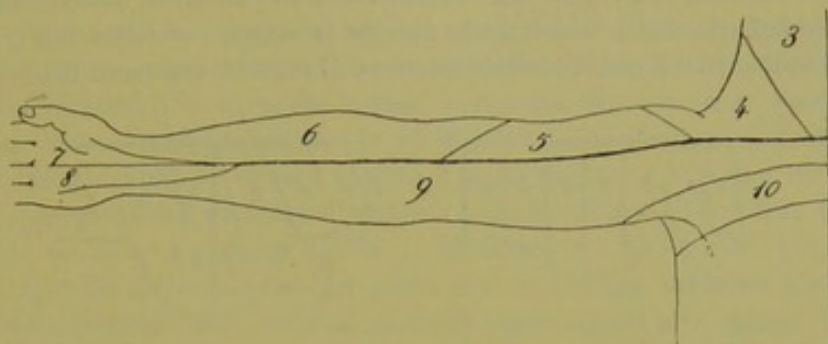


FIG. 40.

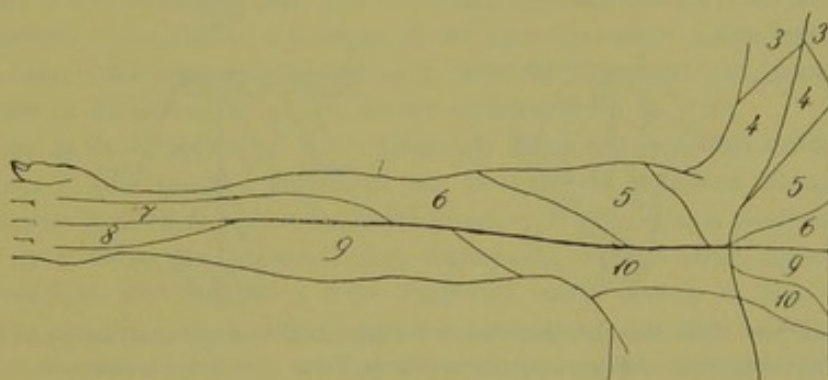


FIG. 41.

L'innervazione segmentale dell'arto superiore, secondo Bolk.

Fig. 40, faccia ventrale. — Fig. 41, faccia dorsale.

Leggenda delle figure 40 e 41.

I numeri rappresentano il numero d'ordine dei dermatomi nell'intera serie metamERICA. 1-8 = 1-8 cerv., 9, 10... = 1,2 Toracico. — Le linee sottili indicano i limiti primordiali tra i dermatomi; quelle grosse i limiti di differenziamento, o linee assili dell'arto.

abbracciano la faccia inferiore, caudale o postassile, mentre quelli 7° ed 8° si trovano all'apice dell'estremità. In un certo modo adunque l'allineamento dei dermatomi è sempre continuo e seriale, purchè nell'enumeramento dei territori radicolari, si scenda dal collo, lungo la faccia radiale dell'arto (4, 5, 6 e 7) e si ritorni verso il tronco, lungo la faccia ulnare.

Intanto quando così facendo si confrontano i limiti fra i singoli dermatomi, si nota che non tutti sono equivalenti. Quelli fra i dermatoma 4°, 5°; 5° e 6°; 8° e 9°;

sono paragonabili a quelli che separano i dermatomi sul tronco, ma quelli che separano i dermatomi 4°, 5° e 6° dal 9° e 10° non lo sono più.

I limiti enumerati nei primi rappresentano in un certo modo le condizioni primitive e si possono considerare come i limiti primordiali fra dermatoma e dermatoma. Invece i limiti fra dermatomi 4°, 5°, 6° da una parte, 9° e 10° dall'altra, devono considerarsi come secondari, stabilitisi tardivamente durante lo sviluppo evolutivo dell'arto. Bolk chiama questi ultimi limiti, di differenziamento. È evidente che questi limiti di diffe-

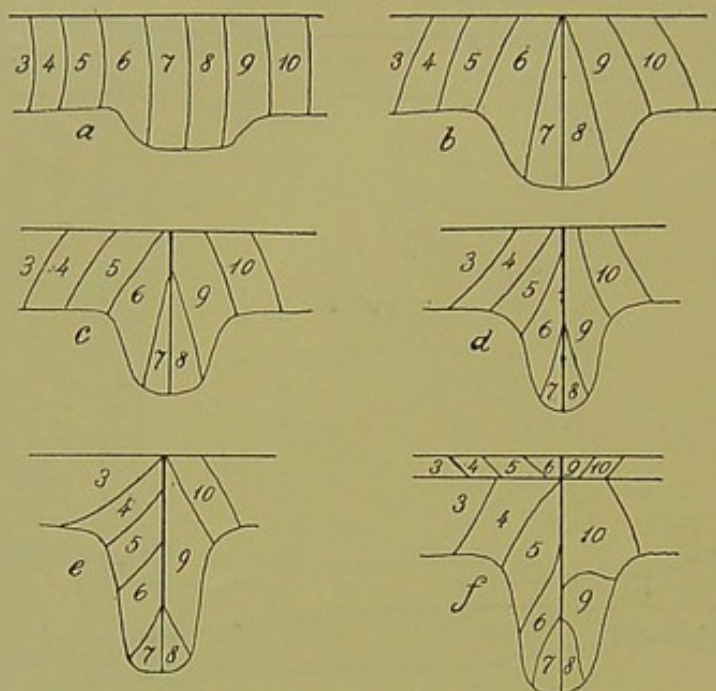


FIG. 42. — Schemi della disposizione reciproca dei dermatomi in alcuni stadii successivi dell'evoluzione ontogenetica dell'arto superiore, secondo Bolk. — a-e, faccia ventrale. — f, faccia dorsale.

renziamento corrispondono alle linee assili dorsale e ventrale di Sherrington cui abbiamo avuto occasione di alludere nel presente sottocapo, trattando delle ricerche di Paterson e delle quali tratterò per esteso nel capitolo VII. Se noi ora esaminiamo nuovamente la disposizione dei territori radicolari sull'arto, il sistema ci appare già più chiaro: nella faccia radiale l'area preassile è innervata successivamente dalla radice 4, 5, 6. In quest'area preassile i campi dorsali e ventrali dei territori radicolari si continuano liberamente l'uno nell'altro. Così pure succede nei dermatomi 9° e 10° che occupano l'area postassile. Bolk chiama perciò *marginali* i dermatomi 4, 5, 6, 9, 10. Invece nei dermatomi 7 ed 8 i campi dorsali e ventrali si trovano i primi sulla faccia volare della mano e dell'avambraccio, i secondi a quella palmare.

Fin qui ho cercato di esporre quelle considerazioni tipiche che possono contribuire a rappresentarci l'ordinamento dei dermatomi sul braccio razionalmente come un sistema seriale continuo. Ma con tuttociò non è data ragione del come quell'ordinamento può

essersi costituito durante lo sviluppo evolutivo dell'organismo e dell'organo. Bolk ha ideato una serie di schemi che illustrano in un modo completo ed esauriente quello sviluppo. Nella fig. 42 è rappresentato schematicamente l'aspetto ventrale della metà d'un embrione a livello dal 3° al 10° segmento. In corrispondenza al 7° ed 8° metamero si vede formarsi l'abbozzo artuale che cresce in direzione trasversale all'asse longitudinale del corpo. In *b* e *c* si vedono due stadi più avanzati: l'accrescimento della massa mesenchimatica che forma l'interno dell'abbozzo, stira la pelle in modo che i dermatomi si allungano in senso trasversale. Ma ben presto quest'allungamento non basta perchè i dermatomi 7° ed 8° mantengano il loro contatto colla linea mediana ventrale sicchè ne vengono separati. I dermatomi 5°, 6°, 9° e 10° rispettivamente vengono spostati anch'essi e trascinati in parte sull'arto libero (*d*, *e*). Sul tronco vengono in tal modo a contatto diretto i dermatomi 4°, 5°, 6° e 9°. Ciò vale per la faccia ventrale del corpo, cioè per quelle aree di territori radicolari che sono innervate esclusivamente dalle divisioni anteriori (ventrali) dei nervi spinali. Ma sulla faccia dorsale del corpo (*f*) abbiamo da tener conto anche colle aree posteriori (o dorsali) dei dermatomi. Queste prendono relativamente una parte meno importante alla migrazione dei dermatomi sull'arto e si allineano regolarmente lungo la linea mediana dorsale del corpo. Fanno eccezione però i dermatomi 7° ed 8°; questi hanno perduto totalmente le aree cutanee dorsali: cioè le divisioni posteriori dei nervi spinali 7° ed 8° hanno perduto i rami cutanei e constano di soli rami muscolari. Anche lungo la linea mediana dorsale del corpo vi è dunque nella serie dei dermatomi una lacuna in corrispondenza ai dermatomi 7° ed 8°, mentre confinano il 6° ed il 9°.

Questo modo di evoluzione dell'ordinamento dei campi radicolari sull'arto superiore spiega il fatto perchè i dermatomi non vi si trovano stirati ed allungati come lunghe striscie passanti in serie regolare del tronco su di essa, come a priori si potrebbe supporre dover essere per l'appunto la loro disposizione, e come alcuni clinici in base a fatti patologici mal osservati e male interpretati hanno creduto di poter stabilire.

Se noi ora ci ricordiamo delle leggi che Herringham ha dato all'ingrosso per l'innervazione cutanea, vedremo che esse trovano la loro quasi completa conferma dagli schemi di Bolk. Desidero insistere specialmente su quello che riguarda le varietà individuali. Herringham ha detto che una data fibra radicolare potrà cambiare nei vari individui di livello spinale, ma non alterarsi mai la sua posizione reciproca alle altre fibre. Bolk illustra questa legge nel seguente modo. Se noi consideriamo, dice, le linee assili dell'arto, i limiti di differenziamento, cioè, come due assi fisse, e che una catena i cui anelli rappresentino i dermatomi, sia applicata a quelle assi come la serie dei dermatomi è situata sulle due faccie craniale e caudale dell'arto: allora tirando l'uno dei capi della catena, per es. quello che si trova sulla spalla, tutta la fila degli anelli si sposterà di un posto in direzione craniale. Parimenti s'immagini tirato il capo che sta nell'ascella: tutta la fila si troverà spostata d'un posto in direzione caudale. Le variazioni individuali si manifestano appunto in quel modo; tutti i dermatomi mantengono il loro posto reciproco come anelli di una catena indisciungibile, ma ciò che varia non è che il loro posto assoluto.

Dopo queste elucidazioni sull'ordinamento dei dermatomi nell'arto superiore, basteranno poche parole per intendere quello nell'arto inferiore. Come si vede dalle

figure, la disposizione dei dermatomi vi è secondo lo stesso sistema, soltanto che i limiti di differenziamento e le linee assiali non corrono come linee rette, ma un po' a spirale. Bolk ne arguisce che la posizione attuale dell'arto inferiore si è sviluppata mediante una parziale rotazione. Basta, dice egli, rotare il piede e la gamba in modo tale che la pianta del piede venga voltata in dentro perchè si possa considerare il margine mediale del piede come l'omologo del margine radiale della mano e si

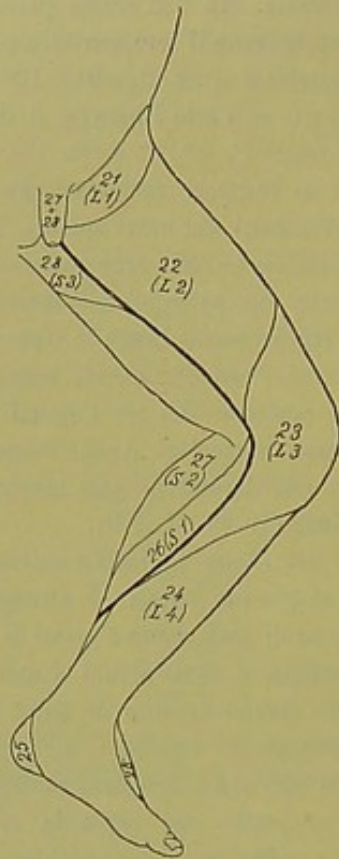


FIG. 43.

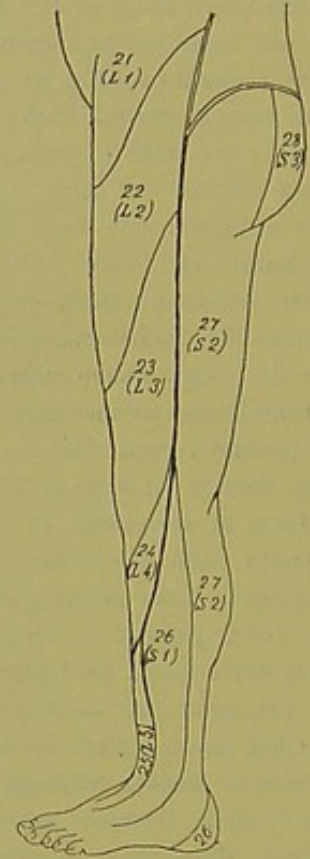


FIG. 44.

L'innervazione radicolare della cute dell'arto inferiore nell'uomo, secondo Bolk.
Fig. 43, faccia mediale. — Fig. 44, faccia laterale.

possa dunque ritrovare così la linea preassile dell'arto inferiore. Messo l'arto in quella posizione l'allineamento dei dermatomi si mostra press'a poco omologo a quello dell'arto superiore. (V. fig. 43-46).

La parte terminale del corpo, regione anale, perineale e genitale, offre poche difficoltà. Dalla fig. 47 appare chiaramente che l'ano situato nel 29° dermatoma (sacrale 4) non è una formazione terminale del corpo; il vero polo terminale e caudale si trova in corrispondenza al coccige dove le aree del 30° e 31° dermatoma si confondono. L'ano e gli organi genitali invece sono formazioni ventrali.

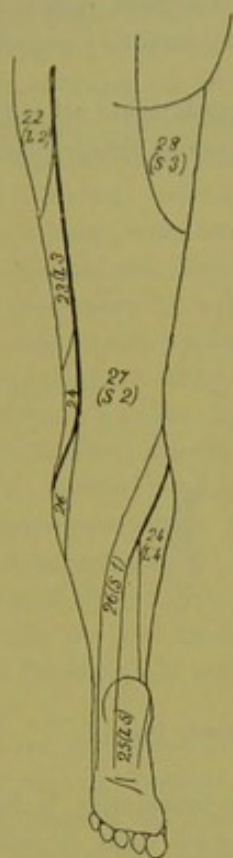


FIG. 45.

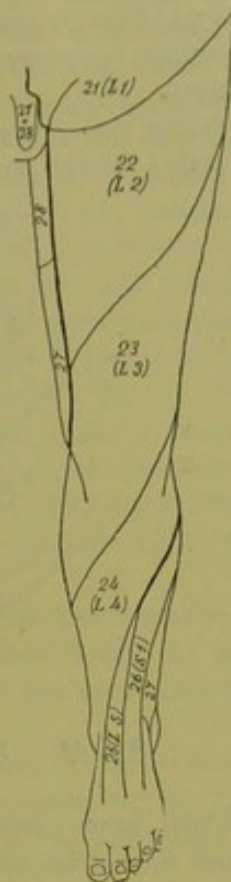


FIG. 46.

Fig. 45, faccia dorsale (posteriore). — Fig. 46, faccia ventrale (anteriore).

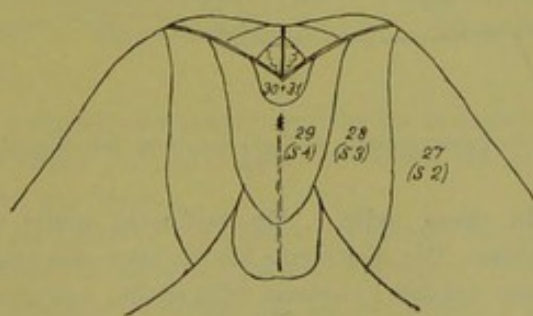


FIG. 47.

L'innervazione segmentale della regione ano-genitale e perineale dell'uomo, secondo Bolk.

Leggenda delle figure 43-47.

Le linee sottili rappresentano i limiti primordiali tra i dermatomi; quelle doppie, il limite tra regione dorsale e ventrale della cute; quelle grosse, i limiti di differenziamento, o linee assili dell'arto.

Esposti così sommariamente i postulati fondamentali cui Bolk nelle sue dissezioni è giunto per l'innervazione radicolare cutanea e muscolare, rimane da accennare ad un altro capitolo importante nel quale egli tratta dei rapporti topografici fra miotomi e dermatomi.

Come abbiamo visto, Schreuder van der Kolk aveva stabilito nel 1847 una legge intorno alla quale i fisiologi che hanno sperimentato sulle distribuzioni periferiche

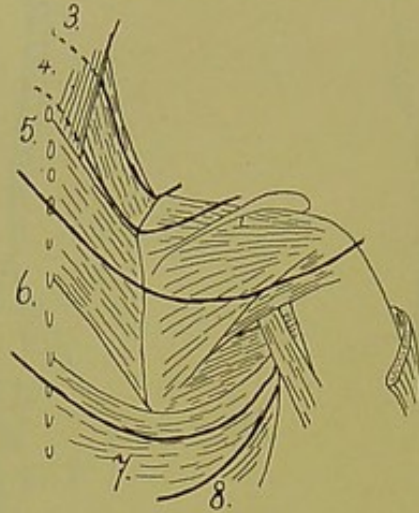


FIG. 48. — I miotomi della spalla, secondo Bolk.

delle radici spinali, hanno molto discusso. Enunziata brevemente, la legge suona: « i rami cutanei delle radici spinali vanno a terminare nei tratti di pelle mossi dai

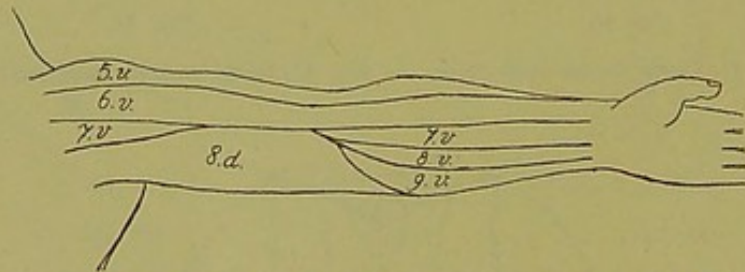


FIG. 49. — Proiezione sulla faccia ventrale dell'arto superiore dei miotomi 5°-9°, secondo Bolk.

muscoli innervati dalle stesse radici ». Ma nell'uomo adulto non esiste più che la traccia di tali condizioni. Per dimostrare ciò riproduco due figure di Bolk, nell'una delle quali (fig. 48) sono indicati i miotomi della spalla, nell'altra (fig. 49) le proiezioni dei miotomi sulla superficie ventrale dell'arto superiore. Per la prima basta uno sguardo di confronto con la figura 38 per avere un'idea degli spostamenti reciproci subiti da miotomi e dermatomi rispettivamente, ma specialmente da questi ultimi. Sulla seconda mi soffermerò alquanto di più. Confrontando la posizione dei dermatomi e dei miotomi nei segmenti 5°, 6°, 7°, 8° e 9°, abbiamo quanto segue: La posizione del 5° miotoma coincide abbastanza bene con quella del 5° dermatoma. Il miotoma

rappresenta un singizio muscolare marginale, radiale e prossimale come il dermatoma vi rappresenta un'area cutanea, marginale, radiale e prossimale. La posizione del 6° miotoma concorda però soltanto nella sua minima parte distale col 6° dermatoma. Lo stesso dicasi del 6° ed 8°. Il 9° miotoma ha estensione minore del dermatoma corrispondente; la sua posizione corrisponde però alla sola porzione distale del dermatoma. Ricapitolando, abbiamo dunque che il carattere generale presentato dai miotomi, è di trovarsi sull'estremità come strie longitudinali, mentre i dermatomi si estendono soltanto sopra una parte dell'asse longitudinale. Miotomi e dermatomi presentano un'evoluzione diversa nel loro orientamento sugli arti, e le tracce di corrispondenza topografica fra i due sistemi si mostrano in conseguenza piuttosto ridotte, sebbene non interamente scomparse. Nei vertebrati inferiori, come nelle rane, vedremo che la corrispondenza è maggiore, come hanno dimostrato i fisiologi. Per l'uomo, la legge di Schreuder van der Kolk non vale che con importanti restrizioni.

Finalmente dovrò accennare ancora ad una serie di studi di Bolk aventi indirizzo alquanto diverso, ma che devono venir menzionati qua perchè illustrano efficacemente quanto completo e tenace sia anche nell'organismo umano il fondamento architettonico segmentale.

In una serie di ricerche preliminari sul plesso lombosacrale e sulla distribuzione periferica delle sue fibre motrici, Bolk (1894-95) aveva notato che esiste un certo rapporto fra l'innervazione radicolare dei muscoli e la loro inserzione alle parti scheletriche.

Diamo per es. l'elenco dei muscoli che s'inseriscono alla faccia esterna del bacino andando dal pube in direzione antero-posteriore (ventro-dorsale) verso l'ischio. Faccio seguire ogni muscolo dal suo equivalente metamero, cioè dal numero d'ordine delle radici che lo innervano. Allora abbiamo:

Rectus abdominis, 14-20. — *Pectineus*, 22, 23. — *Adductor longus*, 22, 23. — *Adductor brevis*, 22, 23, 24; *gracilis*, 23, 24. — *Adductor magnus*, 23, 24. — *Adductor externus*, 23, 24. — *Portio ischiadica m. adductoris magni*, 24. — *Quadratus femoris*, *Gemellus inferior*, 24, 25, 26. — *Semimembranosus*, 24, 25. — *Semitendinosus*, 25, 26. — *Biceps femoris*, 26, 27. — *Obturator internus* (*Gemellus sup.*) (24, 25) 26, 27.

È evidente che i muscoli che hanno inserzione più in avanti, ricevono innervazione radicolare di livello spinale più alto; quelli che hanno inserzione più all'indietro ricevono fibre d'origine più bassa.

Lo stesso vale per i muscoli che s'inseriscono alla faccia esterna dell'ileo. Andando in direzione dall'avanti all'indietro, abbiamo: *Sartorio*, 22, 23. — *Tensor fasciae latae*, 24 (25). — *Glutaeus minimus*, 24, 25. — *Glutaeus medius*, 24, 25, 26. — *Glutaeus maximus*, 25, 26, 27. — *Pyriformis*, 26, 27. V. fig. 50.

Ora che noi conosciamo il regolare ordinamento topografico e l'origine segmentale corrispondentevi regolarmente e senza interruzione, di tutti i muscoli che s'inseriscono alla superficie esterna del bacino, basta tracciare poche linee per delimitare esattamente l'area d'inserzione dei rispettivi miotomi sul bacino. Dalla figura 51 si vedrà che ciò si può fare nel modo più semplice, regolare ed evidente possibile.

Bolk ha chiamato con felice invenzione *sclerosone* le aree d'inserzione dei miotomi sulle parti scheletriche e dedicato diverse ricerche a stabilire la sclerosonia di varie ossa, come il femore, la scapola, l'omero, e le ossa dell'avambraccio, ricerche importanti per sè, ma soprattutto utili per le induzioni e deduzioni che permettono di fare sulle complicate fasi evolutive degli arti, sulle migrazioni, rotazioni e torsioni subite dai loro vari elementi costitutivi durante lo sviluppo ontogenetico.

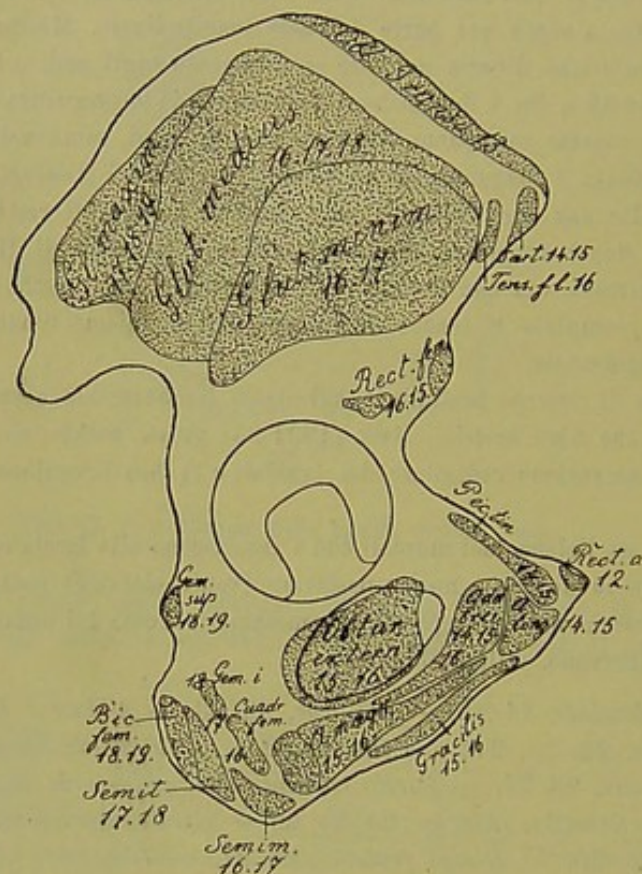


FIG. 50. — Superficie d'inserzione dei muscoli sulla faccia laterale del bacino, secondo Bolk. I nomi dei muscoli sono accompagnati dalle cifre rappresentanti la loro innervazione segmentale.

Qui sorgerebbe una questione embriologica d'ordine dottrinale interessantissimo, sulla quale non mi fermerò molto, limitandomi ad accennarvi. La questione verte sul significato ontogenetico da ascriversi alle sclerosone.

Sono esse da considerarsi come i derivati degli scleromeri embrionali che coi miomeri si sono evoluti dai somiti (= protovertebre) primitivi, in modo che ogni sclerosone deriva dallo stesso somite dal quale deriva il miotomo che vi si inserisce? Bolk tende ad accettare quest'ipotesi, la quale certo è la più soddisfacente. In ogni modo il fatto che le inserzioni muscolari ai pezzi scheletrici mantengono i rapporti reciproci della serie metamERICA, dimostra che le connessioni del materiale scheletrico con quello contrattile si sono effettuati in un'epoca piuttosto precoce, quando questo

cioè, si trovava ancora allo stadio di miomeri semplici e non allo stadio di miomeri fusi, cioè di muscoli polimerici.

Dopo Bolk, i problemi della sclerogonia sono stati ulteriormente indagati da un suo allievo, il Lubsen (1905) il quale volle verificare se esiste anche nei vertebrati inferiore una regolare sclerozonia. Egli perciò studiò le inserzioni muscolari sulla faccia laterale e su quella mediale del bacino, e quelle sul femore di un

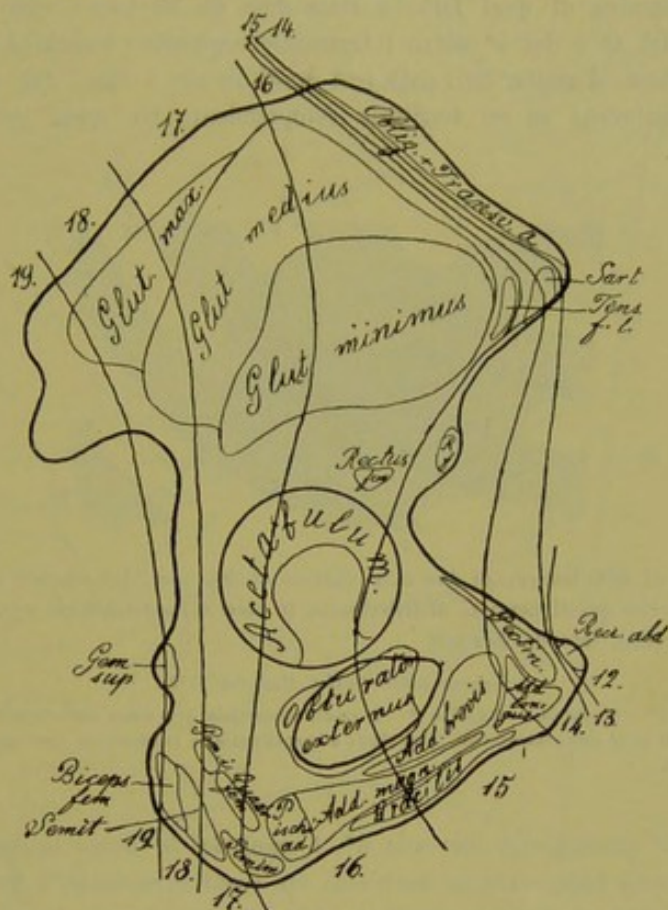


FIG. 51. — La sclerozonia della faccia laterale del bacino, secondo Bolk. Le inserzioni dei miomeri numericamente equivalenti sono state riunite mediante linee, che rappresentano i limiti delle schlerozone.

anfibia urodele (*Cryptobranchus japonicus*), di un saurio (*Cyclura Harlanii*) e di alcuni mammiferi (*Ornithorhynchus paradoxus*, *Echidna hystrix*, *Retrogale penicillata*, *Cuscus orientalis*, *Phascolomys Wombat*, *Myrmecophaga didactyla*, *Bradypus tridactylus*, *Lepus cuniculus*). In tutte queste specie Lubsen trovò esistente una vera ed evidente sclerozonia, nel senso che le inserzioni muscolari ai pezzi cheletrici studiati, si seguono regolarmente secondo l'ordine numerico dell'origine segmentale dei muscoli stessi.

Non mi inoltrerò nelle discussioni cui questi fatti possono dar luogo. Ho creduto necessario pertanto accennare alla sclerozonia che costituisce un capitolo nuovo ed

interessante nella dottrina segmentale e ben atto a darci un'idea sempre più completa della invariabile trama architettonica del corpo vertebrato ed umano inteso come un organismo metamerico.

A proposito degli schemi di Bolk, ho già prima osservato che di pieno accordo fisiologi e clinici proclamano il fatto che le aree radicolari cutanee hanno zone più o meno estese in comune con quelle limitrofe: si « embricano » come si suol dire. La prova anatomica di quel fatto è stata data da Mertens (1898) che dissestò i rami cutanei del 4° e del 5° nervo intercostale seguendo i tronchi d'origine dal loro foro intervertebrale d'uscita. Egli potè così stabilire che i rami del 4° nervo intercostale si estendevano su un territorio comprendente tre spazi intercostali e tre

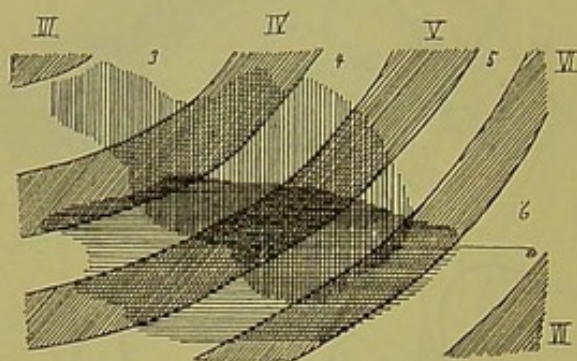


Fig. 52. — Aree di distribuzione di due rami cutanei di due nervi intercostali nell'uomo, per dimostrare che questi nervi si distribuiscono in territori parzialmente comuni (area doppiamente rigata), secondo Mertens.

Leggenda della figura 52.

III, IV, V, VI, VII = 3^a — 7^a costola. — 3.4.5.6 = 3° — 6° spazio intercostale. Area rigata verticalmente = territorio del ramo appartenente al 4° nervo intercostale. Area rigata orizzontalmente = territorio del ramo appartenente al 5° nervo intercostale.

costole, dalla 3^a costola cioè fino alla 6^a. I rami del 5° nervo intercostale si ramificavano in un'area comprendente anch'essa tre spazi intercostali e tre costole, dalla 4^a costola cioè fino al margine superiore della 7^a costola. Un lungo tratto di cute riceveva dunque i suoi nervi sensitivi contemporaneamente da due radici e l'innervazione plurispinale e pluriradicolare della pelle del tronco ne veniva con sicurezza dimostrata. (V. fig. 52). Per la linea mediana ventrale Zander (1886) dimostrò l'embricatura incrociata dei rami cutanei ventrali delle due metà del corpo.

Recentemente (1902) due studiosi austriaci, Fröhlich e Grosser hanno ripreso l'argomento dell'ordinamento dei dermatomi sul tronco. Il loro lavoro contiene i risultati di una minuta ed accurata dissezione dei rami cutanei della pelle del tronco di un uomo, ed è ricco di ricostruzioni embriogenetiche sull'evoluzione dei rami cutanei dei nervi spinali toracici. Fra le molte buone osservazioni contenute nel loro studio rilevo qua una, a proposito del fatto già notato del resto dal Bolk sulla differenza di comportamento dei dermatomi nella regione dorsale ed in quella ventrale del tronco. Nella regione dorsale dalla 1^a vertebra toracica fino all'apice del cocige, si trovano allineati

22 dermatomi (dal 9° al 31°). Nella regione ventrale invece, dal manubrio dello sterno fino alla sinfisi pubica, si trovano soltanto 12 dermatomi (dal 9° al 21°). Questo fatto è determinato dalla posizione obliqua e dalla direzione caudale che i der-

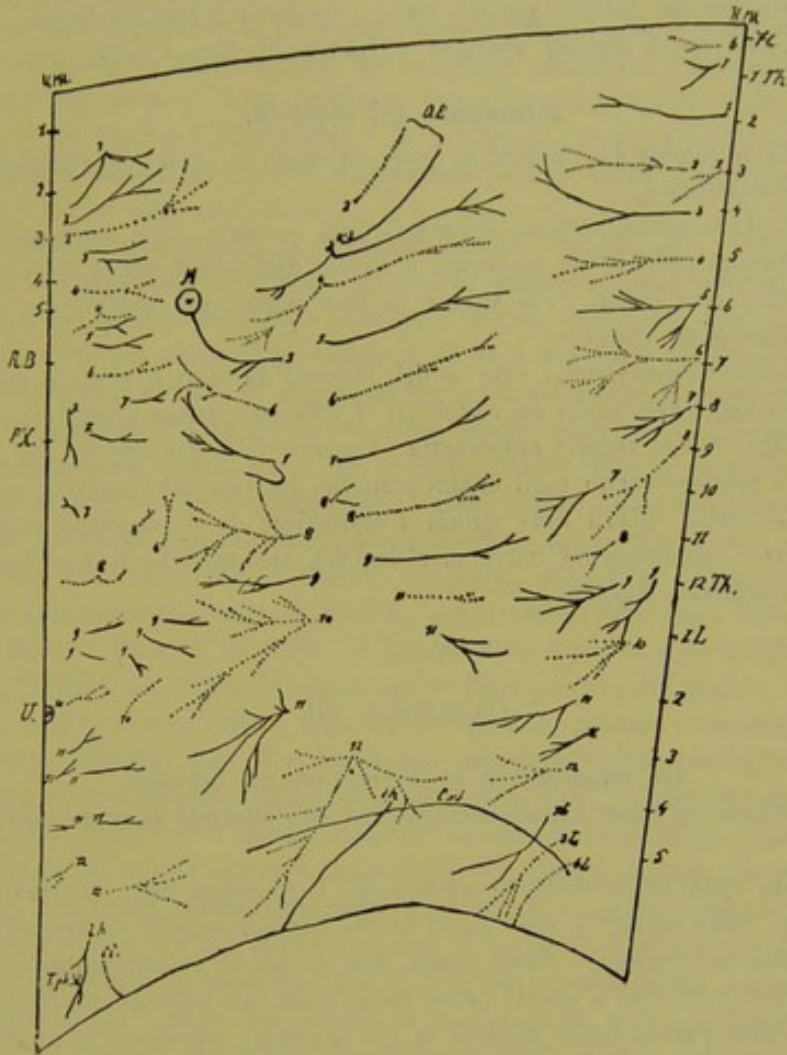


Fig. 53. — Decorso sottocutaneo dei rami cutanei dei nervi spinali sul tronco dell'uomo secondo Fröblich e Grosser. $\frac{1}{4}$ gr. nat. La figura presenta la cute della metà sinistra del torace distesa in un piano.

Leggenda della figura 53.

I nervi aventi numero d'ordine metamerico *puri* sono rappresentati da linee punteggiate, quelli *dispari* da linee continue.
C.s.i., cresta dell'osso iliaco. — *O.E.*, nervi destinati all'arto superiore. — *R.B.*, fine dell'arco costale. — *P.X.*, processo xifoidico. — *T.p.b.*, Tubercolo pubico. — *U.*, Omelico. — *i.b.*, nervo intercostobracchiale. — *i.i.*, nervo ilio-igogastrico. — *i.i.*, nervo ilio-inguinale. — *H.M.I., V.M.I.*, linea mediana dorsale, ventrale. — *M.*, mammella. — *A.i.*, anello inguinale. — *L.i.*, legamento inguinale.

matomi cominciano a prendere già verso il 14° nella loro ubicazione dorso-ventrale. A questo livello, anziché bande trasversali perpendicolari, vanno a formare bande oblique, inclinate in direzione cranio-caudale. Un altro esponente di questo fatto è

che i dermatomi si trovano esser più larghi alla linea mediana ventrale del corpo che in quella mediana dorsale. Fra le osservazioni ontogenetiche fatte da Fröhlich e Grosser, una delle più notevoli è l'influenza che lo sviluppo dei muscoli esercita sulla via percorsa dai tronchi nervosi. Spesso, specie nei tronchi dorsali dei nervi spinali, si nota che i muscoli spostano e trascinano seco i nervi, per un tratto non esiguo.

Riassunto del capitolo.

Tirando la somma dai risultati di quasi un secolo di lavoro di dissezione anatomica, posso concludere;

1. I plessi nervosi artuali si sono formati a causa dello scompiglio e delle fusioni reciproche parziali dei metameri a livello dell'estroffessione delle estremità.

2. Essi sono quindi l'espressione di fatti morfologici evolutivi e non hanno significato funzionale speciale.

3. L'innervazione della cute e dei muscoli di tutto il corpo e anche delle estremità ha mantenuto anche nei vertebrati il tipo metamerico primitivo.

4. Ogni radice spinale rappresenta la somma delle vie nervose che collegano ogni singolo polioneuromero cogli organi periferici derivati dal rispettivo somite.

5. Le radici spinali sono quindi l'espressione di un atavismo architettonico dell'organismo; rappresentano unità morfologiche, metameriche e non hanno alcun significato funzionale speciale.

CAPITOLO VII.

La miomeria e la dermatomeria larvate, studiate in base all'odoneuromeria con metodi sperimentali.

Abbiamo visto nel precedente capitolo che il problema delle distribuzioni periferiche delle radici spinali è stato negli ultimi decenni oggetto di svariati studi da parte di numerosi morfologi. Assai prima però di essi se ne occuparono i fisiologi, i quali vi apportarono fino a questi ultimi tempi contributi notevoli, che riferirò esattamente. Dividerò l'abbondante materia in tre sottocapi, esponendo le ricerche presso a poco secondo il loro ordine cronologico.

SOTTOCAPO I.

Il primo periodo delle ricerche sperimentali (1834-1870).

La scoperta che i posteri hanno onorato come legge di Bell (1811-1824) chiamò nel principio del secolo XIX l'attenzione dei fisiologi sui problemi riguardanti la distribuzione periferica delle fibre di senso e di moto delle radici spinali.

Dopo che gli esperimenti dimostrativi di Magendie (1822) e di Giovanni Müller (1830) ebbero appieno dimostrato che le radici ventrali o anteriori sono di moto e che il loro taglio produce paralisi muscolare, mentre le radici dorsali o posteriori sono di senso e che il loro taglio produce paralisi sensitiva cutanea,

la prima questione sorta, per opera dei fisiologi, interessava soltanto in modo indiretto la distribuzione periferica delle singole radici: riguardava cioè quelle formazioni di misteriosa origine ed oscuro significato che a quell'epoca erano i plessi nervosi alla base degli arti. Il problema, come si affacciò allora alle menti venne formulato come segue: hanno i plessi un significato anatomico o fisiologico? Questa distinzione comprendeva un altro problema: hanno le radici spinali stesse significato anatomico o funzionale? L'importanza e la portata di questi problemi già a quel tempo, apparirà subito, quando avrò contrapposto le conclusioni fondamentali emesse da tre fra i sommi fisiologi d'allora.

Il primo che prese partito fu Giovanni Müller. Questi, nella prima edizione (1834) del suo magistrale Trattato, con intuito geniale e felice esprime la convinzione che i plessi abbiano significato anatomico più che funzionale. Essi servirebbero, secondo lui, a riunire determinati complessi di fibre motorie e sensitive, destinati a determinati gruppi *naturali* di organi motori e sensitivi. Per le radici motorie in ispecie egli conchiude che lo scopo dei plessi sembri esser quello di recare ai vari muscoli, fibre motorie da vari punti del midollo spinale. Egli si riferisce in questo riguardo ad esperimenti sulle quattro ultime radici spinali della rana alla cui stimolazione egli procedette per via meccanica. « Delle tre radici che entrano a far parte del plesso destinato agli arti posteriori, la prima, stimolata, produce contrazioni nella parte interna della coscia: la seconda, che in unione della terza forma il nervo sciatico, stimolata da sola, dà scosse nei muscoli della coscia e della gamba, ma non del piede; la terza dà movimenti della coscia, della gamba e del piede ».

Quasi contemporaneamente a Joh. Müller, un altro pioniere della scienza fisiologica, il celebre olandese Van Deen, nella sua dissertazione inaugurale (1834) comunicò ricerche ed esperimenti intorno alle radici ed ai plessi. Anche egli lavorò sulla rana, ma il suo metodo fu l'opposto di quello seguito da Joh. Müller: mentre questi aveva stimolato ad una ad una le radici ventrali, Van Deen le tagliava. In primo luogo egli verificò, cosa allora ancora contestata, che malgrado i frequenti scambi fascicolari che nei plessi avvengono tra radice e radice, il taglio di una sola di esse ha per conseguenza la paralisi di parecchi muscoli dell'arto corrispondente. « Dopo tagliato il nervo inguinale (1^a radice del plesso), la rana eseguiva tutti i movimenti dell'arto eccettuata la flessione dell'anca. Dopo il taglio della seconda radice del plesso, i movimenti delle dita del piede e della gamba cessavano, ma quelli del piede stesso persistevano. Dopo tagliato il terzo nervo del plesso, il piede, ed in parte la gamba, sotto il ginocchio, era paralizzato ».

Questi risultati in complesso non differivano da quelli di Joh. Müller, ed anche Van Deen tende a considerare i plessi come un mezzo di separazione e riunione anatomica delle fibre radicolari.

A questo punto stavano le cose quando l'anno stesso, l'illustre fisiologo italiano Bartolomeo Panizza, in una memorabile lettera diretta al prof. Bufalini, diede comunicazione di alcune « Ricerche sperimentali sui nervi » (1834). In questa egli espose alcune peculiari esperienze eseguite sulla rana e sul capretto. Tagliata nella rana la sola radice ventrale (« inferiore » come dice Panizza) d'un nervo lombale, « i movimenti della corrispondente estremità sono così pronti come se non fosse stato meno-

mamente offeso il sistema nervoso motore della parte. Nè altrimenti accade se si recidono due radici, eccetto che talvolta sul momento i movimenti non sono così energici come prima, ma non va molto che si ripigliano e la rana salta come se nulla avesse sofferto. Eppure con questa recisione si sono per così dire distrutti più di due terzi del materiale nervoso che presiede al movimento delle estremità, non esistendo che un sol filamento, il quale se pure si taglia, cessa incontanente ogni moto nell'estremità medesima ».

Da quest'osservazione Panizza conclude che l'innervazione che provvede ai movimenti d'un arto si basa su un certo numero di radici aventi comunità di funzione. La qualità della catena di conduzione che riunisce l'apparato muscolare dell'arto al meccanismo motorio del midollo, rimane identico se una sola o se tutte le radici funzionano. Nel primo caso è soltanto ridotta l'ampiezza della via, e la conduzione si effettua più lentamente. « Donde se male non mi appongo, apparisce l'uso dei plessi nervosi, per l'immischiamento che fanno dei filamenti di diverse radici aventi una funzione comune; stabiliscono tra essi, per mo' di dire, date solidarietà che ciascuno è atto a conservare l'integrità della funzione medesima, quando per una lesione qualunque venga interrotta la continuità degli altri filamenti ». Egli suppone adunque che ogni « filamento » motore che entra in un plesso, è capace di mantenere la funzione motrice del plesso intero. Lo scopo di questo è adunque di assicurare la possibilità di un'alternativa fra varie vie accessorie nel caso di lesione d'una o più radici. Secondo Panizza dunque i plessi hanno significato nettamente fisiologico. Stabilita così la tesi del significato fisiologico dei plessi e delle radici, la questione era ben delineata. E quanto essa interessasse allora i fisiologi appare anche dal fatto che in quello stesso tempo la Facoltà medica di Berlino stabilì (1834) un premio per un lavoro sull'argomento. I termini coi quali quel concorso venne indetto sono talmente caratteristici e danno una così chiara idea dello stato delle conoscenze generali e speciali sul sistema nervoso di quel tempo, che io li voglio tradurre e riportare qua per esteso:

« S'indaghino la struttura e le virtù dei plessi nervosi; si ricerchi coll'osservazione anatomica e microscopica se le cosiddette fibrille primitive, che entrano nei plessi nervosi brachiale, lombale e sacrale, confluiscono nei plessi medesimi, oppure se senza una vera loro anastomosi si decussino soltanto, e vengano mischiati affinchè continuino in nuovo ordine; poscia si stabilisca con esperienze da farsi in animali a sangue freddo o caldo, se l'eccitamento d'un nervo che entra in un plesso, agente *per consenso* nel plesso intiero, ed attraverso i nervi da esso oriundi, si propaghi a tutti i muscoli, oppure se l'eccitamento d'un nervo entrante, agisca soltanto attraverso alcune parti del plesso ed attraverso le fibrille continue dello stesso nervo e su determinati muscoli: acciocchè s'illumini la natura dei plessi nervosi e la loro differenza dalle anastomosi vasali ».

Non è dubbio che questo concorso ed i termini coi quali esso è stato indetto, furono dettati da Joh. Müller stesso, come appare anche da un inciso che si legge a pag. 2 del proemio della Memoria: « *Plexuum nervorum structura et virtutes* » colla quale H. Kronenberg (1836) due anni dopo riportò il premio ⁽¹⁾.

(1) Kronenberg infatti vi dice. « *Primas rei propositae lineas illustrissimus prof. Müller adumbravit eoque pervenit ut momenta principalia constitueret et ad certas leges revocaret* ».

La Memoria di Kronenberg consta di due parti. La prima contiene i risultati di dissezioni anatomiche del plesso brachiale dell'uomo e del coniglio. In base ad esso egli potè confermare, cosa già osservata da Scarpa e da Haller, che la parte presa ai plessi dalle radici ventrali, non è costante. In quanto all'anastomosi, egli cominciò a dimostrare che nel plesso le fibre mantengono la loro individualità; l'opinione di Joh. Müller e di Van Deen che nei plessi si abbia la giustapposizione, non la confluenza delle fibre, viene confermata pienamente. Ciò era importante come dato di fatto contro la tesi di Panizza, la quale in un certo modo implicava una vera confluenza delle fibre nei plessi, secondo Fontana (1777), che nell'aureo opuscolo *Sul veleno delle vipere* l'aveva propugnato. Nella seconda parte sono esposti gli esperimenti di eccitamento delle radici cervicali del coniglio (vedi la tabella 14) e di quelle lombosacrali della rana (v. tab. 15). I risultati più importanti sono i seguenti:

1. La stimolazione di una sola radice, prima ch'essa entri nel plesso, produce contrazioni in almeno tutti i muscoli dell'arto. In tal modo il midollo spinale è capace di produrre i movimenti più svariati da qualunque punto dell'asse spinale ove origina una radice cervicale. Donde soltanto una piccola parte dell'organo nervoso centrale è posto in azione per ottenere lavoro o movimenti coordinati.

2. I plessi appoggiano la forza e la resistenza del sistema centrale e prevengono che esso si stanchi troppo presto, perchè, quando movimenti coordinati devono venire eseguiti, un'altra parte dell'organo centrale che rappresenta gli stessi movimenti può sostituire la prima quando questa è esaurita.

È curioso come questo autore, falciando d'una parte una delle basi di fatto della tesi di Panizza, pure accetti in genere le conclusioni di quegli, venendo anche egli ad accettare il significato funzionale dei plessi. Perciò il suo lavoro segna ad un tempo un progresso: la delucidazione della struttura intima dei plessi — ed un regresso marcato: l'erronea osservazione sulla quale si basa nuovamente l'erronea tesi del significato funzionale di plessi e radici, che vedremo combattuta e difesa con varia fortuna fin quasi ai giorni nostri quando, come abbiamo visto nel capitolo precedente, alla fine dalla morfologia venne la risposta definitiva al dubbioso quesito, ed il significato anatomico dei plessi e delle radici venne luminosamente dimostrato dall'origine ontogenica e filogenetica di essi.

Ma torniamo all'argomento. Dopo il lavoro di Kronenberg, che dette risultati in parte contraddittori, tanto con quelli ottenuti da Van Deen e Müller che con quelli di Panizza, vi fu un ristagno nelle ricerche. Nella 4^a edizione del suo Trattato che ho sotto mano (1844), G. Müller contrappone senza commento le varie opinioni ed esperienze senza aggiungere nulla di nuovo; e dobbiamo aspettare fino a più di dieci anni dopo il lavoro di Kronenberg per trovare un altro contributo sulla questione. Ma quel contributo fu di somma importanza, e diede insieme e nuovo impulso e nuovo indirizzo alle ricerche.

Cinque anni dopo Kronenberg, un altro eccellente fisiologo del sistema nervoso si occupò del problema il quale all'ora si annuncia nettamente come la ricerca della parte individuale che ogni radice ventrale e dorsale prende all'innervazione cutanea e muscolare. Con altre parole: il problema se ogni singola radice ventrale o dorsale innerva un complesso muscolare e cutaneo definito e circoscritto. Autore di questo

primo lavoro intrapreso nel laboratorio di Ludwig fu Eckhard (1849). È di sommo interesse vedere come da lui la questione fu posta e svolta. Istruttiva è già la scelta del titolo: *Sui movimenti riflessi delle quattro ultime paia di nervi della rana*. Mettendo così in rapporto le ricerche sulla distribuzione periferica delle radici spinali colla dottrina dei riflessi, Eckhard dimostra evidentemente di appoggiarsi su Schreuder van der Kolk, sebbene non lo nomini, e gli è non piccolo vanto l'essersi appropriato così francamente un'idea, che al suo tempo doveva sembrar molto ardua (¹). Passiamo ora all'esame del lavoro stesso. Esso consta di tre parti. Nella prima, che comprende quasi i tre quarti della comunicazione intera (più di 20 pagine), è data accuratamente l'anatomia descrittiva dell'arto posteriore della rana; poi è esposta la parte che i singoli muscoli prendono ai vari movimenti che l'arto può eseguire, e infine seguono alcune considerazioni generali sul meccanismo funzionale di esso.

Soltanto dopo questa coscienziosa preparazione Eckhard abborda la questione principale, e passa alla seconda parte: la determinazione dei muscoli che sono innervati dalle singole radici ventrali.

Aperta dalla parte ventrale la colonna vertebrale, egli tagliava tutte le radici ventrali, le stimolava ad una ad una con deboli correnti indotte, ed osservava quali muscoli si contraevano. A questo intento egli procedeva con un metodo accuratissimo, staccando ad uno ad uno i vari muscoli da uno dei loro punti d'inserzione, senza ledere i nervi periferici. Tal modo di osservare era minuzioso e sicuro, sebbene presentasse l'inconveniente di non potersi applicare ad alcuni gruppi muscolari, come quelli del piede, troppo esigui e troppo intricati per poter essere separati sul vivo. I risultati della serie completa d'esperienze sono i seguenti:

1. Esiste grande variabilità individuale nell'innervazione radicolare dei muscoli; purtuttavia si trovano sempre alcuni determinati muscoli che entrano in contrazione dietro eccitamento d'una determinata radice. —
2. La maggior parte dei muscoli riceve fibre contemporaneamente da più (perfino da tre) radici. —
3. Tali muscoli si possono eccitare in via riflessa per varie radici posteriori. —
4. Quando una radice è più grossa del solito, ciò non dipende dal fatto che dia più fibre del consueto agli stessi muscoli, ma che dà fibre a più muscoli del solito. —
5. Nella stessa radice si trovano fibre destinate a muscoli aventi funzione opposta. Così per la 7^a radice passano fibre per muscoli flessori ed estensori contemporaneamente.

Nella terza parte, che consta di appena due paginette, è esposta in forma concisa e chiara la parte più nuova ed originale di tutto il lavoro. Fino allora nessuno aveva intrapreso in modo sistematico di determinare i rapporti fra la sensibilità cutanea e l'integrità delle singole radici. Ma Eckhard lo fa ed in modo magistrale, stabilendo in una ed il metodo più acconcio all'esperimento e le leggi più fondamentali dei rapporti cercati. Egli infatti apriva dalla parte posteriore il canale vertebrale d'una

(¹) Non senza ragione Schreuder van der Kolk si lamenta in un lavoro posteriore (1859) che anche altri autori tedeschi (Peyer per es.) hanno mancato di menzionare la sua teoria. Infatti malgrado l'evidente influenza che essa ha avuto sui concetti e sulle ricerche ulteriori relative all'argomento della innervazione radicolare della cute e dei muscoli, nessun autore fino a Sherrington (19021) cita il lavoro del geniale neurologo d'Utrecht.

rana decapitata; e poi, messo a nudo il midollo e le radici dorsali, le tagliava tutte, tranne la sola la cui distribuzione periferica intendeva sperimentare. Fatto ciò, stimolava la pelle dell'animale in vari punti meccanicamente e giudicava se la sensibilità persisteva, dai movimenti riflessi. Egli venne così a stabilire le seguenti leggi che formeranno d'ora innanzi la base dei lavori futuri:

1. Ogni radice posteriore innerva nell'estremità una zona o campo cutaneo determinato e continuo.

2. Sebbene ogni radice possieda una simile zona cutanea pertinente ad essa, pure i vari campi radicolari si ricoprono reciprocamente in parte.

In quanto riguarda la legge fondamentale di Schreuder van der Kolk, egli osserva:

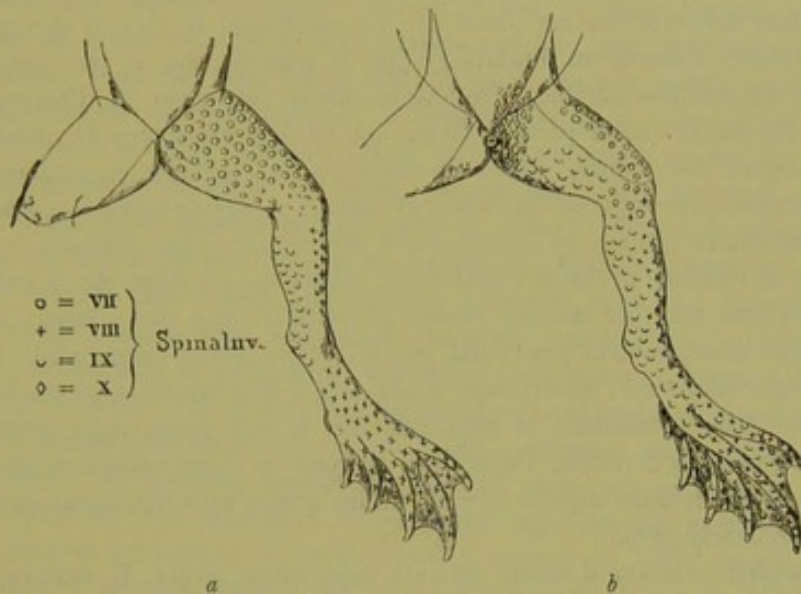


FIG. 54 a, b. — I territori cutanei innervati dalle quattro ultime radici dorsali nella rana, secondo Eckhard.

a, aspetto dorsale; b, aspetto ventrale.

3. Le fibre sensitive non vanno esattamente a quei campi cutanei sotto i quali giacciono i muscoli ai quali vanno le fibre motorie dello stesso paio di radici.

Tirando la somma, i risultati di Eckhard sono d'una importanza eccezionale. Come osservazione di fatto, vedremo che poco o nulla di veramente nuovo recherà tutta la serie di sperimentatori venuti dopo di lui. Come metodi, sono felici e razionali, tanto quello da lui istituito per le radici dorsali come quello usato per le ventrali. Che egli, per comprendere i movimenti di un arto dietro stimolazione di una radice, creda necessario cominciare *ab imis fundamentis*, mettendosi prima a studiare l'anatomia, poi a stabilire muscolo per muscolo, articolazione per articolazione, quale parte prendano nei normali movimenti, è un concetto la cui logica s'impone. L'idea poi di tagliar via tutte le radici dorsali tranne quella la cui distribuzione periferica doveva essere studiata, è felice e venne seguita dal più degli

sperimentatori ulteriori. Se noi ora uniamo in una frase riassuntiva ciò che Eckhard ha trovato, diremo: È dimostrato sperimentalmente che ogni singola radice dorsale innerva un campo cutaneo continuo che viene presso a poco a ricoprire il gruppo circoscritto e determinato di muscoli innervati dalla radice motoria corrispondente. Come fatto secondario rimane da notare che i campi cutanei non sono nettamente separati l'uno dall'altro, ma che quelli limitrofi posseggono una zona cutanea in comune, si ricoprono cioè reciprocamente in parte, il qual fatto è stato detto recentemente « embriatura ».

Vediamo adesso il contributo che le ricerche di Eckhard hanno portato alla famosa questione sul significato anatomico o fisiologico dei plessi e delle radici. È superfluo notare che il lavoro di Eckhard ha dato il colpo di grazia alla dottrina di Panizza. Dal momento che nei plessi non c'è confluenza di fibre, e che ogni radice ventrale innerva soltanto un limitato gruppo di muscoli, non si può nemmeno più parlare di un possibile significato fisiologico inteso nel modo di Panizza. Sciolto così il problema in questa parte a favore del concetto anatomico dei plessi, la questione risorgeva però subito, perchè ora rimaneva la questione se ogni radice ventrale innervasse un complesso funzionale di muscoli oppure un complesso « naturale », come si esprimeva Müller. In questa nuova divergenza d'idee, Eckhard si pronunzia favorevole al concetto puramente anatomico, insistendo sul fatto che la stessa radice (la 7^a) contiene fibre per muscoli flessori ed estensori allo stesso tempo. Ciò escludeva almeno nettamente la possibilità che le radici ventrali fossero unità funzionali nel senso che curassero l'innervazione d'una sola e determinata funzione elementare di un arto, quale la flessione, la estensione ecc. E così anche sotto questo nuovo aspetto la questione è risolta. Purtuttavia vedremo la stessa contesa risorgere ancora una volta sotto un terzo aspetto e venir deciso questa volta definitivamente a favore del concetto morfologico.

Ma a quel risultato si arrivò soltanto dopo mezzo secolo di controversie, che ora verrò man mano esponendo.

Prima però di passare all'esame di un nuovo lavoro desidero riprodurre qua i risultati dettagliati delle ricerche di Eckhard, e mi propongo di riunire in tabelle quelli di tutti i lavori più importanti che nominerò.

Ricordo innanzi tutto che la rana possiede 10 paia di radici spinali, sulle ultime 4 delle quali Eckhard ha sperimentato. Per la distribuzione delle zone radicolari cutanee rinvio il lettore alla riproduzione fotografica della figura originale di Eckhard, che meglio di qualunque descrizione può darne una chiara idea (fig. 54). Per la distribuzione delle radici ventrali valga l'apposita tabella (vedi tab. 16).

Appena tre anni dopo il lavoro di Eckhard, la Facoltà medica di Zurigo, ad istigazione dello stesso Ludwig, stabilì (1852) un premio per il seguente tema: « In quali muscoli ed in quali zone cutanee vanno a terminare le radici spinali che entrano a far parte del plesso brachiale? ».

L'anno dopo, Peyer (1853) guadagnò il premio con un lavoro che ha per titolo la semplice parafrasi dei termini nei quali il concorso era stato indetto: « Delle terminazioni periferiche delle fibre motrici e sensitive delle radici spinali che entrano nel plesso brachiale del coniglio ». Il lavoro fu eseguito nel laboratorio di Ludwig

e consta di una ventina di pagine delle quali più della metà dedicate all'anatomia dell'arto anteriore del coniglio e all'esame delle funzioni dei suoi veri muscoli. Poi Peyer passa alla descrizione del plesso. Esso appare formato nel coniglio regolarmente da quattro radici: la 1^a toracica e la 8^a, 7^a e 6^a cervicale, mentre anche alcuni fascetti della 5^a, e talvolta anche della 4^a radice cervicale, prendono parte ad esso. E Peyer nota poi che i rami dorsali di queste radici non partecipano al plesso. Il metodo seguito fu naturalmente quello sperimentale; appena negli ultimi anni è stato, come abbiamo visto, raggiunto il perfezionamento tecnico di dissezionare macroscopicamente i plessi; ma in quel tempo nessuno pensava neppure alla possibilità di quell'operazione. Peyer a differenza di Eckhard tagliava i nervi alla loro fuoriuscita dai fori intervertebrali. Sebbene con questo metodo si eviti il grave trauma operatorio dell'apertura del canale vertebrale, esso presenta pure un grave inconveniente: è difficile di limitare volta per volta esattamente il taglio sia alla porzione motoria, sia a quella sensitiva che le radici ventrali e dorsali danno al nervo misto. Per il resto Peyer procedette come Eckhard. Invece però di scerebrare gli animali, ne esagerava i riflessi iniettando un po' di tintura d'oppio nella vena giugulare.

Per le distribuzioni motorie tagliava tutte le radici ventrali e le stimolava ad una ad una con deboli correnti indotte, osservando le contrazioni muscolari nell'arto previamente scuoiato. Molte volte egli staccava i muscoli dalla loro inserzione per aumentare lo spostamento nelle contrazioni. Osservato bene lo strato periferico, lo rimuoveva con somma cura di non ledere i tronchi e i rami nervosi, e passava all'esame degli strati più profondi. Per le distribuzioni sensitive tagliava tutte le radici, tranne quella la cui diramazione nella cute doveva essere esaminata. Come stimolo dolorifico usava sottili fili metallici arroventati, applicati sulla cute bene rasata, oppure pizzicava la pelle con una pinzetta o faceva piccoli tagli con una forbicina.

Dalla presenza od assenza dei moti riflessi giudicava poi della sensibilità del punto stimolato. I risultati generali del lavoro di Peyer furono per le distribuzioni di moto i seguenti:

1. Il plesso brachiale innerva i muscoli propri dell'arto anteriore, i muscoli tronco-brachiali ed alcuni di quelli tronco-scapolari. — 2. La maggior parte di questi muscoli ricevono fibre da più d'una, perfino da tre radici. Però le contrazioni dello stesso muscolo sono spesso variamente intense, a seconda della radice stimolata. — 3. Vi è una certa variabilità individuale nell'innervazione radicolare dei muscoli. — 4. Muscoli topograficamente vicini ricevono fibre da radici vicine. — 5. Le radici del plesso situate più all'indietro, (cioè caudalmente) innervano muscoli situati più rispettivamente vicini alla mano. — 6. Nessuna radice innerva esclusivamente un complesso muscolare che si possa definire senz'altro come gruppo degli estensori, gruppo dei flessori, ecc.

I risultati generali del lavoro per le distribuzioni di senso furono i seguenti:

7. Il plesso brachiale innerva l'arto anteriore. — 8. Ogni radice di senso innerva *in genere* la zona di cute sotto alla quale giacciono i muscoli innervati dalla corrispondente radice di moto. — 9. Ogni punto di cute riceve fibre da più di una radice, cioè: — 10. I campi radicolari si coprono reciprocamente più o meno.

È chiaro che anche questi risultati sono sfavorevoli al concetto fisiologico dei plessi e delle radici.

Ma Peyer, eccettochè nella sua 4^a e 6^a conclusione, non si pronunzia in proposito. Il periodo acuto della questione era passato e, cominciando con Peyer, per molto tempo avremo da enumerare soltanto lavori di controllo più o meno felici e trattene due eccezioni, nessun contributo originale od importante per la soluzione dottrinale del problema. È doveroso però d'insistere sui meriti del lavoro di Peyer, che è condotto con rigorosa esattezza di metodo e di osservazione. E soprattutto è degno di nota la frase finale del lavoro, ove egli osserva che se le distribuzioni radicolari periferiche e centrali fossero conosciute anche nell'uomo, « ci vorrebbe soltanto un poco di attenzione per rendere fecondi per la patologia e per la terapia questi trovati della fisiologia ». Tale frase è una felice intuizione dell'odierna tendenza di ricostruire la clinica delle malattie spinali in base al concetto metamero del corpo. Faccio seguire i suoi risultati dettagliati in due apposite tabelle (tab. 17 e 18).

Accennai or ora che nella prima serie di ricerche successive a quella di Peyer appena due lavori hanno un'impronta originale. Questi due lavori seguono a breve intervallo quello di Peyer: sicchè possiamo subito passare ad essi senza interrompere l'ordine cronologico fin qui conservato. Nel 1856 fu fatta comunicazione preventiva alla I. Accademia di Vienna d'una ricerca sperimentale sull'argomento della distribuzione delle radici posteriori. Autore n'era Türck, il noto neurologo. L'importanza di essa, soltanto negli ultimi tempi è stata apprezzata al giusto merito. Essa infatti, di appena 4 pagine, per breve che fosse, contiene, come vedremo, tratteggiate con mano maestra le linee generali dell'architettura metamero dell'innervazione radicolare della cute. Se i fatti fondamentali stabiliti da Türck si fossero al tempo suo compresi, la questione della distribuzione periferica delle radici si sarebbe avviata alla sua soluzione già fin d'allora, cioè quasi mezzo secolo prima di quando si può dire lo sia stata in fatto. Ma non furono compresi nè apprezzati generalmente come meritavano.

Sherrington che ha, per il primo fra i moderni sperimentatori, insistito sul valore dell'opera di Türck, attribuisce questo fatto alla brevità ed alla forma eccessivamente succinta della Nota di Türck, il quale, oppresso dalle occupazioni come clinico e medico pratico, non riuscì più a mettere mano alle ricerche intraprese ed abbandonate. Coenen, nella sua storia critica delle ricerche riguardanti la distribuzione cutanea delle radici dorsali, con maggior ragione lo attribuisce alla mancanza in quel tempo di una dottrina morfologica atta a dar base razionale alle osservazioni fatte con metodo sperimentale. Infatti non si può dire che mancò la diffusione alle idee di Türck. Già due anni dopo la sua Nota, Ludwig che, avendo visto sotto i suoi occhi completarsi le ricerche di Eckhard e di Peyer, era più di ogni altro in grado di giudicare il merito del lavoro, pubblicò per esteso i risultati di esso nella 2^a ed. del suo Trattato (1858) e riporta anche le due eloquentissime figure illustrative di Türck. L'anno dopo la morte di Türck il dott. Wedl (1869) stampò negli Atti dell'Accademia di Vienna il completo lavoro di Türck sugli appunti lasciati dal Maestro. Non mancò dunque la pubblicità. Ma fin quando le nozioni embriologiche generali e soprattutto quelle spinali riguardanti lo sviluppo

degli arti, non avessero raggiunto uno stadio più avanzato, non era possibile che le strane figure e disposizioni dei campi radicolari, quali risultano dalle osservazioni sperimentali di Türck, venissero intese e logicamente spiegate. Che veramente il lavoro di Türck formi nella sua genialità d'osservazione e d'interpretazione dei fatti, un progresso enorme di fronte alle ricerche antecedenti da costituire insieme una deviazione ed un anacronismo, apparirà evidente dall'esposizione di essi.

Türck, come già dissi, ha sperimentato soltanto sulle radici dorsali. Come oggetto prese il cane, scelta certo non arbitraria e felice sotto ogni rapporto. Per iscopo prese lo studio della distribuzione di tutte le paia di radici dorsali, non limitandosi all'uno od all'altro plesso. Anche questa estensione del campo di lavoro fu razionale e portò buoni frutti. Finalmente rinnovò anche il metodo.

L'idea di Eckhard: tagliar tutte le radici entranti in un plesso, lasciando solo intatta quella la cui distribuzione si voleva conoscere, è stata seguita dagli altri sperimentatori senza variazione: e ciò è logico. Quando unico scopo di studio era il plesso, preso come unità, e l'arto innervato da esso, era naturale che si fosse pensato di sceverare la funzione di ognuna delle radici componenti il plesso medesimo, abolendo il concorso delle altre. Ma quando Türck si propose di studiare l'intera serie radicolare, egli cercò un metodo che determinasse più direttamente la partecipazione individuale di ogni singolo paio di radici all'innervazione sensitiva della cute. E perciò seguì la via opposta: tagliò cioè volta per volta la sola radice che intendeva studiare, e giudicava la sua distribuzione dalle aree di insensibilità dolorifica (analgesia) e tattile (?) (anestesia) che ne risultavano. I risultati generali del lavoro di Türck possono formularsi così:

1. In ogni campo radicolare cutaneo vi è una zona nella quale la sensibilità è data esclusivamente o quasi dalla radice propria. — 2. Nella parte rimanente del suo campo, ogni radice determina la sensibilità in concorso colle radici vicine. Queste due prime conclusioni costituiscono un'orientazione nuova dell'osservazione già fatta da Eckhard, che i campi radicolari si ricoprono reciprocamente in parte.

Ma ben più importanti sono le seguenti.

3. I campi cutanei delle singole paia di radici rappresentano sul tronco e sul collo una serie di strisce foggiate a banda anulare, che partendo dalle apofisi spinali delle vertebre, corrono tutte intorno al corpo in una direzione perpendicolare (o quasi) all'asse longitudinale di esso.

In questa conclusione è, come si vede, enunciato chiaramente il fatto grezzo della distribuzione metamERICA per il collo ed il tronco. Ma più inaspettato ancora è quanto si riferisce agli arti.

4. L'ordinamento dei campi radicolari degli arti segue lo stesso principio, e ciò apparisce chiaro purchè si pongano gli arti in una determinata posizione.

Questa conclusione, meravigliosa per fortunata intuizione, merita che ci soffermiamo un momento più a lungo. Türck dice che per intendere il suo modo di vedere, si devono disporre le zampe anteriori, perpendicolari al tronco, con tutte le articolazioni stese, e con la mano leggermente piegata e supinata: quelle posteriori parimenti stese, leggermente ruotate all'infuori e disposte in modo da formare colla coda un angolo di presso a poco 45° (vedi fig. 55). Allora appare chiaramente che i campi

radicolari originati dai plessi hanno perduto il contatto colla linea mediana dorsale e ventrale e sono emigrati sulle estremità. È facile rappresentare questo processo immaginando che le *bande* radicolari cutanee giacessero di già sopra gli abbozzi

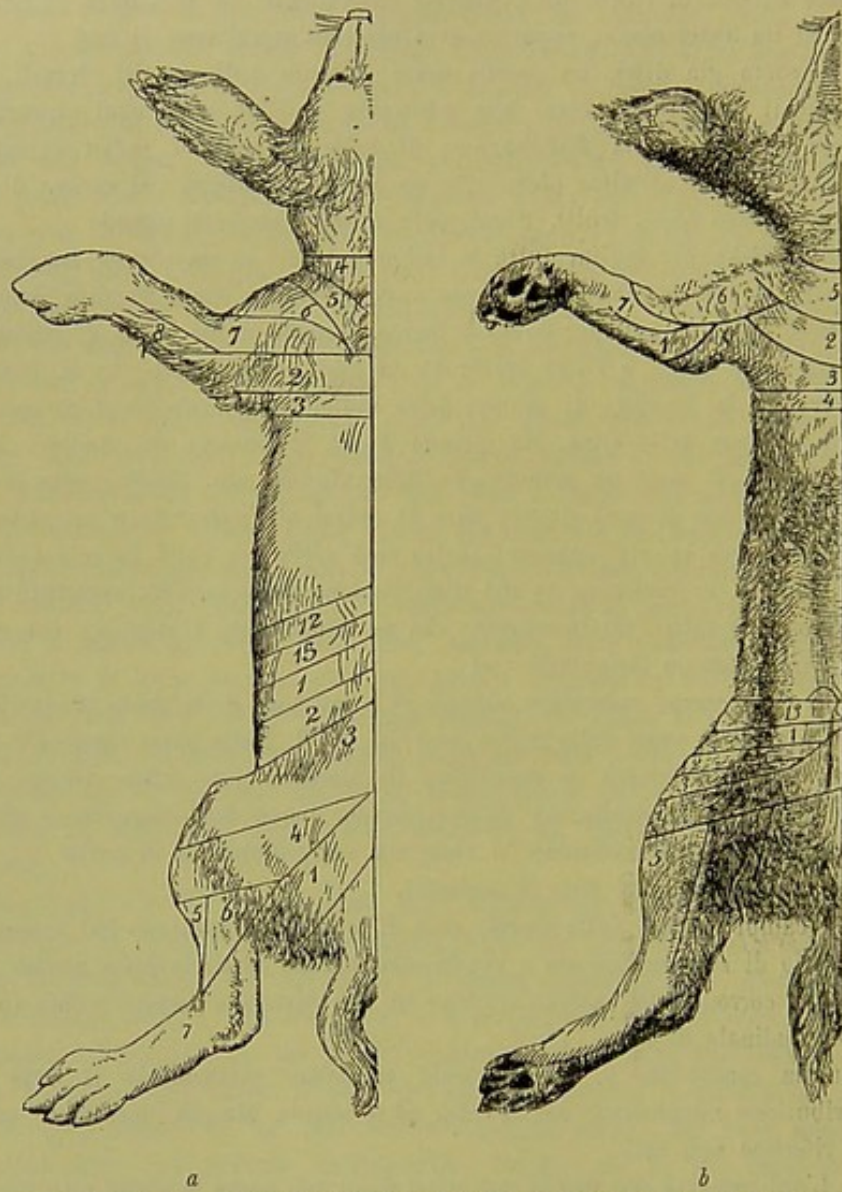


Fig. 55 *a b*. — I territori radicolari cutanei nel cane, secondo Türck.
a, aspetto dorsale; *b*, aspetto ventrale del corpo.

degli arti quando questi erano all'inizio del loro sviluppo. Durante l'accrescimento ed allungamento di essi poi, quei campi vennero più o meno stirati lateralmente. Alcuni campi radicolari perdettero del tutto il contatto colle linee mediane dorsale e ventrale e vennero a trovarsi esclusivamente sugli arti (8^a rad. cerv., 5^a rad. lomb.).

Altri si spezzarono in due pezzi, dei quali uno rimase sul tronco, l'altro del tutto o in parte passò sull'estremità (2^a rad. tor.). In altri finalmente la banda rimase bensì continua, ma ne venne travolto un lembo e spostato sull'arto (3^a rad. tor.). Noto fra parentesi che concomitante alla migrazione totale d'un campo radicolare si osserva il fatto che i rami posteriori (o dorsali) delle radici, o piuttosto dei nervi misti corrispondenti, in tal caso non dànno rami cutanei. Così succede per la 7^a e 8^a rad. cervicale, i cui campi cutanei si trovarono innervati unicamente da rami perforanti provenienti dai rispettivi rami anteriori o ventrali, mentre i rami dorsali non hanno diramazioni cutanee. L'importanza di tali osservazioni e soprattutto della loro interpretazione è evidente.

Se non la dottrina dell'ordinamento metamero nel senso moderno, almeno quella dell'ordinamento seriale dei campi radicolari era nettamente stabilita. Ora da questa a quella il passo era breve. Ma prima l'anatomia e l'embriologia comparate dovevano colmare l'abisso d'ignoto che separava l'ipotesi geniale, ma speciale e poggiata soltanto su dati di fatto sperimentali, dal concetto generale morfologico che doveva abbracciare tutte le osservazioni di dettaglio fatte dai fisiologi in una vasta sintesi biologica: la segmentazione metamero come base architettonica dei vertebrati. Ho già detto che il lavoro di Türk rimase incompreso e sepolto negli Atti Accademici Viennesi, finché Sherrington nel 1892 lo riportò alla luce. Türk aveva avuto intenzione di scrivere un'opera estesa fisiologico-clinica, riguardante l'innervazione spinale della cute nell'uomo, basata su 117 esperimenti e 350 storie cliniche; ma non vi mise mano. I fatti dettagliati riguardanti la localizzazione periferica delle radici posteriori come sono desunti dalla pubblicazione di Wedl, seguono raccolti nella tabella 19. Ivi ho tradotto soltanto la descrizione dei campi cutanei delle radici che entrano nel plesso brachiale. Tralascio la descrizione dei rami cutanei delle radici che formano il plesso per l'arto posteriore, perchè non del tutto completo — ad anche perchè quella delle radici del plesso brachiale basta a convincere della quasi impossibilità di rendere intelligibile in tal modo la vera posizione assoluta e rispettiva di quei campi, che invece appare evidentissima da un solo sguardo dato alla figura.

Dodici anni dopo la comparsa del lavoro di Peyer e nove anni dopo le Comunicazioni di Türk, l'anatomico W. Krause (1865) pubblicò una monografia sulla neurologia dell'arto superiore, nella quale dà conto di esperimenti fatti sul plesso brachiale. Egli lavorò sul coniglio e su qualche scimmia. Quando si riteneva ancora che i nervi terminassero alla periferia come un gomito inestricabile di anse intrecciate, non si poteva avere un chiaro concetto sulla localizzazione dei rami nervosi terminali nella cute e nei muscoli. Ma le ricerche sperimentali dimostrarono che pur tuttavia esistono provincie nervose terminali, nelle quali si distribuiscono le ramificazioni periferiche di determinati tronchi nervosi. Di poi gli studi microscopici fecero conoscere l'esistenza degli organi terminali delle fibre nervose primitive, sia nella cute sia nei muscoli. Da ciò nacque l'opinione che ogni punto della periferia fosse collegato con l'organo nervoso centrale, mediante una determinata fibra radicolare primitiva. Era da sospettarsi che tal fatto minuto non si sarebbe potuto dimostrare; ma pur tuttavia si poteva sperare che sarebbe stato possibile di dimostrare nella periferia la ramificazione localizzata, il territorio di distribuzione, d'un complesso determinato di fibre: per esempio

d'una intera radice spinale, seguendo, non la via puramente fisiologica, ma quella anatomica sperimentale. È merito di Krause l'aver messo in opera tali concetti, l'aver applicato per il primo un metodo nuovo nelle ricerche sull'argomento che ci occupa. Egli tagliava una radice spinale fuori del canale vertebrale, richiudeva la ferita fatta e teneva in vita l'animale. Dopo un tempo variamente lungo (in generale presso a poco tre settimane) lo sacrificava ed andava a riscontrare le degenerazioni secondarie avvenute nei rami nervosi degli organi periferici. Così potè stabilire che ogni fibra radicolare si trova in rapporto con un punto fisso della periferia. In una ricerca preventiva vide anche un altro fatto relativo al percorso delle fibre dalle radici alla periferia. Vide cioè che i così detti tronchi nervosi sono in realtà plessi in miniatura, le cui fibre s'incrociano sotto angoli molto acuti, tanto verso la periferia che verso il midollo. Nel suo libro è illustrata questa osservazione con un'eccellente figura. Egli si servì in questa ricerca, come abbiamo visto nel capitolo VI, di un mezzo chimico per separare le fibre individuali dei tronchi nervosi, sciogliendone il tessuto connettivo interstiziale. Per quel che riguarda il nostro argomento, egli venne alle seguenti conclusioni:

1. « Tutti i muscoli di una certa mole sono innervati da fibre provenienti da parecchie radici spinali. Da ciò nasce che quei muscoli si compongono di un certo numero di provincie neuro-muscolari elementari, che si trovano in rapporto con diversi segmenti del midollo spinale ». — 2. « Le parti che nell'arto superiore sono più vicine alla mano sono innervate dalle radici più caudali del plesso, e ciò vale tanto per i territori muscolari che per quelli cutanei ». — 3. « Le fibre più lunghe, che innervano cioè le parti più distali dell'arto, provengono dall'8^a rad. cervicale, e si distribuiscono nella pelle del 1^o, 2^o e 3^o dito nonchè nella cute della faccia radiale del dito 4^o. Meno lunghe sono le fibre della 1^a radice dorsale che innervano la faccia ulnare del dito 4^o e tutto il mignolo ». — 4. « I muscoli ricevono i loro nervi dalle stesse paia radicolari che innervano la pelle che ricopre essi ed i loro tendini ». — 5. « Quando un muscolo ha più tendini, le fibre muscolari che vanno ad ogni singolo tendine, ricevono fibre nervose da tronchi nervosi differenti, e da radici spinali diverse ». — 6. « Per quel che riguarda le anomalie dei nervi, sembra che esse si presentino soltanto nel percorso dal centro della periferia: la distribuzione finale ai due capi (centrale e periferico) rimane invariabile ».

Fra le cose degne di nota che Krause ha osservato, giova ancora ricordare che secondo lui, d'accordo in ciò con Peyer, i muscoli intrinseci della mano sono innervati da una sola radice spinale: la 1^a toracica. Il lavoro è del resto notevole per la cura data all'anatomia dell'arto, e questa parte si può in certo modo considerare come la preparazione al suo noto lavoro completo sull'anatomia del coniglio che vide la luce tre anni dopo (1868), e nel quale è data per esteso la tabella coi risultati di dettaglio degli esperimenti ora riferiti, e che riporto qui appresso (tab. 20).

Parrebbe a tutta prima, che sebbene non edificatrici di nessun determinato sistema dottrinale, le ricerche finora esposte dovessero almeno aver imposto ai contemporanei per il loro accordo quasi perfetto nelle constatazioni dei fatti bruti. Eppure vi fu chi venne a porre in dubbio anche l'esattezza delle osservazioni fondamentali.

In una Nota comparsa nel 1866, il dott. Beresin credè di poter dare, come dice il titolo della sua Nota, « la prova sperimentale che le fibre nervose sensitive e quelle eccitomotrici nella pelle della rana sono distinte ». Egli comunica infatti di aver trovato nei suoi esperimenti che, quando tagliava la 1^a radice che entra nel plesso lombale della rana, i riflessi persistevano, mentre quando tagliava la 2^a o 3^a i riflessi erano aboliti. La conclusione di Beresin è che la 1^a radice non si trova quindi in connessione agli apparati riflessi del midollo, ma conduce esclusivamente le impressioni dalla cute al cervello. Egli tagliava in quegli esperimenti il midollo sotto l'intumescenza cervicale, ed usava come stimolo applicato alla cute dell'arto, degli acidi. Questo metodo di stimolazione è una buona innovazione che vedremo tosto utilizzata. Per il resto, la tesi era evidentemente basata su osservazioni erronee, come pure quella di Paschutin, che sosteneva che delle quattro radici ventrali del plesso lombale della rana, due sole fossero capaci di dare reazioni riflesse. Infatti già l'anno dopo, Sanders Ezn (1867), in una Comunicazione preventiva alla Società Reale di Sassonia, combattè a fondo questa opinione di Paschutin. La Nota di Beresin occasionò anch'essa alcuni lavori di controllo. Nel 1868 Koschewnikoff eseguì nel laboratorio di du Bois Reymond a Berlino una ricerca *Sulle radici di senso degli arti posteriori della rana*. Lo scopo del lavoro era duplice: primieramente controllare nuovamente le asserzioni di Beresin e stabilire se veramente tutte le radici dorsali sono contemporaneamente vie di conduzione per la sensibilità e per l'eccitazione dei riflessi, oppure se queste due funzioni sono qualche volta dissociate in modo che una data radice abbia soltanto l'una di esse. Ciò portava a ripetere gli antichi esperimenti di Eckhard riguardo ai campi di distribuzione periferica delle radici dorsali nell'arto posteriore della rana, che fino a quel tempo non erano mai stati rifatti. Koschewnikoff si servì dei due metodi sperimentali indicati da Eckhard e da Türck, usando l'uno come controllo dell'altro.

Nella scelta dello stimolo seguì soprattutto Beresin, servendosi di leggerissimi stimoli chimici, che, come già vedemmo, sono certamente da preferirsi in questo genere di ricerche perchè a differenza degli altri mezzi non ledono la pelle e possono quindi esser ripetuti un numero indefinito di volte. Koschewnikoff, sulle tracce di Sanders, impregnava dei pezzettini di carta bibula d'una soluzione diluita d'acido solforico e li applicava sulla cute previamente molto ben asciugata, riuscendo così a localizzare bene l'azione.

I risultati generali del lavoro sono i seguenti:

1. L'asserzione di Beresin è certamente erronea; dal campo cutaneo d'ogni radice dorsale è possibile eccitare riflessi. —
2. Ogni radice dorsale ha il suo determinato e delimitato territorio cutaneo, la cui estensione varia nei vari individui. —
3. Vi sono punti di cute innervati da una sola radice, ma la maggior parte della pelle dell'arto posteriore riceve fibre da più d'una radice spinale.

I risultati di dettaglio del lavoro sulla situazione ed estensione dei territori cutanei radicolari, meglio di qualunque descrizione, risultano dalle sue quattro figure che riproduco integralmente (figg. 56, 57). A confrontarle con quelle di Eckhard, si vede chiaramente che se confermano tutti i dati fondamentali, ed appare evidente qual merito di minuziosa precisione e coscienziosità hanno gli esperimenti primitivi di Eckhard,

che controllati, come vedremo, anche più tardi da Meyer ed ultimamente da Sherrington, vennero in tutti i punti trovati esatti. Una volta liquidata radicalmente l'asserzione di Beresin, che è un curioso esponente delle conoscenze del tempo riguardo al meccanismo dei riflessi, pareva che non vi fosse più nulla di nuovo da sperare dalle ricerche pure e semplici sulla distribuzione periferica delle radici nella rana. Eppure, nei quattro anni successivi al lavoro di Koschewnikoff, si pubblicarono ancora quattro altri lavori. Ma poi si assopisce per più di un decennio la curiosità sull'argomento.

Accennerò brevemente a questi quattro lavori, prima di chiudere il primo periodo delle ricerche. Cronologicamente è da menzionarsi per primo un accurato lavoro di Meyer (1869), che sulle tracce del maestro fece nel laboratorio di Krause ricerche « Sulla distribuzione dei nervi negli arti posteriori ». Esperimentò sulla rana per controllare col metodo della degenerazione secondaria al taglio delle radici i risultati di Eckhard e Koschewnikoff. Il suo lavoro porta una piccola rivista storica sull'argomento abbastanza accurata, ed una minuziosa descrizione del metodo operatorio da lui seguito nel tagliare le radici del plesso ischiatico, fuori dello speco vertebrale. Invece di tagliare semplicemente i nervi, egli estirpava un buon tratto e poi aspettava la degenerazione dei tronchi periferici. Allora non era ancor noto quanto tempo impiegava un nervo di animale a sangue freddo per degenerare. Meyer trovò che la degenerazione non comincia che verso il 50° giorno. Egli esaminava i nervi intorno al 100° giorno, escidendo colle forbici qui e là pezzetti di muscolo e di pelle. Rischiava quest'ultima con una soluzione di soda. Evidentemente il metodo non è che molto sommario. Pure i risultati furono conformi a quelli ottenuti con altri metodi dagli sperimentatori precedenti. Fra le conclusioni generali non noto che la seguente: « i territorî dell'8^a e della 9^a radice nella rana non sono separati nettamente ». Ciò era conforme a quel che avevano già visto Eckhard e Koschewnikoff. Ma Meyer vi insiste più specialmente, perchè Krause aveva dato importanza al fatto che nel coniglio i territorî delle due ultime radici del plesso brachiale sono sulla zampa separati da una linea netta di demarcazione.

Riproduco per i dettagli la tavola riassuntiva dei risultati ottenuti in uno dei suoi casi (v. tab. 21).

Il secondo lavoro che rimane da analizzare è la dissertazione di I. G. Hein (1869) intitolata: *Dei movimenti riflessi che si effettuano per le quattro ultime paia di radici del midollo spinale della rana*.

L'asserzione di Beresin forma in un certo modo il punto di partenza anche di questa ricerca, che del resto ribadisce il lavoro di Sanders. Hein lavorò sulla rana scerebrata, col metodo delle stimolazioni, dietro il taglio di tutte le radici fuorchè una. Egli trovò, per quel che riguarda Beresin e Paschutin, che da tutte le radici dorsali dei due lati del midollo si possono eccitare riflessi per tutte le radici ventrali dei due lati, purchè lo stimolo sia sufficientemente forte. Ne trasse la conclusione, che ogni radice dorsale è in connessione con tutte le radici motorie del plesso dello stesso e dell'opposto lato. Nella determinazione dei territorî radicolari sensitivi, Hein venne agli stessi risultati di Koschewnikoff e di Eckhard. Soltanto, contrariamente a quanto aveva asserito il primo (nella 3^a conclusione), non trovò punti di pelle innervati da una sola radice (vedi tab. 22). Nello studio delle distribuzioni motorie seguì le

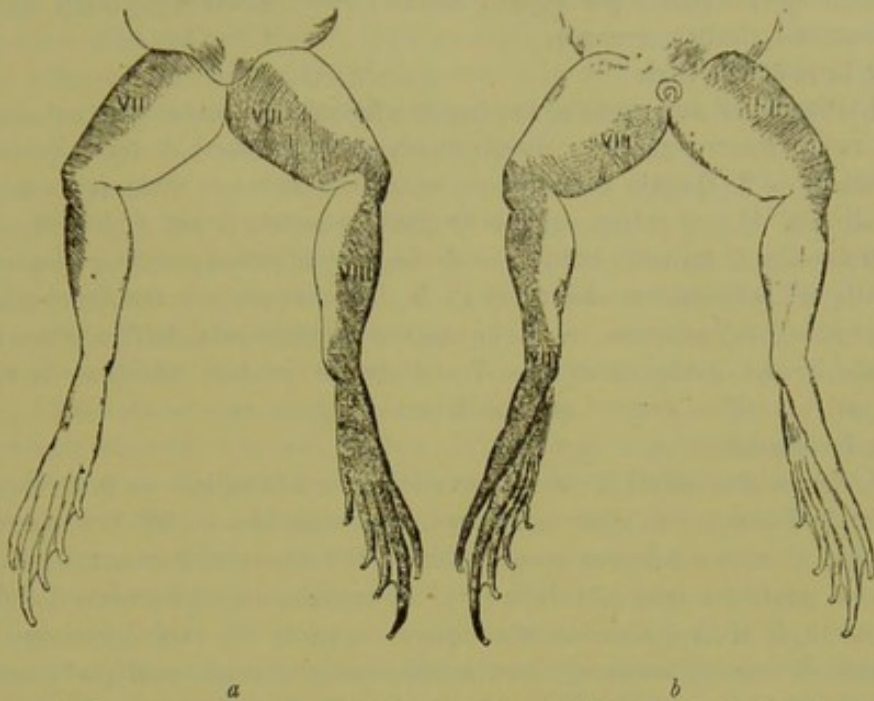


FIG. 56 *a b*. — I territori cutanei innervati dalle radici dorsali 7^a ed 8^a nella rana, secondo Koschewnikoff.
a, aspetto dorsale; *b*, aspetto ventrale.

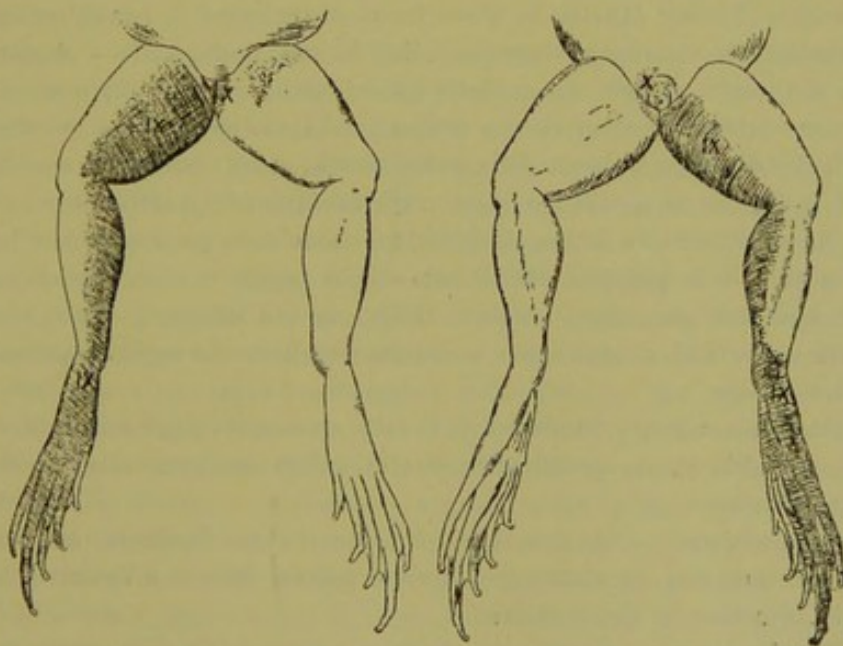


FIG. 57 *a b*. — I territori cutanei innervati dalle radici dorsali 9^a e 10^a nella rana, secondo Koschewnikoff.
a, aspetto dorsale; *b*, aspetto ventrale.

orme di Sanders, senza tuttavia raggiungerne la minuziosa esattezza, e nemmeno quella degli sperimentatori più antichi, come lo stesso Eckhard (vedi tab. 23).

Riassumo i risultati generali:

Per le radici motrici:

1. Più radici concorrono ai movimenti effettuabili in ciascuna articolazione. —
2. Ogni radice innerva un vasto complesso di gruppi muscolari fra i quali molti antagonistici. —
3. Quando la medesima rotazione può essere ottenuta per la stimolazione di più di una radice, ognuna di quelle è capace il più delle volte a dare stimolata da sola il massimo effetto. —
4. La settima radice produce esclusivamente movimenti nell'articolazione dell'anca. —
5. L'ottava produce massimamente flessione in tutte le articolazioni. —
6. La nona è caratterizzata dall'innervare prevalentemente gruppi antagonistici. —
7. La decima produce estensione in tutte le articolazioni ed inoltre svariati movimenti nel piede.

Per le sensitive:

8. Non esistono punti di cute innervati da una sola radice. —
9. Esiste grande variabilità individuale nell'innervazione radicolare sensitiva. —
10. Nell'innervazione di un punto di cute concorrono sempre due radici successive. Per es.: non avviene mai che un punto sia innervato dalla 7^a e 9^a radice senza l'intervento dell'8^a.

Il lavoro di Hein è accurato, coscienzioso, eseguito con metodi razionali e tecnica buona. È ricco di numerose osservazioni assai perspicaci, come quella contenuta nella 10^a conclusione, la quale conferma la tesi oramai sicura che i territori radicolari cutanei sono disposti in ordine seriale corrispondente a quello metamero delle radici spinali stesse.

Poi, in terzo luogo, rimane da parlare di una notevolissima Memoria di due belgi, Masius e Vanlair (1870), la quale forma degnamente la penultima tappa del primo periodo delle ricerche sperimentali. Essi in uno studio sulla « *Situazione ed estensione dei centri riflessi del midollo spinale della rana* », del quale riparlerò altrove, hanno intrapreso come ricerca preliminare di delimitare con somma cura i territori di distribuzione cutanea delle radici dorsali della rana non solo nell'arto posteriore, ma anche in quello anteriore, negletto da tutti gli altri autori.

Essi hanno seguito la tecnica di Türck, tagliando volta per volta una sola radice; adducono a motivo di questa scelta il fatto che il taglio di tante radici posteriori quante ne occorrono per isolare un data radice, ha un'influenza ben apprezzabile sull'attività del midollo, diminuendo la reazione motrice che segue alla stimolazione della radice intatta.

Restringiamo in poche parole i dati di fatto comunicati dagli scienziati di Liegi, che, come si vedrà, hanno specialmente rivolto la loro attenzione alle varietà dell'innervazione radicolare.

Treno posteriore. — Quattro radici formano il plesso lombo-sacrale: la 7^a, 8^a, 9^a e 10^a. Per quel che riguarda i loro territori cutanei, Masius e Vanlair confermano in generale le notizie di Koschewnikoff.

La 7^a radice innerva da sola la cute della parte esterna della coscia; ma il suo territorio totale è molto più ampio e si stende talvolta a tutta la faccia esterna dell'arto. L'8^a radice di solito ha per territorio quello assegnatogli da Koschewnikoff;

ma in un caso videro che la sezione di essa portava insensibilità uniforme a tutta la gamba ed al piede. La 9^a radice dovrebbe avere, secondo Koschewnikoff, la sua distribuzione oltre che nel piede e nella gamba, nella faccia interna della coscia. Ma Masius e Vulair una volta, dopo tagliate l'8^a e la 9^a radice, videro sensibile tutta la coscia. La 10^a radice innerva, come Koschewnikoff aveva stabilito, la cute intorno all'ano e della parte superiore interna della coscia.

Treno anteriore. — Due radici formano il plesso brachiale: la 2^a e la 3^a.

La 2^a radice, più voluminosa, sembra innervare quasi da sola l'arto anteriore; il suo taglio porta insensibilità in quasi tutta la sua estensione. La 3^a radice, molto sottile, sembra aver poca importanza per l'innervazione dell'arto, che dopo il taglio rimaneva del tutto sensibile sia al suo apice sia alla sua base. Dopo l'esposizione di questi dati, Masius e Vulair ribadiscono di nuovo sull'ipotesi di Beresin e Paschutin, dimostrata erronea ancora una volta di più.

L'ultimo autore del periodo, Wolski (1872), venne, dopo Sanders, Koschewnikoff, Hein e Masius, ad occuparsi ancora della tesi di Beresin. Egli ripeté le determinazioni di Koschewnikoff per la distribuzione periferica delle ultime quattro radici posteriori della rana, ed ottenne risultati confermantî pienamente quelle.

Non descriverò qui le aree radicolari cutanee da lui trovate, ad eccezione di quella innervata dalla 7^a radice, della quale dice che quando si tagliano l'8^a, la 9^a e la 10^a radice rimane sensibile soltanto la faccia esterna della coscia, del ginocchio e della parte superiore della gamba. Anche egli constatò che, dopo scerebrata la rana, si potevano ottenere benissimo ripetuti movimenti riflessi da questo territorio. L'opinione di Beresin, che la 7^a radice spinale porti nella rana soltanto fibre sensitive al cervello e non fibre eccitomotrici in centri spinali, viene dunque ripudiata pienamente.

Epilogo. — Terminata l'analisi dei lavori che appartengono al primo periodo, caratterizzato dalle ricerche puramente fisiologiche, un riassunto generico dello sviluppo dalle conoscenze relative all'argomento non sembra superfluo.

Abbiamo visto come dopo pochi studi antichi di pura anatomia descrittiva dei plessi, furono i fisiologi che, attratti dalla meravigliosa scoperta di Bell-Magendie, riunirono la loro attenzione ed i loro sforzi sulle radici spinali e loro plessi e prima di tutto per conoscere la loro proiezione periferica. Contemporaneo a questo studio si formulò subito il quesito fondamentale, se radici e plessi abbiano significato funzionale od anatomico. La proiezione periferica venne determinata in pochi anni con grande esattezza, e per legge fondamentale tosto stabilito che ogni paio di radici innerva alla periferia un complesso fisso d'organi vicini. Nella contesa intorno al significato di radici e plesso, la forma sotto la quale si presenta la teoria del significato funzionale, cambia continuamente, man mano che le ricerche coscienziose di più sperimentatori tolgono ad essa ad una ad una le basi di fatto. Cionostante, negli ultimi anni del primo periodo esso sembra aver guadagnato di nuovo terreno come apparirebbe dall'indirizzo delle ricerche di Hein. Però l'intuizione precoce della dottrina positiva segmentale s'ebbe in due uomini geniali: nello Schreuder van der Kolk, che intravede l'unità segmentale indisciungibile formata dai territorî radicolari cutanei e muscolari coi nervi spinali e coi centri nervosi, e nel Türck, che dimostrò chiaramente

l'ordinamento seriale dei campi cutanei delle radici dorsali. Ma queste intuizioni chiaroveggenti non poterono venir comprese e generalizzate, prima che la filogenesi e l'ontogenesi comparate avessero reso intelligibili le basi morfologiche dell'architettura segmentale del corpo dei vertebrati. Doveva necessariamente seguire quindi al primo periodo di entusiastiche ricerche sperimentali una sosta di utile preparazione morfologica, la quale ho riassunto nel Capitolo VI.

SOTTOCAPO II.

Il secondo periodo delle ricerche di pura fisiologia.

Esporrò nel presente capitolo la ripresa dei lavori sperimentali sulla distribuzione periferica delle radici spinali. Tutta la serie di quelle ricerche è dedicata alle radici di moto. La ragione di ciò sta nel fatto che loro punto di partenza furono i lavori di Remak (1875-79). Questi, nella sua classica Memoria sulla patogenesi delle paralisi saturnine, aveva propugnato che le lesioni primarie causate dall'avvelenamento, devono essere centrali, spinali e non periferiche, nervose e muscolari. Egli si basa sul fatto che i muscoli vengono paralizzati in combinazioni regolari, le quali però non rappresentano territori muscolari nervosi, nè topografici. Onde egli le considera come territori spinali, ed ammette che debbono esistere nel midollo nuclei individuali per determinati complessi muscolari. La geniale intuizione di Remak intesa ed estesa forse in modo troppo unilaterale, diede nel 1880 la spinta a Ferrier, l'illustre fisiologo inglese del sistema nervoso, a dare in collaborazione con Yeo una prova sperimentale di quelle vedute. Inaugurata così la ripresa degli studi sull'argomento, una numerosa serie di sperimentatori seguì le traccie e l'indirizzo di Ferrier. Analizzerò a uno a uno i loro singoli lavori separatamente.

Dopo più di un decennio che nessuno sembrava più ricordarsi delle ricerche relative alla distribuzione periferica delle radici spinali, vasto campo di lavoro, soltanto in minima parte dissodato, Ferrier in collaborazione con Yeo ne riprese lo studio. Essi lavorarono esclusivamente sulle radici ventrali della scimmia col noto metodo dell'apertura del canale vertebrale, e del taglio con consecutiva stimolazione elettrica delle radici.

Fin qui dunque nulla di nuovo che la scelta dell'animale, più adatto ai confronti coll'uomo. Ma il nuovo sta nel metodo d'osservazione. Mentre uomini come Eckhard e Peyer usavano una serie di artifici e di precauzioni per poter conoscere esattamente quali muscoli si contraevano per l'eccitazione di determinate radici, Ferrier e Yeo procedettero in modo opposto. Eckhard e Peyer ritennero indispensabile, prima di congetturare nulla intorno alla funzione d'una radice, conoscerne l'effetto motorio, risultante dalla sua azione, in tutti i suoi particolari. Ferrier e Yeo professano idee alquanto diverse.

Credo opportuno di riportare qui tradotto parola per parola il brano delle loro comunicazioni alla Società Reale di Londra, che si riferisce ai loro criteri in proposito. « Nell'osservare gli effetti della stimolazione, noi abbiamo diretto la nostra attenzione più specialmente alla combinazione muscolare risultante, che al semplice numero di muscoli portati in attività. Si vedrà che ciò è di poca importanza, perchè gli atti ottenuti coll'eccitazione, sono tutti movimenti coordinati, complessi, di grande

importanza. È molto difficile di analizzare ogni combinazione muscolare che si compie per vari fattori contemporanei, fino ai suoi elementi individuali. Epperò i muscoli che noi diamo come partecipi ai vari movimenti, li abbiamo raccolti in diverse osservazioni; sentendoli (contrarre) ed in parte anche esponendoli quando era difficile d'esser sicuri in altro modo della loro cooperazione. Purtuttavia noi non escludiamo se non in alcuni casi la possibile cooperazione di altri muscoli che erano inaccessibili all'osservazione se non per mezzo della dissezione. Ma noi crediamo che quelli potranno essere facilmente determinati anatomicamente o coll'applicazione ai singoli atti da noi descritti, di sicure nozioni sulla fisiologia *. Il comune buon senso, mi pare, non può fare a meno di trovar strano un simile ragionamento che pretende arrivare per una via indiretta e partendo da un complesso vago, intricato e necessariamente incostante di cose, qual'è un *movimento* (atto), alla conoscenza di *fatti* elementari e semplici, le singole contrazioni muscolari, esattissimamente determinabili (Eckhard e Peyer!) per la via diretta. A priori potremo dunque già dire che i risultati di Ferrier e Yeo riguardo ai singoli muscoli innervati dalle varie radici sono da accettarsi con molta riserva. D'altra parte gravi obiezioni si possono fare al metodo da essi scelto per determinare il significato dei movimenti ottenuti stimolando le singole radici.

L'osservazione pura e semplice è certo il metodo più spiccio, ma non quello più obiettivo. Ben altra cura ed impegno ha, per dare un esempio, messo Sanders per determinare presso a poco i movimenti riflessi delle sue rane, designandoli nei loro vari momenti. E le difficoltà d'osservazione e di giudizio crescono col grado di perfezione dell'apparecchio attuale, i cui movimenti si vogliono studiare.

Grande e profonda conoscenza, grande ed intima dimestichezza delle condizioni ed attitudini della vita normale di un animale si richieggono, a parer mio, dall'osservatore, perchè possa discernere se un movimento ottenuto sperimentalmente è equivalente ad un atto usuale, coordinato e normale, o se non è invece artificiale. In ogni modo, per ripetere l'argomento già qua sopra espresso, l'osservazione mera e semplice è il metodo meno obiettivo e quindi più di tutti passibile d'errori di suggestione.

Vagliando tutti questi fattori e se teniamo conto del fatto che Ferrier e Yeo si basano su Remak, cui si riferiscono espressamente, non può destar meraviglia che essi abbiano visto nei movimenti ottenuti nelle loro scimmie, la conferma piena e franca di quanto a priori speravano trovare. Ma appunto perciò quella conferma non ha nessun valore per chi giudichi obiettivamente la ricerca ed il metodo col quale fu condotta. In riguardo poi al valore in sè del concetto di Remak, come la intesero ed estesero Ferrier e Yeo, cioè che la stimolazione di ogni singola radice dei plessi attuali produca « non mere contrazioni di vari muscoli, ma sempre una sinergia funzionale altamente coordinata », i dati filogenetici ed ontogenetici cui abbiamo accennato nei capitoli I e VI contrastano recisamente con esso. Le radici spinali ed i complessi muscolari innervati da esse rappresentano i ruderi di unità funzionali ancestrali metameriche. Ma negli organismi dei vertebrati attuali i metameri non funzionano più come tali se non in modo limitatissimo. Al funzionamento dei metameri si è sostituito quello dei sistemi risultanti da fusioni e spostamenti segmentali notevoli. Chi apprezza queste considerazioni al loro giusto merito, non può con-

cepire le radici spinali e le loro proiezioni periferiche altro che come unità morfologiche. Attribuendo ad esse, sinergie funzionali attuali, altamente coordinate, si dimostra di fraintendere o d'ignorare i dettami più recisi della morfologia. Questo appunto vale meno per Ferrier, al cui tempo i concetti morfologici accennati non erano ancora appieno sviluppati, quanto per alcuni sperimentatori posteriori che mostrano d'ignorare le fondamentali dottrine morfologiche sui plessi, sull'innervazione radicolare, sull'origine e sul modo di sviluppo del sistema muscolare.

Fin qui la confutazione generica del punto di partenza e dei concetti direttivi di tutto il gruppo di sperimentatori dei quali mi occuperò nel presente capitolo. Affinchè poi chi legge possa pienamente convincersi che la critica da me mossa al lavoro di Ferrier abbia la sua ragione d'essere non solo in una pregiudiziale teorica, ma che altresì è confermata interamente dai risultati stessi da lui pubblicati, li riunisco in tabella (tab. 24) prendendone in esame minuto alcuni pochi.

Prendiam, ad esempio l'effetto della stimolazione della 1^a radice toracica. Essa dà adduzione del pollice e flessione delle dita nelle articolazioni metacarpo-falangee. Questo fatto è accompagnato dalla contrazione dei muscoli del collo, per cui il capo si piega sulla spalla del lato stimolato. Ora qui sorge spontanea la domanda: in che cosa consiste l'alta coordinazione di questi due fatti così disparati? Quale arcana sinergia rappresenta nella vita scimmiesca la flessione delle dita accompagnata dalla inclinazione del capo sulla spalla? Non indica tutto ciò piuttosto l'accumularsi disordinato di attività muscolari disparate che normalmente non cooperano mai? Un altro esempio notevole è dato dall'8^a radice cervicale. Gli autori, per rappresentare chiaramente le peculiarità del movimento risultante dalla sua stimolazione, danno la seguente elucidazione: « L'atto qui descritto può essere esattamente imitato strappando in basso e verso la coscia un oggetto che penda di fronte, oppure brandendo una scimitarra (*sic!*) e spaccando dall'alto al basso un oggetto situato di fronte? ». Per la prima comparazione può sembrare strano che una scimmia strappando un oggetto (un frutto per esempio) che gli penda dinanzi, lo debba portare alla coscia anzichè alla bocca. La seconda comparazione è ancora più curiosa. Che dire di un atto scimmiesco altamente e sinergicamente coordinato, che per essere reso intelligibile ha bisogno d'un frasario ariostèo? Così tutti gli *atti* ottenuti colla stimolazione delle altre singole radici; scorrendo la tabella, non si può non ricevere l'impressione che si tratta di osservazioni superficiali ed inesatte, interpretate in modo subiettivo ed arbitrario al massimo grado. Se il lavoro di Ferrier e Yeo fosse stato il primo sull'argomento e questo vergine e nuovissimo al loro tempo, si potrebbe ammirarlo come un tentativo poco felice, ma lodevole. Ma un quarto di secolo dopo Eckhard e Peyer e Krause si era in diritto di aspettarsi di più: una più logica impostazione della tesi del lavoro, un maggior apprezzamento dei risultati sicurissimi ottenuti da coscienziosi predecessori, e finalmente una tecnica se mai più esatta e rigorosa, non una più grossolana di quella usata dai vecchi sperimentatori. Su questi tre punti cardinali pecca il lavoro dei due sperimentatori inglesi e, come vedremo, quelli di quasi tutti gli altri autori successivi.

Nello stesso anno del lavoro di Ferrier e Yeo, due altri fisiologi fecero una Comunicazione sullo stesso oggetto alla Società di Biologia a Parigi. Autore ne fu Paul Bert in collaborazione con Marcacci.

Riporto qui un brano della loro Comunicazione: « Al momento d'intraprendere ad elucidare il modo di distribuzione nei muscoli dei filetti nervosi che nascono dai plessi lombale e brachiale, ci trovammo naturalmente in presenza di due ipotesi. Ciascun muscolo è egli animato da un filetto nervoso proveniente da più radici? oppure una sola radice anima essa più muscoli in modo che ciascuna di esse serve isolatamente ad un gruppo di estensori, di flessori ecc.? Per ora abbiamo sperimentato soltanto sul plesso lombale del cane e del gatto, ma i risultati delle nostre ricerche nettissimi e precisi ci permettono di ritenere vera la seconda ipotesi ». Le esperienze avevano per iscopo, come si è detto, di cercare « se la distribuzione dei filetti nervosi delle radici motrici presentavano una sistematizzazione regolare... ». Da quelle poche parole appare chiaramente che la tesi sulla quale è basata la ricerca è impostata senza tener conto dell'innervazione pluriradicolare (plurispinale) o plurisegmentale dei muscoli. Bert e Marcacci lavorarono su cani e gatti immobilizzati colla sezione del bulbo. Il loro metodo d'osservazione degli effetti delle stimolazioni fu certo migliore di quello di Ferrier e di Yeo: « Per osservare i movimenti è necessario di mettere allo scoperto i muscoli isolati, cercando però di rispettare i cordoni nervosi ». Ho riunito a tabella i risultati (v. tab. 25), e dai quali gli autori traessero due conclusioni che qui riporto:

1. « L'innervazione dell'arto inferiore presenta fin dalle origini midollari una sistematizzazione evidente; questa sistematizzazione è funzionale, vale a dire che i filetti motori quali escono dalla midolla a un dato livello, si distribuiscono a gruppi muscolari sinergici, e concorrono così a un movimento associato ».

2. « L'unità anatomica di un muscolo non trova sempre il suo corrispondente nell'ordine fisiologico... (Però) la distribuzione nervosa è in rapporto colla funzione. Cioè quando un muscolo è, come nel caso dei « renforci », funzionalmente divisibile, la sua innervazione è multipla (pluriradicolare) ».

Due anni dopo, i francesi Fergue e Lannegrace pubblicarono alcune ricerche analoghe alle precedenti di Ferrier e Bert. Essi lavorarono su una serie di cani e su tre scimmie, e cercando di applicare all'uomo i risultati ottenuti sperimentalmente, stabilirono uno schema dettagliato dell'innervazione radicolare dei muscoli degli arti. Essi stimolavano le radici ventrali (anteriori) nel canale vertebrale, oppure tagliavano i nervi spinali subito dopo l'uscita dai fori intervertebrali per stimolare i tronchi nei quali si scompongono i nervi stessi. Nell'osservazione mettevano a nudo i muscoli. È degno di nota che essi citano, sebbene di sfuggita, oltre a Ferrier e Bert, anche Peyer.

Ho riunito in tabella i risultati di fatto delle loro ricerche (tab. 26). Su quelli non insisto, perchè ognuno può fare i confronti che crederà coi risultati degli altri sperimentatori. Ma desidero fermarmi un istante sulle conclusioni generali del loro lavoro, che trascrivo per esteso.

1. L'immensa maggioranza dei muscoli è innervata da più radici.

2. L'eccitazione d'una radice sembra determinare una contrazione totale, non parziale. Ciò dipende dal fatto che in ogni muscolo le fibre tributarie della stessa radice sono disseminate nello spessore dell'organo e non localizzate (*non cantonnées*) in una zona speciale.

3. Ogni radice concorre all'innervazione d'una serie sempre identica di muscoli ed ha distribuzione quasi assolutamente costante negli animali della stessa specie. Quando per eccezione si riscontra una varietà funzionale, è leggerissima, e allora l'influenza che una data radice acquista o perde, è presa o ceduta alla radice immediatamente vicina, non ad una distante.

4. La funzione di radici analoghe differisce relativamente poco nei diversi mammiferi.

5. Ogni radice innerva muscoli d'azione molto diversa e spesso opposta. Se realmente le radici ventrali emanano da cellule situate sullo stesso livello del punto d'emergenza delle fibre radicolari, bisogna ammettere che le cellule midollari di diversa funzione sono sovrapposte le une alle altre, e allora il midollo non si può scomporre in tanti centri motori per la flessione, l'estensione, l'adduzione ecc.

6. Ogni radice innerva vari organi dell'arto, ma quegli organi sono sempre contigui.

7. Le radici scendono tanto più nell'arto quanto più derivano da un livello spinale più basso.

8. L'innervazione delle due faccie di flessione e d'estensione non è perfettamente simmetrica (rispetto al livello spinale dal quale provengono le fibre radicolari che innervano i muscoli). Così i muscoli anteriori (cioè ventrali) del braccio ed alcuni dell'avambraccio appaiono già innervati (quando stimolando ad una ad una le radici si scende dall'alto scende in basso), mentre il tricipite non ha ricevuto ancora nulla dal midollo.

L'importanza di queste conclusioni s'impone, perchè in parte recarono cose nuove ed in parte vennero proprio a tempo per riconfermare una serie di fatti già ripetutamente accertati dagli sperimentatori del 1° periodo, confutando gli errori sostituiti posteriormente a quelli. Mi siano concesse dunque poche parole di commento alle più notevoli d'esse.

La prima conclusione conferma i risultati concordi di tutti gli sperimentatori appartenenti al 1° periodo delle ricerche, ed è stata confermata anche da tutti gli autori posteriori.

La seconda conclusione invece non è stata confermata, ed è certamente erronea. Probabilmente Fergue e Lannegrace si sono serviti di correnti troppo forti nei loro esperimenti. È curioso però ch'essi sembrano riferirsi a ricerche istologiche non ulteriormente dettagliate, sulla disseminazione delle fibre nervose nei muscoli. Anche queste ricerche contrastano con quelle minutissime di Krause, che aveva dimostrato col metodo della degenerazione che ogni muscolo plurispinale (cioè innervato da più di una radice) consta di più provincie neuromuscolari elementari.

La terza conclusione contiene un'osservazione acutissima che intuisce felicemente ciò che più tardi, come abbiamo visto, Herringham stabiliva nella sua prima legge.

La quarta conclusione invece è poco esatta; dal lavoro di Paterson noi sappiamo quante varietà esistono nella composizione del plesso lombo sacrale, e nel numero stesso delle radici lombali e sacrali dei mammiferi. Le differenze di funzione delle radici aventi numero d'ordine uguale, nei vari mammiferi sono ben maggiori di quanto la conclusione di Fergue e Lannegrace darebbe a sospettare. Ma essi se ne

sbrigano facilmente, ed affermando che la 1^a radice lombale dell'uomo è striplata nel cane e nella scimmia, trasportano senz'altro all'uomo i risultati dei loro esperimenti su quegli animali. Il più curioso di tutto poi è che essi non sembrano nemmeno essersi accorti che le radici del plesso lombo-sacrale non corrispondano nel cane e nella scimmia: sembrano ritenerle omologhe ad una ad una.

La quinta conclusione è quella che forse è la più degna di nota, specialmente per l'aggiunta decisiva che gli autori fanno seguire ad essa: « L'eccitazione *in toto* d'una radice determina un movimento composto; ma quel movimento è *artificiale*, non funzionale; per eseguire un movimento (preso nel senso di *atto*, dunque un movimento coordinato), la volontà eccita le fibre sinergiche di parecchie radici ». Finalmente dunque l'evidenza obiettiva già constatata da tutti gli sperimentatori del 1° periodo trionfa sulle interpretazioni erronee e preconcezionali di Remak e di Ferrier.

La sesta conclusione, che in un certo modo esprime l'unità del miotoma di fronte all'unità radicolare, non è stata forse in tutti i suoi particolari confermata posteriormente. Purtuttavia rappresenta una buona osservazione. Vedremo più tardi che questa conclusione ha importanza in rapporto alla dottrina di Brissaud.

La settima conclusione è la ripetizione di analoghe fatte da Peyer e Krause.

La portata dell'ottava conclusione è piuttosto ristretta e senza troppa importanza.

Abbiamo esaurito così l'esame delle notizie più importanti che dal loro lavoro complessivo Forgue e Lannegrace danno nei Comptes-Rendus della Accademia delle scienze dell'anno 1884. Fra le ricerche di dettaglio sulle quali è basata la Comunicazione citata, e che furono pubblicate l'anno prima da ognuno d'essi separatamente, noto ancora una riportata da Russel. Per studiare da un altro punto di vista la funzione delle singole radici anteriori, Forgue ne tagliava in parecchi animali una sola per osservare gli effetti della paralisi consecutiva. L'idea era buona, non era stata eseguita più da Panizza in poi, e trovò subito imitatori; ma non gli diede nessun risultato pratico, probabilmente (almeno così appare dalla citazione di Russel) perchè i suoi animali s'infettavano e la suppurazione distruggeva altre attigue radici oltre alla sezionata.

Fatta la somma, il lavoro di Forgue e Lannegrace rappresenta un ritorno alle tradizioni di rigorosa ricerca e nello stesso tempo un notevole progresso. E passiamo oltre.

In occasione di una ricerca sui rami secretori nelle zampe del gatto, il geniale fisiologo del simpatico, Langley, urtò primieramente contro la difficoltà delle variabilità individuali rispetto all'origine radicolare dei nervi del plesso lombo-sacrale. Con un accurato studio anatomico egli riuscì a stabilire l'esistenza di non meno di tre tipi diversi a quel riguardo. Fatto ciò, rimaneva a determinare se le aree secretrici dei rami grigi corrispondessero al sistema di distribuzione motoria o sensitiva delle fibre radicolari. A quell'intento egli fece una serie di esperimenti di stimolazione delle radici ventrali. I risultati ottenuti differirono notevolmente da quelli di Bert e Marcacci, come un'occhiata data alla tabella insegnerà subito (v. tab. 27). Langley osserva inoltre incidentalmente che le variazioni nei risultati delle stimolazioni si manifestano di solito come uno spostamento dell'effetto motorio di una data radice ad un'altra immediatamente precedente o successiva. Sono la prima legge di Herringham e la terza conclusione

di Forgue e Lannegrace espresse un poco diversamente, che si affermano esatte e valide per diverse specie di mammiferi. Langley pare non conoscesse le Comunicazioni di Bert e Marcacci; ma prende posizione contro Ferrier e Yeo, notando che questi ottennero un risultato costante nei loro esperimenti. Egli attribuisce ciò all'esiguo numero d'esperienze (sul plesso lombo-sacrale 4 sole riuscite interamente) da loro fatte. Probabilmente la ragione sta realmente lì, perchè vedremo che Sherrington verrà a dimostrare che anche nella scimmia esistono più *tipi* di plesso, sicchè anche nella scimmia si nota lo spostamento degli effetti motori da un tipo all'altro. Comunque breve ne sia il ragguaglio e dato solo per incidenza, le esperienze di Langley sono preziose, perchè danno esatte notizie sulle distribuzioni motorie nel gatto, e confermano una legge di generale importanza. Vedremo nel seguente capitolo che Sherrington, il quale l'anno dopo (1892) pubblicò le proprie ricerche sulle radici ventrali del plesso lombo-sacrale, confermò in tutto le conclusioni ed i risultati di Langley. Per quel che riguarda la parte fondamentale del lavoro di Langley che diede luogo agli esperimenti ora riportati, approfittando dell'occasione propizia per accennare ad uno dei risultati più importanti e generali da lui ottenuti. Egli insiste sul fatto che la topografia delle aree di distribuzione cutanea delle fibre secretorie dei gangli simpatici, ha nella zampa posteriore del gatto molta affinità con quella delle aree di distribuzione cutanea delle fibre sensitive delle radici posteriori. In un lavoro successivo (1893) egli aggiunse a quella una conclusione almeno altrettanto importante, riguardante un altro genere di fibre efferenti del simpatico. Essa si formula così: la distribuzione periferica delle fibre pilomotorie dei gangli simpatici è intimamente connessa a quella delle fibre sensitive delle radici posteriori corrispondenti.

Insomma dalle ricerche di Langley risulta che la distribuzione cutanea delle fibre efferenti secretorie e pilomotorie dei gangli del simpatico, si effettua secondo un ordinamento corrispondente a quello metamero delle fibre sensitive delle radici posteriori. Sebbene io intendo in genere lasciare da parte il sistema nervoso del G. simpatico, ho voluto comunicare queste conclusioni di Langley, la cui importanza non isfuggirà a nessuno e che Van Rynberk (1906) ha potuto confermare con maggiori particolari, mentre riuscì anche a dimostrarle esatte per un altro ordine di fibre: le pigmentomotorie.

Quasi contemporaneamente al primo dei lavori esaurienti di Sherrington, comparve un sunto del primo lavoro di Risien Russel (1891) sulle distribuzioni motorie del plesso brachiale del cane. Due anni dopo comparve il secondo sul plesso lombo-sacrale del macaco. L'indole generale di quei lavori di non piccola mole è una certa prolissità non priva di pretese, ed una lieve tendenza a dar apparenza d'ugual importanza così ai dettagli insignificanti come alle osservazioni più pregevoli. Ciò, se ne rende non tanto piacevole la lettura, rende anche assai difficile il riferirne. In ogni modo mi sforzerò di esporre in una breve analisi le parti più importanti dei lavori di Russel, tralasciando i dettagli.

I metodi di ricerca da lui seguiti nei suoi due lavori sono sei:

1° L'osservazione dei movimenti in blocco degli arti, ottenuti con stimolazione delle radici intere; 2° l'osservazione diretta delle contrazioni dei muscoli dissestati, dietro stimolazione delle radici; 3° l'osservazione di questi due ordini di fenomeni dietro stimolazione di alcuni soltanto dei fascetti dei quali le singole radici

si compongono; 4° l'osservazione degli effetti paralitici dietro sezione d'una o più radici; 5° l'osservazione dell'influenza esercitata dalla sezione di una o più radici sulle convulsioni epilettiche provocate da stimolazione corticale; 6° l'osservazione delle degenerazioni secondarie dietro il taglio di qualche radice.

Di quei 6 metodi, come si vede, due sono nuovi. Fino allora tutti avevano stimolato in blocco le radici anteriori; Russel per primo pensò a studiare l'effetto di stimolazioni parziali, eccitando volta per volta soltanto alcuni dei fascetti coi quali nascono le radici dal midollo. Un'altra idea, a prima vista non priva d'ingegnosità, è quella di studiare le alterazioni che le convulsioni epilettiche provocate subiscono per il taglio di determinate radici. Si voleva in un certo modo imitare così la volontà, e così si poteva sperare di venire definitivamente alla soluzione dell'antico dibattito se le radici spinali innervino complessi muscolari morfotici o funzionali. Ma l'esito fu molto inferiore alla aspettativa. Infatti, in un certo modo, l'aver voluto sostituire i poli dell'induttorio alle immagini psichiche di *atti* determinati, era forse un po' ardito, perchè la stimolazione della zona motrice non dà atti, ma bensì movimenti. Sulla differenza di fatto e di concetto fra queste due parole ho già insistito altrove. Ora anche per i movimenti eccitati dalla zona motrice esiste lo stesso dubbio come per quelli dati da stimolazione delle radici; chi ci vede degli atti perfettamente intenzionali e coordinati, e chi non ci vede che un complesso di mosse somiglianti a veri atti, i quali non sono però equivalenti ad essi. D'accordo con quest'ultimo modo di vedere, aggiungo che per me la zona cosiddetta motrice, stimolata fa insorgere svariati movimenti elementari componenti gli atti, i quali ultimi invece nella vita normale risultano da associazioni che artificialmente è vano voler tentare di metter in opera. Per me dunque sezionare una radice durante lo svolgersi di movimenti epilettici non può recare logicamente nessun altro effetto che sottrarre agli impulsi motori cerebrali complessi e tumultuarii la possibilità di effettuare una data serie di combinazioni muscolari determinate anatomicamente, ma indeterminate dal punto di vista della coordinazione sinergica.

Passiamo ora a riportare senz'altro le conclusioni generali di Russel sul plesso brachiale del cane tali quali le dà egli stesso. Da esse appariranno nel modo più evidente sia i pregi sia i difetti del lavoro.

I Risultati delle esperienze di stimolazione (metodi 1, 2, 3):

1. « Il movimento totale ottenuto colla stimolazione di una radice intera è ben coordinato e dipende dall'azione di un gruppo muscolare in combinazione sinergica, come Ferrier e Yeo hanno dimostrato per la scimmia ». È inutile d'insistere sul valore tutto soggettivo di questa asserzione per dimostrare che un movimento ottenuto artificialmente sia l'equivalente di un *atto* normale intenzionale; occorre una registrazione obiettiva sia dell'atto normale che dal movimento indotto, tale da permettere un reale confronto dei loro particolari.

2. « Il movimento totale ottenuto deve essere sceverato nei suoi singoli componenti qualora si trovi che nella stessa radice siano rappresentati movimenti diametralmente opposti, come flessione ed estensione ».

3. « Un tale movimento semplice mantiene un rapporto costante colle radici; gli stessi movimenti si trovano sempre rappresentati nella stessa radice, sicchè ogni

movimento mantiene sempre un rapporto fisso in riguardo al livello spinale. Così la flessione del gomito è rappresentata nella radice immediatamente superiore a quella nella quale è rappresentata l'estensione della medesima articolazione ». Queste due conclusioni in forma più evoluta richiamano la 5^a di Forgue a Lannegrace, ove questi dicono che nel midollo le cellule motrici per la flessione e l'estensione si sovrappongono a strati. D'altra parte parrebbe che Russel nella sua seconda conclusione non tenga conto delle variazioni individuali.

4. « Le fibre che rappresentano un dato movimento, conservano regolarmente la stessa posizione nelle loro rispettive radici. Così l'estensione del polso è rappresentata da un fascio di fibre che stanno nella parte superiore; la flessione del polso da un fascio che sta nella parte inferiore della stessa radice ».

5. « Ogni fascio di fibre che rappresenta un dato movimento semplice in una radice, rimane distinto nel suo tragitto dal muscolo o dai muscoli che producono quel movimento, senza mischiarsi con altre fibre motorie ».

6. « Il gruppo di muscoli innervati da una data radice occupa tanto la faccia anteriore che la posteriore dell'arto. In altre parole: muscoli la cui azione non impedita produrrebbe un dato movimento, sono rappresentati nella stessa radice insieme con altri la cui azione produrrebbe un movimento diametralmente opposto ». Questa conclusione di Russel viene a confermare un fatto noto già dal tempo di Eckhard, ma che in rapporto alle osservazioni di Paterson e di Forgue acquista speciale importanza per il modo nel quale essa è formulata.

7. « In tali combinazioni alcuni muscoli sono sempre più estesamente rappresentati di altri, sicchè con una corrente sufficientemente forte da stimolare ugualmente (?) tutte le fibre in una radice, l'azione di quei muscoli predomina sugli altri ».

8. « I muscoli, la cui azione predomina in una data radice, vi predominano sempre ».

9. « Se i muscoli producenti la flessione di una data articolazione predominano in una data radice, quelli producenti l'estensione predominano in un'altro ».

Nell'accettare queste tre ultime conclusioni non conviene dimenticare la spiccata tendenza di Russel di attribuire all'innervazione radicolare dei muscoli un carattere di sinergia funzionale. In ogni modo i fatti fondamentali delle conclusioni, se sembrano adattarsi molto bene al concetto funzionale dell'innervazione radicolare, non provano nulla contro il concetto morfologico.

10. « È possibile, stimolando un sol fascio di fibre in una radice, ottenere la contrazione di un solo muscolo, ed in quello soltanto ». Questa conclusione non fu confermata da Sherrington.

11. « Ogni muscolo è sempre rappresentato in più d'una radice, per solito in due, ed in diverso grado ».

12. « Quando un muscolo è innervato da due radici, le fibre muscolari che sono innervate dall'una di quelle radici non lo sono dall'altra ». Questa conclusione conferma in modo generico l'affermazione di Krause e contraddice in parte a quella di Forgue e Lannegrace.

II. Risultati delle esperienze di resezione (metodo 4):

1. « La resezione d'una qualunque radice produce la paresi nel gruppo di muscoli innervati da essa ».

2. « Questa paresi è temporanea, e scompare in breve quasi completamente ».

3. La resezione d'una radice non porta incoordinazione nelle combinazioni muscolari rimanenti, rappresentata in altre radici ». Abbiamo visto che dopo Panizza, Forgue fu il primo tra i moderni a tentare il metodo della resezione di radici ventrali. I risultati non sembrano troppo favorevoli al concetto fisiologico delle radici. Dato che ogni radice spinale rappresentasse una individualità funzionale a sè, delegata a mettere in giuoco una data combinazione muscolare sinergica, ogniqualvolta fosse requisito un atto determinato, era da aspettarsi che la resezione di una radice dovesse portare all'abolizione completa e per sempre di quello stesso atto. Invece nulla di ciò avviene, come sessanta anni prima di Russel aveva già visto Panizza.

III. Risultati della resezione d'una o più radici durante uno spasimo epilettico (metodo 5):

1. « La resezione di una o più radici produce l'alterazione della posizione dell'arto durante lo spasimo epilettico. L'alterata posizione dipende dalle combinazioni muscolari peculiari, messe fuori d'azione ».

2. « Non è prodotta nessuna incoordinazione nell'azione delle combinazioni muscolari rimanenti ».

3. Non esiste indicazione che gli impulsi che non possono scendere per la radice sezionata, cerchino di travasare in altri canali attraverso i centri spinali per raggiungere i muscoli lungo nuove vie ».

IV. Risultati delle ricerche col metodo delle degenerazioni (metodo 6):

1. « I fatti anatomici accertati mediante la dissezione in riguardo all'origine spinale dei nervi periferici sono confermati ».

2. « La degenerazione si manifesta nei nervi non disseminata, ma limitata in fasci determinati, localizzati in una data posizione della sezione trasversa dei nervi ».

Fin qui l'elenco delle conclusioni generali del primo lavoro di Russel sul plesso brachiale del cane pubblicato quasi contemporaneamente ed indipendentemente dal primo lavoro di Sherrington. Le conclusioni del secondo lavoro sul plesso lombo-sacrale della scimmia (*Macacus rhesus*), sono quasi alla lettera uguali a quelli ora esposte, sicchè rinvio il lettore ad esse ed alle poche parole di commento che io ho aggiunto. Alcuni particolari che furono argomento di disputa fra Russel e Sherrington dovranno logicamente venire esaminati dopo esposto il lavoro di questi, onde qui li tralascio. Ho riunito in tre tabelle riassuntive i risultati di fatto ottenuti da Russel, tanto per le distribuzioni motorie del plesso brachiale del cane che di quello lombo-sacrale del macaco (tab. 28, 29, 30). Da esse apparirà la notevole minuzia ed accuratezza d'osservazione dello sperimentatore, il cui lavoro merita elogio per molti riguardi. L'unico punto difettoso è il principio dottrinale che Russel cerca di puntellare in tutti i modi. Devo dedicare alcune righe all'esame dei concetti di Russel rispetto al noto quesito sul significato delle radici dei plessi e dell'innervazione radicolare dei muscoli.

Il suo modo di vedere è espresso nella seguente frase, che è come la sintesi dottrinale del suo lavoro: « In riguardo alla questione se i plessi artuali hanno significato anatomico o fisiologico, io trovo che sia difficile ammettere che i processi evolutivi che determinano quelle disposizioni di fibre siano di natura puramente morfologica, senza riguardo alla combinazione fisiologica ». Completando questa frase prudente con la prima conclusione sopracitata più recisa: « il movimento locale ottenuto colla stimolazione d'una radice intera, è ben coordinato e dipende dall'azione di un gruppo muscolare in combinazione sinergica », la posizione di Russel di fronte alla questione è determinata nettamente. Anch'egli trascura del tutto di tener conto dei teoremi fondamentali della morfologia. E questa trascuranza raggiunge quasi l'ingenuità quando giunge a chiedersi: « Se la disposizione delle fibre nervose nelle radici è puramente anatomica, perchè tutte le fibre destinate ad un dato muscolo non dovrebbero essere riunite nella stessa radice? ». Una simile domanda dimostra l'ignoranza totale delle cognizioni elementari dello sviluppo ontogenetico delle unità muscolari anatomiche dell'adulto, dalla fusione di più miomeri primitivi. Eppure già da quasi dieci anni Van Wyhe aveva dimostrato che il nesso fra i singoli miomeri primitivi ed i loro abbozzi radicolari ventrali è indissolubile; sicchè le varie radici motrici rimangono ad innervare tutti i derivati contrattili dei loro rispettivi miomeri primitivi, qualunque siano i processi di spostamento e di fusione che tendono a confonderli fra loro.

Inoltre è da rilevarsi che può sembrare azzardato l'ammissione tacita fatta tanto da Ferrier che da Russel, che la stimolazione elettrica di una radice motrice, composta di alcune diecine di migliaia di fibre nervose, possa mai corrispondere per misura modalità e proporzione, a quanto avviene quando la percorre in condizioni normali un complesso di stimoli naturali. Epperò può sembrare, giù per questa semplice pregiudiziale riguardante l'interpretazione elementare dei risultati sperimentali, azzardata oltre modo l'identificazione dei movimenti ottenuti per la stimolazione artificiale di una radice a movimenti naturali, normali qualsiasi.

Tutto vagliato, concludo dunque che il lavoro di Russel segna un notevole progresso nella coscienziosità tecnica delle ricerche, e che stabilisce molti dati di fatto nuovi ed importanti; ma che pecca nelle basi dottrinali fondamentali del problema per la trascuranza delle nozioni morfologiche relative.

Rimangono da menzionare due ultimi lavori che, sebbene cronologicamente non appartengano più al periodo che tratto nel presente capitolo, essendo posteriori a Sherrington, pure per indole e tendenza sono da ascrivere ad esso.

Page May (1897) in una ricerca sulla sede segmentale dei movimenti dell'arto posteriore dei mammiferi, intraprese la stimolazione comparata delle radici ventrali, delle radici dorsali e delle colonne bianche del midollo lombo-sacrale nel cane e nella scimmia. Non entro in dettagli sul contenuto del lavoro; mi limito a riportare tra le tabelle i risultati della stimolazione delle radici ventrali, che sono interessanti come termini di confronto (v. tab. 31).

Polimanti (1895) condensò in una breve Nota i risultati di ricerche fatte sulle radici ventrali dei plessi brachiale e lombo-sacrale di un gran numero di cani e di gatti, e sul plesso lombare dei conigli. Ho riunito nella tabella 32 i risultati

di fatto contenuti nel lavoro del Polimanti, e mi soffermerò un istante sull'esame di essi. Facendo un confronto anche sommario delle risultanze ottenute da lui con quelle degli autori precedenti, s'impone la strana divergenza che esiste fra tutti quei dati. Infatti non è possibile di concordare i risultati ottenuti da Polimanti con quelli di Bert e Langley, come vedremo nemmeno con quelli di Sherrington pel plesso lombosacrale del gatto e con quelli di Russel e May pel plesso brachiale del cane (1). Nemmeno il fatto che Polimanti non ha riconosciuta l'esistenza delle 3 classi di plesso e dei 3 tipi d'innervazione, dimostrati nel gatto da Langley, può spiegare la straordinaria discordanza fra quei tre autori. E anche se ciò si potesse pel gatto, rimarrebbe la quasi altrettanto disparata contraddizione nei risultati di Polimanti e di Russel per il plesso brachiale del cane. Di fronte a differenze siffatte nei risultati di ricerche analoghe, è doveroso soffermarsi per indagare intorno alle cause del fatto. Attribuirne la causa senz'altro alla deficienza dell'uno degli osservatori di fronte agli altri, è certo scegliere la spiegazione più facile, ma non forse la più ampiamente risolutiva. Purtuttavia, vagliando i lavori di Bert e Polimanti in confronto a quelli di Langley e di Russel, la bilancia tracolla in favore dei due sperimentatori inglesi per scrupolosa e minuziosa esattezza d'osservazione.

Citiamo un fatto. Langley e Russel non danno i loro risultati se non dopo faticose e numerose dissezioni anatomiche dei plessi sui quali esperimentano; Bert e Polimanti invece stimolano semplicemente le radici e notano gli effetti periferici, senza mostrare di darsi pensiero del *substratum* di vie nervose per le quali quelli s'effettuano; sicchè non s'accorgono per es. che nel gatto rispettivamente la 4^a rad. lombale e la 2^a sacrale ora prendono parte, ora non partecipano all'innervazione delle zampe posteriori.

Un altro fatto notevole è che Bert e Polimanti trascurano di osservare i movimenti delle unghie, organi mobili di così peculiare importanza nei gatti, mentre Langley vi dedica tutta la sua attenzione.

Confrontiamo ora Polimanti con Russel; troviamo una serie di muscoli sulla cui innervazione radicolare il primo serba il silenzio, mentre il secondo li elenca accuratamente. Purtuttavia l'equità vuole che sia dato il giusto peso ad una considerazione d'ordine più generale. Nel genere di ricerche che ci occupa, il metodo dell'osservazione globale dei movimenti eseguiti dall'arto di un animale che ha la schiena spaccata e che magari sta fissato su un apparecchio, non può non condurre ad apprezzamenti individuali soggettivi e quindi spesso erronei. Soltanto il massimo e scrupoloso e cosciente desiderio d'obiettività può far evitare i facili errori d'osservazione e d'interpretazione.

Fin qui per i dati di fatto forniti da Polimanti. Ora concediamo un rapido esame alle sue vedute dottrinali. Rilevo come il più spiccato, il punto ove egli attacca le conclusioni di Fergue e Lannegrace « che le radici non hanno nè specialità d'azione nè specialità di distribuzione e che il movimento combinato che è determinato dalla stimolazione *in toto* d'una radice è artificiale e non funzionale ». Polimanti obietta

(1) Polimanti pare non abbia conosciuto i lavori di Langley, nè quelli di Russel e di Sherrington.

che quella conclusione è tutta arbitraria e che gli autori non possono basarla su nessun fatto sperimentale (?). Inoltre egli aggiunge: « Io non arrivo a comprendere per quale ragione si dovrebbe ammettere che la volontà per eseguire un movimento, deve eccitare le fibre sinergiche di parecchie radici, mentre può raggiungere lo stesso scopo più facilmente eccitando quelle d'una stessa radice ». Questa domanda sembra essere la gemella di quella sovra citata di Russel, e ne possiede tutta l'ingenuità. Infatti le ricerche filogenetiche ed ontogenetiche hanno dato la più luminosa ed esauriente spiegazione di disposizioni anatomiche a prima vista ben più incomprensibili e paradossali! Ed anche quello dell'innervazione radicolare dei muscoli così capricciosa in apparenza, ha avuto nella sua evoluzione attraverso le specie e gli individui la più sufficiente illustrazione da esse. Ed era ad esse che logicamente dovevano rivolgersi gli sperimentatori per sciogliere i peregrini dubbî teleologici. Essi invece, sforzando la verisimiglianza, arrivano ad interpretazioni di « sinergie funzionali » *quasi grottesche*, per citare un giudizio di Sherrington. Vediamo Ferrier ed Yeo ricorrere al fendente di scimitarra nelle scimmie; vediamo Bert scoprire la radice della gioia, e Polimanti, sulle tracce di questi, oltre a quella, la radice della collera, della corte amorosa e del giuoco, concetti basati sulle varie apparenze di scodinzolamento dei cani e dei gatti per effetto della stimolazione di varie radici sacrali. Ma a questi estremi si doveva giungere necessariamente perchè la mente degli sperimentatori del gruppo che abbiamo finito di trattare non possedeva la larghezza di vedute indispensabile per abbracciare il problema nella sua integra entità. Epperò se diedero qualche buon contributo di fatto, non fecero progredire di nulla il concetto generale che doveva coniugare la fisiologia e la morfologia nella sintesi metamERICA.

SOTTOCAPO III.

Le ricerche moderne.

Nel presente capitolo verranno esposti in due prime sezioni i lavori esaurienti di Sherrington sulla distribuzione periferica delle radici ventrali e dorsali nella loro serie metamERICA. Seguiranno in una terza sezione le ricerche di Winkler e dei discepoli di questi, sulle peculiarità di struttura e funzione dei campi radicolari sensitivi (dermatomi) considerati come unità morfologiche e funzionali.

A) *La distribuzione periferica delle radici efferenti ventrali, secondo Sherrington.*

Sherrington introduce il suo lavoro col dire che avendo cominciato a studiare alcuni meccanismi riflessi del midollo spinale nel *Macacus rhesus*, gli venne fatto di incontrare certe difficoltà che gli fecero desiderare di conoscere un po' più particolareggiatamente il modo di distribuzione periferica delle radici spinali afferenti ed efferenti del midollo spinale di quell'animale. A quel desiderio dell'illustre fisiologo, la scienza deve una serie di lavori che, intrapresi come ricerche preliminari e preparative, sono divenuti un'opera colossale e completa, ricca di tali e tante osservazioni e di tali e tante idee geniali e generali, che a buon diritto il nome di Sherrington va messo nella storia delle ricerche sperimentali sulla metamERIA spinale cutanea e

muscolare, accanto a quello dei suoi due più geniali pionieri: Schreuder van der Kolk e Türck.

Comincerò in questa sezione a riferire sui lavori che riguardano la distribuzione delle radici efferenti. Sherrington nelle ricerche che ci occupano ora, ha lavorato sull'arto inferiore di sei specie d'animali: della rana, del topo, del coniglio, del gatto, del cane e del macaco. I suoi studi hanno portato: 1) sulla costituzione anatomica del plesso lombo-sacrale; 2) sulla costituzione microscopica del rigonfiamento lombale del midollo; 3) sulla distribuzione periferica delle fibre delle radici anteriori. Nel capitolo VI ho esposto i contributi più importanti recati da Sherrington al problema della costituzione dei plessi artuali. Nel capitolo IX e X mi occuperò dei suoi contributi all'argomento dell'architettura delle corna ventrali spinali. Qui mi limiterò a dare un'idea di quella parte della sua opera che riguarda la distribuzione periferica delle radici motorie. Egli soleva aprire il canale vertebrale, tagliare le radici, e sollevatele delicatamente, stimolarle del tutto od in parte con vari mezzi (meccanici, elettrici). Nel lavoro originale sono da rileggersi le precauzioni messe in atto nell'eseguire questa parte dell'esperimento. L'effetto delle stimolazioni leggere (minime sufficienti) e forti veniva osservato e descritto nel suo intero, e poi analizzato nei suoi dettagli, usando il miografo, ed osservando esternamente i muscoli od anche scoprendoli. In un'altra serie di esperienze egli stimolava la zona motrice e tagliava gradatamente le radici per vederne l'effetto. Finalmente tagliava una sola data radice, faceva sopravvivere l'animale ed osservava le deficienze consecutive nei movimenti. Riunisco a tabella i dati di fatto più importanti, così ottenuti, riportando qui alcuni dei risultati teorici più importanti (tab. 33-37).

Ricordo soltanto di passaggio gli assiomi oramai concordemente affermati da tutti gli sperimentatori, quali la natura pluriradicolare dell'innervazione della maggior parte dei muscoli degli arti e le varietà individuali concretate da Sherrington nei suoi due tipi post- e prefissi. Sull'innervazione pluriradicolare d'ogni muscolo, Sherrington osservò che:

1. « Quando un muscolo è innervato da tre radici, la stimolazione di quella di mezzo dà la contrazione più potente del muscolo ».

2. « Che le fibre innervanti i singoli muscoli nascono in serie sempre continua dal midollo per un certo tratto longitudinale ». Ciò contraddice ad un'osservazione di Peyer e Krause per il *M. pronator radii teres* del coniglio, che riceverebbe fibre dalla 7^a radice cervicale e dalla 1^a rad. toracica senza intervento della 8^a cerv. Sherrington ripeté lo esperimento e non lo poté confermare, trovando che anche l'8^a radice cerv. concorre costantemente. Per la disposizione topografica dei muscoli innervati dalla stessa radice, Sherrington dice:

3. « Nella grande maggioranza dei casi i muscoli innervati dalla stessa radice giacciono continui, sicchè formano una striscia, un nastro, un raggio continuo di tessuto muscolare ». Da ciò seguirebbe che i derivati dei singoli miomeri primitivi, gli abbozzi artuali fusi dei miotomi, manifesterebbero ancora la loro provenienza unitaria, per una certa vicinanza topica.

Intanto osserviamo che le eccezioni a questa regola sono molte (v. fig 49, di Bolk) e Sherrington stesso ne indicò già alcune.

Per il significato dei fascetti di fibre dei quali si compongono le radici, Sherrington trovò:

4. « *I fascetti individuali delle radici anteriori (ventrali) rappresentano in miniatura le radici intere, e stimolati danno effetti qualitativamente del tutto eguali alla stimolazione dell'intera radice, abbenchè non quantitativamente* ». Sherrington illustra questo concetto ancora dicendo: « Il mischiamento delle fibre motrici destinate ai vari muscoli è già grande al punto stesso ove escono dal midollo, sicchè ognuno dei fascetti di cui si compongono le radici consta di aggregazioni di fibre che rappresentano (per quel che riguarda i muscoli dello scheletro) tutti i gruppi di fibre contenute nella radice intera ». Sappiamo che Russel è giunto al risultato opposto, accusando Sherrington di non aver tenuto conto delle derivazioni delle correnti usate per stimolare: il quale appunto, rivolto ad uno sperimentatore valente come Sherrington, è veramente un po' arrischiato. Vedremo che per quanto l'analogia possa valere in queste questioni, le ricerche di Winkler e Van Rynberk per le radici dorsali ci mostrano una completa conferma dell'opinione di Sherrington.

Passiamo ora all'antico dibattito, se sia da attribuirsi significato morfologico o fisiologico alle radici spinali ed ai plessi nervosi. Riporto qui alcune conclusioni di Sherrington, la cui portata verrà intesa da ognuno anche senza molte parole di commento.

5 a. « Il meccanismo spinale per il movimento individuale d'una singola parte artuale, come sarebbe un dito, è distribuito nel midollo in modo che le fibre efferenti che sboccano nelle radici spinali, non rappresentano in nessuna radice o parte di radice, perfettamente un qualunque movimento diverso, ma lo rappresentano sempre imperfettamente ».

5 b. « Il taglio di una radice efferente porta debolezza in molti movimenti; giammai la perdita di un dato movimento coordinato (cioè d'un dato atto) ».

5 c. « La stimolazione delle singole radici di moto non ha per effetto nulla che abbia rapporto con un qualunque movimento coordinato ».

La concordanza piena ed intera di queste tre proposizioni è troppo evidente perchè io creda opportuno aggiungervi nulla. Stimò utile però di tradurre qualche altro brano del lavoro del 1892 che illumina più chiaramente il pensiero di Sherrington ed il problema stesso del quale tante volte ci siamo già dovuti occupare. « Sembra assai difficile provare la valevolezza della conclusione di Ferrier e Yeo. La semplice rassomiglianza della posizione assunta da un arto per effetto della stimolazione d'una delle sue radici spinali, con una delle molteplici posizioni assunte da esso nell'attività normale del corpo, sembra una base assai mal ferma. Quando una rana tenta d'arrampicarsi lungo le pareti della campana ove è prigioniera, il suo treno posteriore assume un'attitudine d'estrema estensione, che possiede una rassomiglianza, almeno d'apparenza, colla posizione assunta da essa durante un crampo stricnico o sotto la stimolazione della 8^a radice. Ma è permesso di dedurre da questa rassomiglianza che la stimolazione dell'8^a radice spinale produce realmente un movimento ben coordinato nell'arto? Quando ho stimolato con forti correnti in modo da portare in piena azione ogni componente dell'unità complessa costituita da una radice, il movimento risultato m'è sembrato piuttosto rassomigliante ad un crampo stricnico che ad un movimento in regolare

condizione. Se d'altra parte si pretende che si debbano usare stimolazioni minime, io non ho potuto mai ottenere qualche cosa avente relazione con un movimento coordinato. Per es. la stimolazione esattamente efficace della 9^a radice sottotoracica di macaco reso produce abduzione della coda, insieme a flessione delle dita e dell'alluce. Stimolazione debolissima dell'8^a produce talvolta flessione del mignolo e dell'alluce senza movimento delle dita interposte; tal'altra, flessione del dito 3° e 4° senza movimento nelle altre dita; frequentemente poi, chiusura dell'ano insieme ad apposizione e flessione dell'alluce. Queste combinazioni s'impongono all'osservatore come bizzarre se non grottesche, e, come ripeto, dànno poco suggerimento che sia messa in atto una sinergia altamente coordinata *. Recentemente poi, nel capitolo sul midollo spinale nel magistrale « Textbook of Physiology » edito da Schäfer (1900), Sherrington si pronuncia, se possibile, ancora più recisamente. Ivi, dopo aver insistito sulla variabilità dell'innervazione radicolare di moto, egli continua così: « La frequenza della varietà individuali fa apparire in una luce almeno ridicola l'opinione di alcuni, che cioè ogni radice spinale di moto sia una collezione di fibre raccolte insieme con un intento funzionale, e rappresenti un movimento dell'arto coordinato in un modo particolarmente elevato; tutto al contrario: per la frequenza di quelle varietà è dimostrato che è indifferente per il meccanismo funzionale degli arti che un dato gruppo muscolare sia rappresentato in una data radice spinale o no... La radice spinale è una collezione morfologica: essa contiene frammischiate fibre del tutto eterogenee quali adduttrici dell'alluce con protrusori del diaframma pelvico ».

A queste conclusioni e considerazioni d'ordine generale, aggiungo ancora due osservazioni particolari importanti per lo stesso argomento.

6. « Di due movimenti opposti di un'articolazione, quello diretto verso la faccia anteriore (cioè ventrale) dell'arto è sempre rappresentato più anteriormente (più in alto, cioè più cranialmente) nelle radici spinali (cioè nel midollo) di quello antagonista a direzione opposta ». Riporto qui una tabella figurata di Sherrington che illustra bene questa conclusione, la cui parentela con le vedute di Herringham è evidente. Da essa appare anche manifestamente che nella coscia sono riuniti i derivati di miomeri relativamente assai distanti (v. tab. 37).

7. « La caviglia ed il polso, che sembrano a prima vista limiti naturali separanti due porzioni fondamentalmente distinte dall'arto, non sono considerati tali nei segmenti spinali ». Questa conclusione può aver valore contro alcune vedute esposte da Brissaud, di cui mi occuperò a suo tempo. Ma non bisogna scordarsi che per Sherrington, segmento spinale e radice sono in un certo modo concetti identici, il che è appunto negato da Brissaud, sebbene senza nessuna base morfologica esatta.

Per terminare le conclusioni di Sherrington sul problema del significato di radici e plessi, rimane ancora da riferirne un'importantissima sui plessi.

8. « Io credo che Ioh. Müller aveva ragione attribuendo alla disposizione delle radici motrici entro i plessi artuali un significato anatomico, basato sulla metameria, piuttosto che un significato teleologico, dipendente da una supposta necessità di coordinazione funzionale ». Finalmente dopo quasi un secolo di ricerche e di dibattiti siamo arrivati alla soluzione del problema, e si sente pronunciata la parola *metameria*, che forma la chiave delle misteriose ed intricate attribuzioni dei plessi artuali ed in genere della distribuzione periferica delle radici spinali.

Aggiungo un'ultima conclusione sul modo nel quale, come risulta dal precedente capoverso doversi considerare l'arto in toto.

9. « Si deve considerare l'arto come un organo di struttura segmentale, e che, plasmabile come il resto del corpo, è stato plasmato dalla variabilità e dalla funzione, ma non così fortemente che ne sia stato seriamente oscurato il piano architettonico segmentale ». Sherrington basa su questa conclusione un'altra importante anche essa che merita di essere ricordata e che anche oggi può servire come indirizzamento ad eventuali studi ulteriori: « la chiave della distribuzione periferica delle radici spinali (plessi ecc.) è da cercarsi piuttosto nello studio dei fatti anatomici che nella speculazione sul significato funzionale dei singoli muscoli ».

Restano ancora a riportarsi due conclusioni interessanti; l'una ha rapporto alla tesi antica di Panizza e Kronenberg riguardo all'azione protettiva contro la *fatica* da ascrivere secondo loro ai plessi; l'altra si pronunzia contro la seconda conclusione di Forgue e Lannegrace.

10. « Panizza e Kronenberg hanno perfettamente ragione quando suppongono che quando s'è prodotta fatica in un muscolo per la stimolazione d'una data radice spinale, il muscolo non è ancora affatto stanco rispetto alla stimolazione proveniente da un'altra sua radice efferente. Però ciò non dipende affatto dalla disposizione plessuale delle fibre radicolari », Infatti la seguente conclusione ci dà la spiegazione del fatto.

11. « Nei muscoli maggiori, la distribuzione delle fibre nervose provenienti dalle varie radici si effettua in un certo modo indipendentemente l'una dall'altra, il che s'accorda colle ricerche istologiche (Krause ecc.) che dimostrarono che nessuna fibra muscolare è innervata da fibre di più d'una radice ». Per i piccolissimi muscoli del piede, solo rimanendo quest'ultimo reperto istologico, Sherrington ammette con Forgue che le fibre delle varie radici si frammischiano, sicchè ivi non esiste innervazione « cantonnée ».

In tutti i muscoli di maggior mole invece l'innervazione radicolare è « quartierata » in territori segmentali distinti e delimitati.

E con questo termino la rassegna dei più notevoli contributi portati da Sherrington all'argomento dell'innervazione radicolare di moto, contributi che hanno definitivamente rimesso in carreggiata i problemi riferentisi ad essa. Ora passiamo all'analisi del lavoro suo sulla distribuzione periferica delle radici dorsali, cioè dunque sull'innervazione radicolare della cute.

B) *La distribuzione periferica delle radici afferenti dorsali, secondo Sherrington.*

Le « Ricerche sulla distribuzione periferica delle fibre delle radici posteriori di alcuni nervi spinali » pubblicate negli Atti della Società Reale di Londra, 1893, formano l'*opus maximum* di Sherrington. Esso consta di tre parti: Nella prima egli stabilisce sperimentalmente da quali radici spinali dorsali risultano formati i rami cutanei dei nervi periferici dell'arto anteriore e posteriore. Nella seconda parte stabilisce in modo completo ed esauriente l'area di distribuzione cutanea non soltanto di tutti i nervi spinali, ma ancora dei nervi cranici. Nella terza parte finalmente

abborda il problema del meccanismo spinale riflesso dal quale era stato occasionato tutto il lavoro. Inoltre poi restano da notarsi alcune memorie minori come sul riflesso rotuleo sulle aree radicolari cutanee tattili ed algetiche ecc. Nelle ricerche riguardanti la costituzione metamERICA dei rami cutanei Sherrington procedeva con un metodo assai ingegnoso.

Cercato il ramo cutaneo la cui costituzione radicolare egli desiderava determinare lo tagliava e ne stimolava il capo centrale. Fra gli effetti della stimolazione (alterazione dell'apertura pupillare, della pressione sanguigna) egli sceglieva il più semplice: la reazione riflessa muscolare, per stabilire che la stimolazione era pervenuta al midollo. Poi cominciando molto in basso, sezionava ad una ad una alcune radici dorsali, e notava quando il riflesso, per il taglio di una data radice, diminuiva. In tal modo egli stabiliva quale era la radice posteriore più bassa per la quale passano le fibre afferenti del nervo che era in esperimento e continuando determinare quante radici era necessario sezionare perchè il riflesso cessasse del tutto.

Poi ripeteva l'esperienza per il ramo nervoso omonimo dell'altro lato del corpo. Ma come prima egli tagliava le radici spinali cominciando dal basso, nella seconda esperienza le tagliava cominciando dall'alto.

Così gli riusciva di determinare esattamente quale fosse la radice più alta e quella più bassa per la quale passavano fibre afferenti dal nervo esaminato, e comprovava quante radici in tutto bisognava sezionare per far cessare ogni riflesso. Quelle radici enumerate esattamente nella necropsia successiva all'esperienza rappresentano quindi la costituzione metamERICA del nervo. Sherrington eseguì queste ricerche sul gatto e sul *Macacus rhesus*. Siccome esse formano le sole ricerche fatte finora per stabilire la composizione radicolare metamERICA di nervi periferici con metodi sperimentali, riporto le due tabelle dei risultati di Sherrington. Essi costituiscono un contributo notevole all'odoneuromeria la quale rappresenta ancora in gran parte un campo vergine (tab. 38-39). Rilevo fra le conclusioni di Sherrington che i rami nervosi da lui esaminati mostravano tutti d'essere costituiti da materiale derivato da più segmenti spinali, sicchè ne veniva, messa in evidenza la natura polimerica o pluri-segmentale di quelle vie nervose afferenti. Inoltre veniva ad essere data di già un'idea generale dell'innervazione radicolare cutanea.

Questa poi venne fatta oggetto d'una serie di ricerche dirette complete ed esaurienti che ora prenderò in esame. Sherrington cominciò a determinare i campi radicolari cutanei nell'arto inferiore della rana, ove pure Eckhard 50 anni prima aveva fatto la prima ricerca metodica e sistematica della distribuzione periferica delle radici spinali dorsali. I risultati di fatto riguardanti l'estensione e la disposizione delle zone radicolari determinate da Sherrington appaiono chiaramente dalle fig. 58-59 ove è pur facile fare il confronto coi risultati ottenuti da Eckhard, la cui bontà ed esattezza appaiono in modo evidente. Anche le conclusioni generali di Eckhard vennero quasi integralmente confermate da Sherrington come si può giudicare dalle sue conclusioni formulate in base alle sole determinazioni fatte sull'arto posteriore della rana.

Io lo riproduco qui; in appresso riporterò quelle riguardanti il macaco per facilitare i confronti tra le regole fondamentali dell'innervazione radicolare in quelle due specie animali così distanti.

1. « Sebbene ogni radice spinale dia nei plessi artuali fibre a parecchi tronchi nervosi, pure la distribuzione cutanea di ogni radice è composta non da aree disgiunte, ma da aree così congiunte da formare un campo distributivo radicolare unito ».

2. « Ogni campo o zona radicolare cutanea ricopre le zone radicolari limitrofe per una notevole estensione: *embricatura* (overlap). L'embricatura della zona situata immediatamente in avanti (cranialmente) si può chiamare *embricatura anteriore*, quella della zona immediatamente successiva (caudale) invece *embricatura posteriore* (anterior and posterior overlap) ».

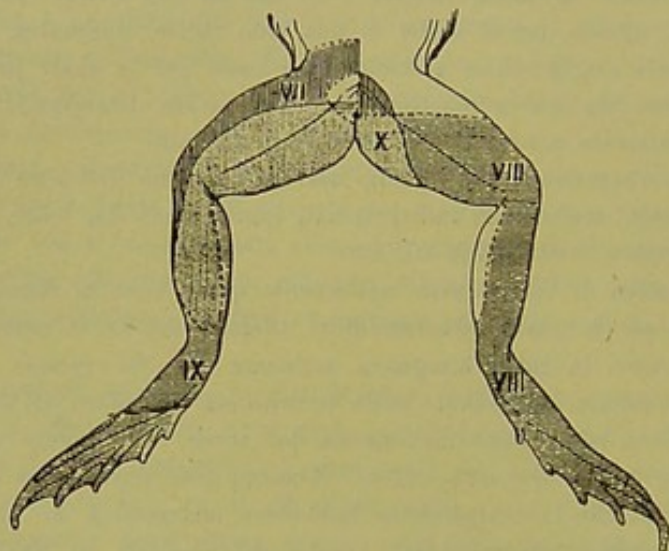


FIG. 58. — Innervazione segmentale della cute del treno posteriore della rana, secondo Sherrington. Aspetto dorsale.

3. « Ogni zona radicolare raggiunge la linea mediana del corpo, tanto dorsalmente che ventralmente, e la oltrepassa anche sebbene per pochissima estensione. In ogni modo esiste quindi un'*embricatura incrociata* tanto nella faccia dorsale (embricatura incrociata dorsale), che nella faccia ventrale (embricatura incrociata ventrale). (Dorsal and ventral crossed overlap) ».

4. « Giudicata dalla sua innervazione radicolare, la cute della punta terminale del cocige occupa una posizione segmentale più posteriore di quella che circonda l'orificio anale ».

4^{bis}. « Nell'arto, la pelle della faccia estensoria (frontale) della coscia è situata segmentalmente più in avanti di quella della gamba e del piede; ma la pelle della faccia flessoria (posteriore) della coscia occupa la medesima situazione segmentale di quella del piede ».

4^{ter}. « La porzione di pelle segmentalmente più posteriore dell'arto è l'area sessuale, caratterizzata dalla presenza di speciali glandole (radice X) ».

5. « La porzione periferica d'ogni zona radicolare è meno eccitabile del rimanente. Il margine non ha limiti netti, perchè la sensibilità vi degrada continual-

mente fino a scomparire. In ogni modo i limiti sono più netti nell'embricature incrociate che in quella anteriore o posteriore ».

6. « Le variabilità individuali sono evidenti e seguono la legge già enunciata dei tipi pre- e post-fissi dell'innervazione radicolare ».

6^{bis}. « Nello stesso individuo la pelle di un arto può essere prefissa, mentre la muscolatura non lo è ».

6^{ter}. « Fra l'arto di destra e di sinistra non fu mai notata differenza di tipo: l'innervazione radicolare appare sempre distribuita con simmetria bilaterale ».

7. « La legge di Schreuder van der Kolk, Eckhard, Peyer, che i muscoli sono

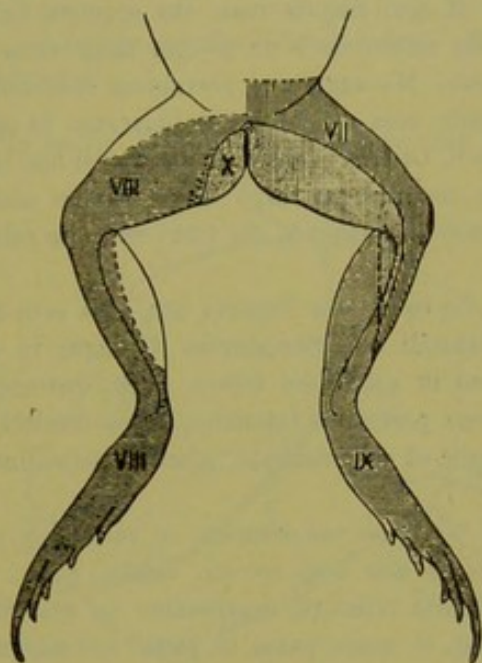


FIG. 59. — Innervazione segmentale della cute del treno posteriore della rana, secondo Sherrington. Aspetto ventrale.

innervati dalla stessa radice che innerva le aree cutanee che li ricoprono, appare talvolta, esatta, ma patisce numerose eccezioni ».

Passiamo ora alle considerazioni che Sherrington ha aggiunto alle conclusioni precedenti dopo il suo esauriente lavoro sul macaco.

La distribuzione delle radici dorsali in campi chiusi. — Anche nel macaco, le aree cutanee innervate dalle singole radici formano campi chiusi e continui. Aree disgiunte nel senso come quelle descritte da Türk nel cane (2^a, 3^a toraciche) non sembrano esistere nel macaco.

Le embricature. — L'embricatura antero-posteriore nel macaco è così considerevole, che ogni punto della pelle è innervato da almeno due e talvolta da tre radici dorsali. E ciò avviene nel tronco così come negli arti. Come illustrazione riporto

una figura schematica, ove Sherrington rappresenta la disposizione reciproca delle aree della 3^a, 4^a e 5^a radice toracica a livello del capezzolo della mammella (fig. 60).

È da osservare che l'embricatura incrociata è assai meno significativa: al massimo equivale ad 1 c. m. nel macaco. Essa è maggiore nella linea mediana ventrale che in quella mediana dorsale.

La forma e la disposizione delle aree radicolari. — Nella sua forma più semplice, ogni area radicolare forma una zona a fascia che va dalla linea mediana dorsale a quella ventrale. Ciò è evidente nella parte superiore del torace ove la forma del corpo è press'a poco cilindrica. Più in basso incomincia ventralmente una fuggita delle aree in direzione caudale, sicchè ivi la porzione ventrale giace più in basso che la porzione dorsale di ogni singola zona, che acquista così una posizione un po' obliqua. Inoltre ogni zona radicolare è un po' più larga verso la linea mediana ventrale che in quella dorsale. Ma sugli arti prevalgono condizioni ben più complicate. Innanzi tutto, mentre nella rana 4 sole radici innervano la cute dell'arto posteriore, nel macaco vi concorrono 8. Le aree cutanee di queste poi non raggiungono tutte, come nella rana, le due linee mediane del corpo: o ne toccano una sola, oppure non raggiungono nè l'una nè l'altra, rimanendo del tutto confinate nella porzione distale dell'arto.

Per rendersi conto del come stia disposta una data area radicolare, conviene ricordarsi bene i limiti naturali che Sherrington distingue in ognuna di esse e che tipicamente si riconoscono in quelle del tronco. Egli distingue dunque un limite anteriore (craniale) ed uno posteriore (caudale), perpendicolari all'asse longitudinale del corpo; poi uno dorsale ed uno ventrale, giacenti nelle linee mediane dorsale e ventrale del corpo.

Ora, considerata la posizione che occupano le varie aree radicolari, Sherrington conclude che nelle estremità esse sono *stirate*. Infatti, p. es., le prime aree che si trovano parzialmente sull'arto inferiore, manifestano un evidente *stiramento* del loro limite posteriore (caudale), il quale passa in parte sull'estremità (1^a, 2^a lombare). Scendendo più in basso, vediamo che le aree vengono inoltre *dislocate* in modo che, come ho già detto, vengono a perdere in parte o del tutto il loro contatto colle linee mediane del corpo.

Non posso dar qui la serie di considerazioni e descrizioni fatte a questo proposito da Sherrington; riporto soltanto la sua conclusione che costituisce una concezione teorica geniale ed una schematizzazione fortunata di condizioni topografiche complesse e poco chiare, ed una serie di tre figure molto dimostrative.

Egli dimostra che la posizione delle singole aree radicolari e la loro disposizione reciproca è direttamente intelligibile, qualora si supponga che le linee mediane dorsale e ventrale del corpo, si continuino ad angolo retto sugli arti a formarvi le linee *assiali* dorsale e ventrale. Le aree radicolari che perdono il loro contatto colle linee mediane del corpo si mettono in rapporto e restano limitate dalle linee assiali equivalenti dell'arto. I limiti anteriore e posteriore diventano prossimali e distali sull'arto. Per render facilmente comprensibile come è avvenuta la dislocazione lungo le linee assiali dell'arto, giova cominciar a descrivere la forma e la disposizione p. e. delle aree radicolari sull'arto anteriore (v. figg. 61-65). La 2^a e 3^a zona radicolare cingono

spalla, ma quello caudale s'allunga assai sull'arto fino ad oltre la piega del gomito.

In questo caso dunque il lembo artuale dell'area è ancora maggiore. Inoltre c'è

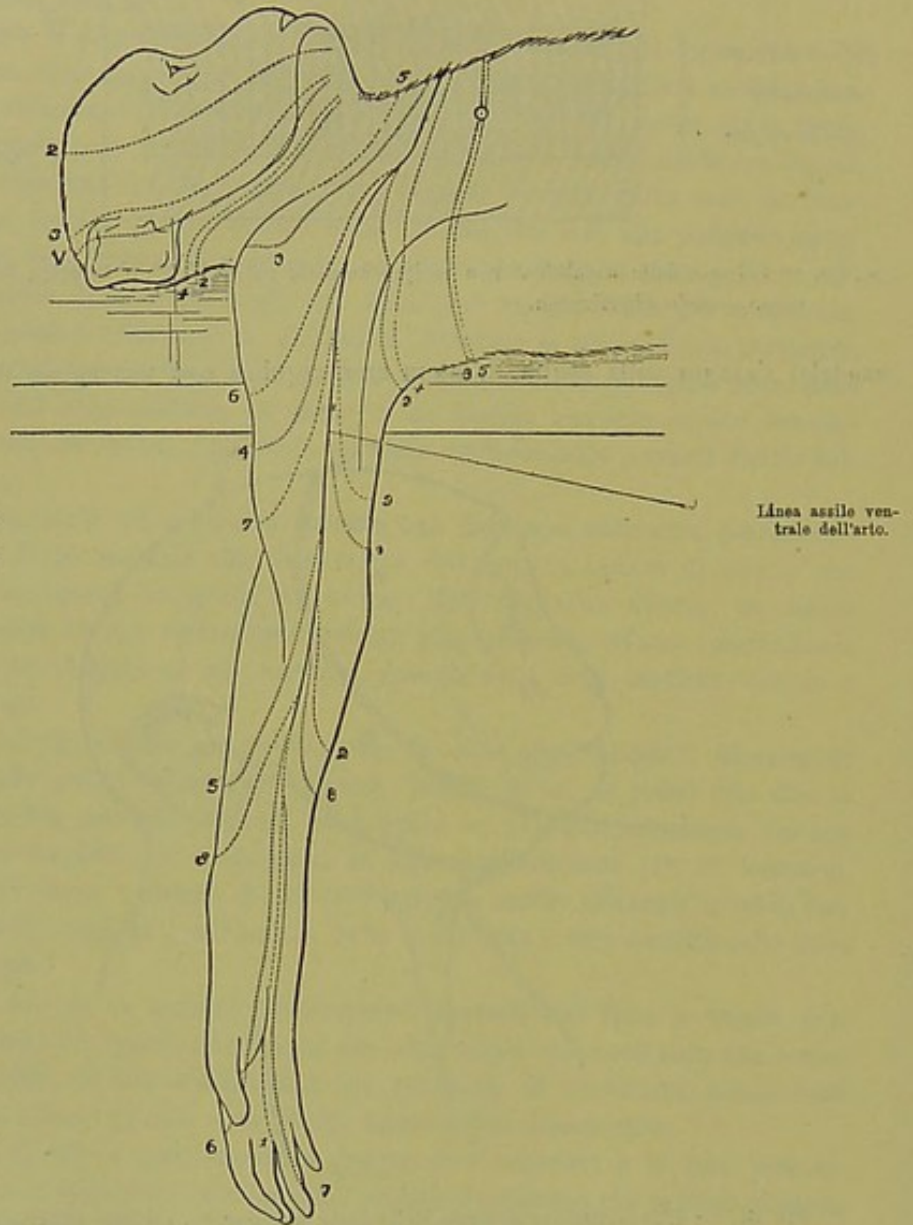


Fig. 62. — L'innervazione segmentale del collo, dell'arto anteriore e della parte anteriore del tronco sul macaco, secondo Sherrington.

da osservare che mentre nella 3^a zona i due limiti anteriore e posteriore, nascendo nella linea dorsale mediana, raggiungono quella ventrale mediana, nella 4^a e specie nella 5^a ciò non avviene più: in queste l'origine del limite posteriore si è spostata

lungo la linea assile dorsale dell'arto, ed anche il suo termine non è sulla linea

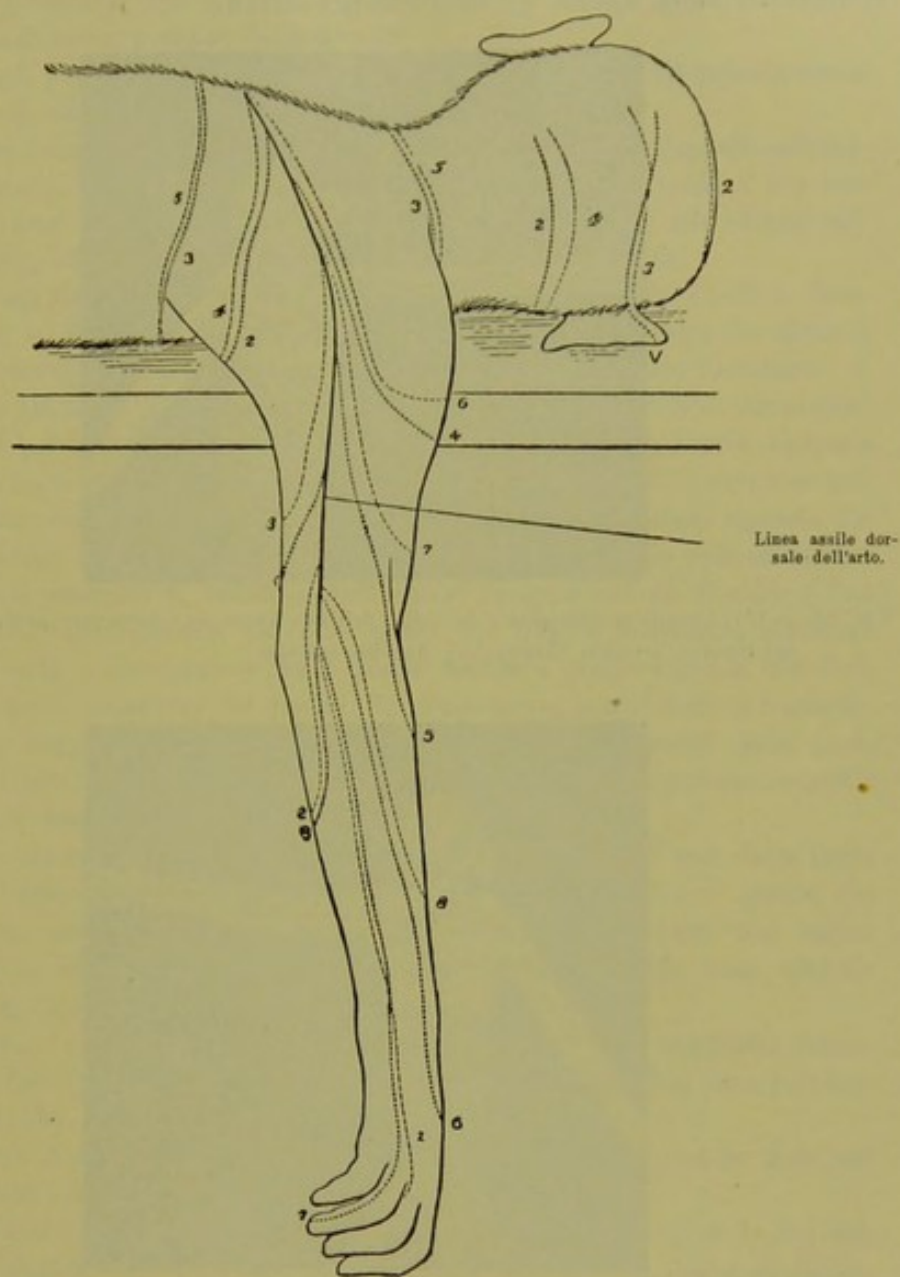


FIG. 63. — L'innervazione segmentale del collo, dell'arto anteriore e della parte anteriore del tronco nel macaco, secondo Sherrington. Aspetto dorsale.

Leggenda delle figure 62 e 63.

V. Limite posteriore del territorio innervato del Trigemino.

2 --- , 3 --- , 4 --- = Limiti craniali.

2 , 3 , 3 = Limiti caudali dei dermatomi cervicali e toracici.

mediana ventrale del corpo, bensì nella linea assiale ventrale dell'arto. Procedendo a rendersi conto attentamente del comportamento della zona 6^a in confronto alle

precedenti, è facile capire la posizione della 7^a, che non tocca in nessun punto le linee mediane del corpo, essendo del tutto dislocata sull'arto.

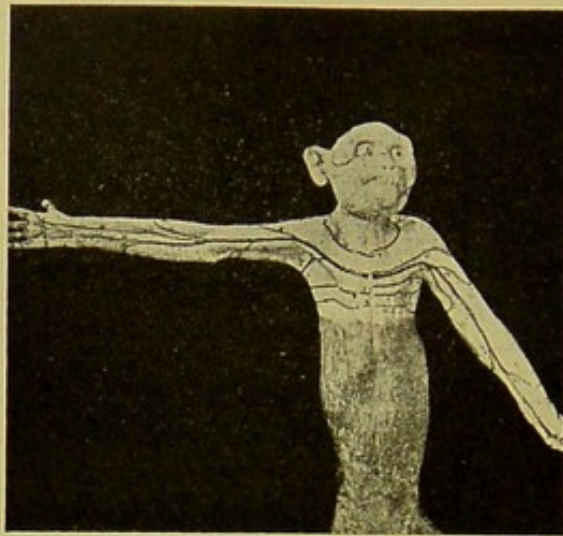


FIG. 64. — L'innervazione segmentale del collo, dell'arto anteriore e della parte anteriore del tronco, nel macaco, secondo Sherrington. Aspetto ventrale.



FIG. 65. — L'innervazione segmentale del collo, dell'arto anteriore e della parte anteriore del tronco, nel macaco, secondo Sherrington. Aspetto dorsale.

Leggenda delle figure 64 e 65.

In queste figure i limiti segmentati sono stati designati su modello di gesso, in modo che sulla metà sinistra del corpo sono segnati soltanto i limiti anteriori (craniali) e su quella destra soltanto quelli posteriori (caudali). A sinistra quindi le cifre 2, 3, 4 ne significano i limiti craniali, a destra i limiti caudali dei dermatomi cervicali e toracici.

Lo stesso dicasi dell'8^a zona cervicale e della 1^a e 2^a toracica. Per comprendere la posizione di queste ultime, è opportuno rendersi prima conto della disposizione

delle aree 2^a e 3^a toracica, cominciando dal basso. Allora si vedrà che la posizione della 1^a e 2^a toracica di fronte a quella della 3^a e 4^a, è analoga a quella della 7^a e 6^a cervicale di fronte a quella della 5^a e 4^a.

Per gli arti posteriori si verificano condizioni non dissimili fundamentalmente da quelle trovate per quelli anteriori (v. le figg. 66, 67, 68).

Per render chiaro come questa disposizione possa intendersi sviluppata nell'evoluzione embrionale, Sherrington ha dato uno schema (fig. 69) che rende il suo concetto in modo assai evidente. Per chi ha seguito il mio commento allo schema analogo di Bolk (fig. 42), questo di Sherrington è senz'altro intelligibile.

Dai confronti degli schemi come anche dai confronti delle figg. 61-68 di Sherrington e quelle 40, 41, 43-46 di Bolk appare anche la differenza di fatto che divide il loro modo di concepire la innervazione radicolare degli arti. Secondo Sherrington si dislocano sulle estremità le aree radicolari *in toto*, mentre secondo Bolk ciò avviene soltanto per la porzione latero-ventrale (innervata dalla divisione primaria anteriore o ventrale del nervo spinale), mentre la parte dorsale (innervata dalla divisione primaria posteriore, o dorsale) o non esiste affatto (7^a ed 8^a cerv.) o rimane separata dal resto del dermatoma vicino alla linea mediana dorsale (5^a, 6^a, 9^a zona radicolare). Vedremo che questo contrasto di vedute è stato risolto recentemente da Winkler e Van Rynberk in modo soddisfacente. Un altro punto ove Bolk e Sherrington sembrano discordare sta nella « discrepanza » fra il campo dorsale e quello ventrale, che Bolk trovò esistere per i dermatomi del tronco. Per Sherrington questo fatto si è manifestato con la « sfuggita » della porzione ventrale delle aree radicolari della parte inferiore del tronco, per cui esse prendono posizione obliqua e la porzione ventrale viene ad essere situata assai più caudalmente di quella dorsale.

Posizione segmentale dell'ano e della vulva. — Nella rana, la cute della punta terminale del cocige occupa una posizione segmentale più posteriore di quella che circonda l'orificio anale. Medesimamente nel macaco la vulva e l'ano non stanno al polo posteriore del corpo, ma si trovano, come l'ombelico, nella linea ventrale mediana (v. fig. 64).

Le variazioni individuali. — Le variazioni individuali sono costituite principalmente dai due tipi d'innervazione radicolare fissati da Sherrington come post-fisso e pre-fisso (vedi Cap. VI).

La legge di Schreuder van der Kolk. — La legge di Schreuder van der Kolk non è applicabile senz'altro al macaco.

L'eccitabilità nelle singole aree radicolari. — Come nella rana, anche nel macaco, in ogni singola area radicolare, l'eccitabilità è massima nel mezzo del campo, minore ai bordi.

Fin qui le conclusioni di Sherrington per il macaco, riportate in concordanza a quelle fondamentali trovate per la rana. Ora passiamo a riferire ancora di alcune altre.

1. « Le articolazioni che, come quelle del gomito, del ginocchio, del polso e della caviglia, potrebbero sembrare limiti naturali demarcanti porzioni dell'arto fundamentalmente distinte, non sono considerati come tali nella segmentazione spinale, manifestata dalla distribuzione delle radici posteriori (dorsali).

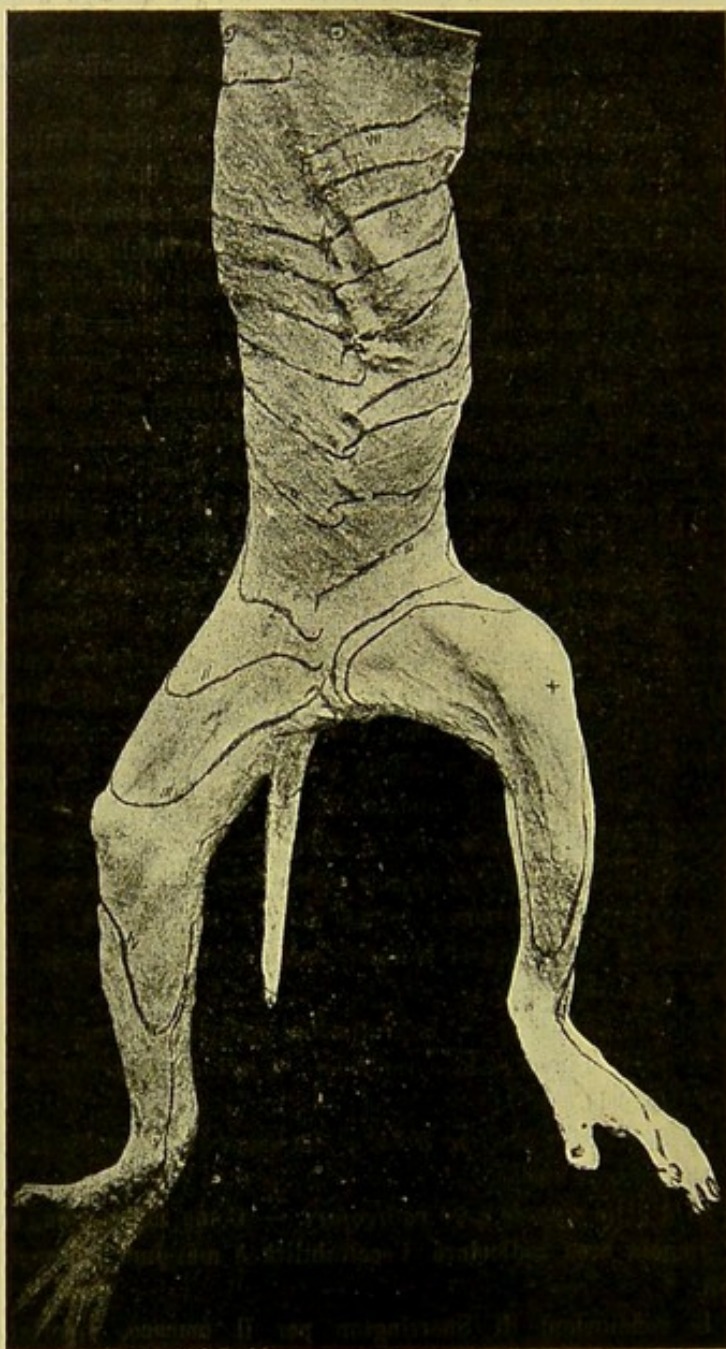


FIG. 66 — Innervazione segmentale della parte posteriore del corpo del macaco, secondo Sherrington.
Aspetto ventrale.

Leggenda della figura 66.

Sulla metà sinistra del corpo (modello in gesso) sono disegnati soltanto i limiti *craniali*, su quella destra quelli *caudali* dei dermatomi.



FIG. 67. — Innervazione segmentale della parte posteriore del corpo del macaco, secondo Sherrington.
Aspetto laterale.

Leggenda della figura 67.

Sulla metà sinistra del corpo (modello in gesso) sono disegnati soltanto i limiti *craniali*, su quella destra, quelli *caudali* dei dermatomi.

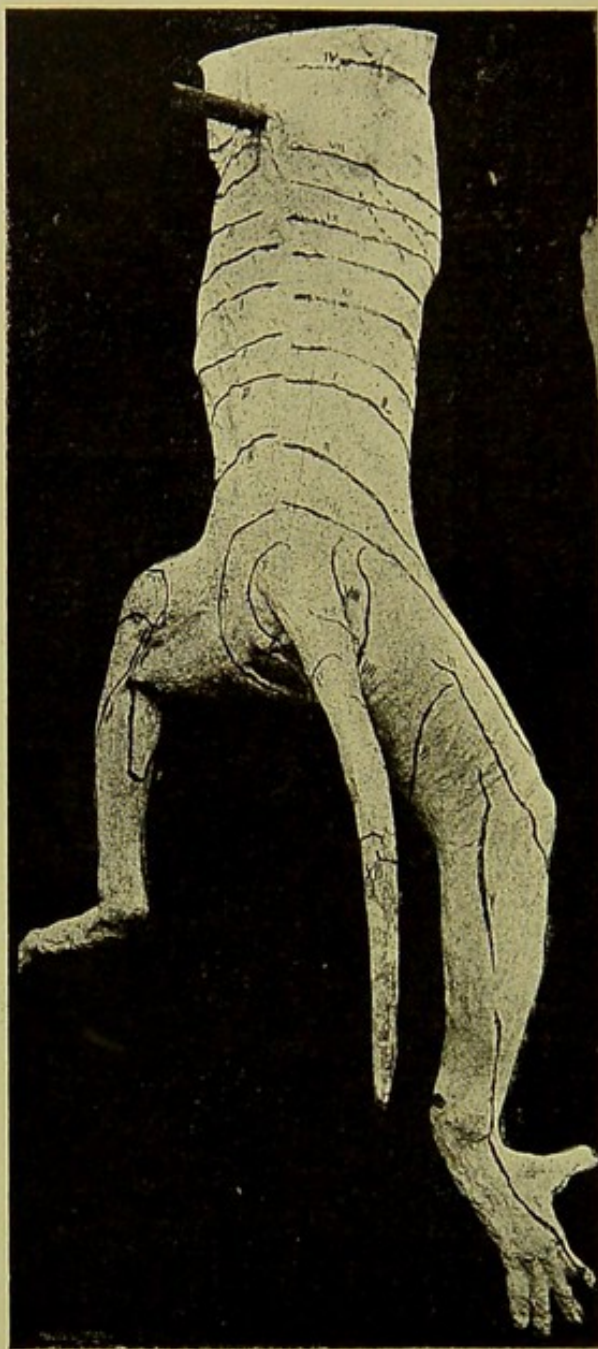


FIG. 68. — Innervazione segmentale della parte posteriore del corpo del macaco, secondo Sherrington. Aspetto dorsale.

Leggenda della figura 68.

Sulla metà sinistra del corpo (modello in gesso) sono disegnati soltanto i limiti *craniali*, su quella destra quelli *caudali* dei dermatomi.

2. • La distribuzione periferica delle radici spinali manifesta, tanto negli arti che nel resto del corpo, il significato morfologico della sua costituzione, piuttosto che un significato funzionale basato sulla coordinazione •.

3. • Il numero delle dita di un'estremità non ha nessun rapporto col numero di radici che entrano nel plesso che la innerva •.

4. • Le aree di distribuzione cutanea delle radici posteriori non corrispondono colle aree di distribuzione cutanea delle radici anteriori, giudicata dalla distri-

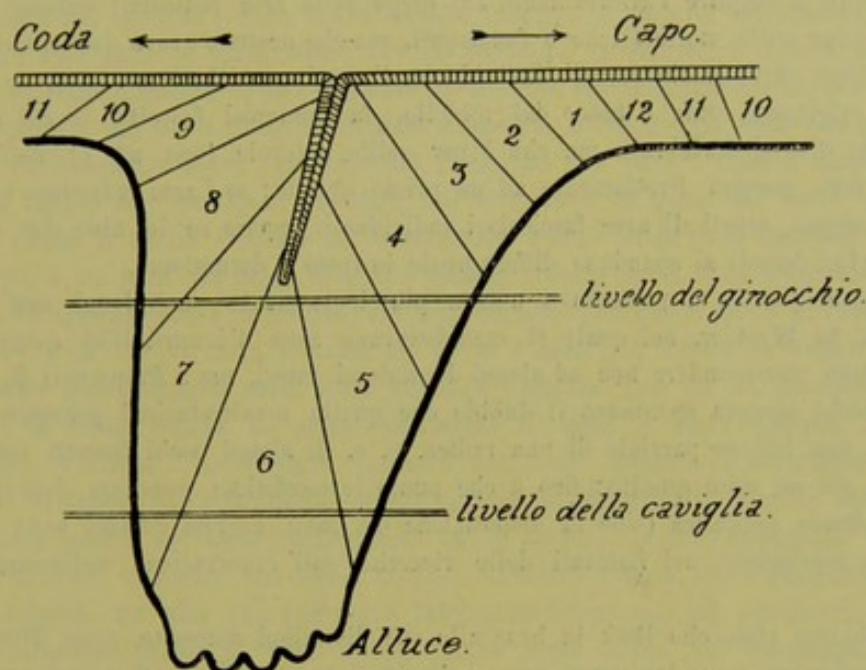


FIG. 69. — Schema dell'innervazione segmentale dell'arto posteriore del macaco, secondo Sherrington.

buzione delle loro fibre pilomotorici. Le zone radicolari cutanee pilomotorici e sensitive non corrispondono •.

5. • Corrispondono invece le zone radicolari sensitive cutanee (dipendenti cioè dai gangli intervertebrali) e le zone pilomotorici innervate dai gangli corrispondenti del gran simpatico •.

6. • Corrispondono anche (come pure già suppose Langley) le aree radicolari sensitive cutanee (dipendenti cioè dai gangli intervertebrali), e quelle secretorie dipendenti dai gangli corrispondenti del G. simpatico •.

7. • Per quel che riguarda le aree cutanee vasomotorici, sembra che nel macaco esista una curiosa corrispondenza fra le aree di cute *sessuale* semierettile, alla radice della coda, sulla natica e lungo la faccia posteriore della coscia ed il complesso delle aree cutanee sensitive innervate dalla 10^a, 9^a, 8^a radice post-toracica •.

C) *Le ricerche di Winkler e dei suoi discepoli.*

Finalmente siamo arrivati all'ultima tappa nella storia delle ricerche sperimentali sulla distribuzione periferica delle radici spinali. Rimane da analizzare ancora tutto un insieme di fatti e di dottrine risultante da una serie di lavori sperimentali del neurologo d'Amsterdam, Winkler, e dei suoi allievi Coenen, Langelaan e Van Rynberk. Il punto di partenza dal quale Winkler prese le mosse fu la considerazione che tutti gli autori precedenti, compresi Sherrington e Bolk, avevano concentrato i loro sforzi bensì a scoprire l'allineamento sul corpo delle aree radicolari cutanee considerate come unità morfologiche e funzionali, ma che nessuno aveva dato notizie sulla costituzione ed il funzionamento individuale di quelle unità stesse. Ora, le radici dorsali originano, come è noto, dal midollo, da numerosi fascetti, il cui numero varia nei diversi vertebrati, ma che è per solito notevole (fino ad 11 nell'uomo). Questo fatto portava direttamente ad un primo quesito: se l'area radicolare cutanea, il dermatoma, consti di aree fascicolari individuali, oppure se le fibre dei fascetti delle radici dorsali si spandano diffusamente in tutto il dermatoma.

Questo quesito si presentava ancora più logicamente per alcuni casi clinici osservati da Winkler, nei quali si manifestavano zone d'insensibilità cutanea che sembravano corrispondere non ad alcuni dermatomi interi, ma a frammenti di dermatomi, sicchè sorgeva spontaneo il dubbio che quelle manifestazioni potessero dipendere da una lesione parziale di una radice, p. e. di alcuni pochi fascetti radicolari. Sorgeva poi un altro quesito: fino a che punto le condizioni peculiari dell'innervazione cutanea periferica (cioè la disposizione dei rami nervosi cutanei ecc.) trovino la loro espressione nei risultati delle ricerche sull'innervazione radicolare della cute.

Abbiamo visto che Bolk in base alle sue dissezioni ammette, come Türk, che alcune radici innervino due campi cutanei disgiunti, mentre Sherrington credè poter confermare l'antica legge di Eckhard, che cioè le aree radicolari cutanee formino campi continui, anche nel macaco. Sembrava presumibile che questa divergenza di dettaglio nelle concezioni, del resto tanto armonizzanti, dei due esimii osservatori non dipendesse soltanto dalla differenza del metodo di ricerca usato, ma fosse in parte anche l'espressione delle peculiari condizioni dell'ordinamento periferico dei nervi cutanei, e che fosse quindi risolubile con un miglior apprezzamento di quelle condizioni periferiche medesime. La risoluzione dei due quesiti ora indicati venne intrapresa da Winkler in collaborazione con Van Rynberk, ed io esporrò prima le loro ricerche per passar poi ad esaminare gli altri lavori fatti sotto Winkler, il cui indirizzo è alquanto diverso.

Winkler e Van Rynberk (1901-1903) cominciarono innanzi tutto a ripetere gli esperimenti di Sherrington col metodo detto da Head « della sensibilità persistente ». Si tagliano alcune radici dorsali, per esempio 4, di cui 2 precedono cranialmente e 2 seguono caudalmente una data radice dorsale lasciata intatta e che rimane in tal modo « isolata ». Parimenti l'area sensitiva corrispondente alla radice intatta rimane allora « isolata » sulla cute fra due aree insensibili corrispondenti alle radici tagliate.

In una prima serie di ricerche essi lavorarono sulle radici toraciche medie (5^a-10^a) del cane, le quali si distribuiscono sulla parte craniale del torace ove,

come abbiamo già rilevato parlando delle ricerche di Sherrington, la forma del tronco è la più vicina alla cilindrica, ed ove i dermatomi hanno la forma teoricamente e praticamente più primitiva di bande a fascia. Da questa prima serie di ricerche risultò un fatto importante, non tanto in se stesso quanto nei suoi particolari. Risultò cioè una grande variabilità nella forma e nella estensione delle aree sensitive corrispondenti ad una radice dorsale « isolata ». Questo fatto non era tanto straordinario, perchè è ovvio che il grave intervento operatorio cogli eventuali incidenti di varia natura e gravità e loro effetti postumi, eserciti una certa influenza sul funzionamento del midollo e della radice isolata. Inoltre l'isolamento dell'area radicolare toglie ad essa tutte le embricature che normalmente la ricoprono. L'area sensitiva isolata sperimentalmente si può chiamare *dermatoma* sperimentale e differisce per sua natura propria dal *dermatoma anatomico o teorico*. Abbiamo già detto che quest'ultimo è rappresentato sopra ogni lato del tronco da una banda quasi a fascia, i cui lati più lunghi non sono però paralleli, ma divaricano un poco dal dorso verso il ventre, sicchè il limite ventrale del dermatoma, situato nella linea mediana ventrale del corpo, è un poco più lungo di quello dorsale, situato nella linea mediana dorsale (fig. 70, 1). Questo fatto è in armonia col fatto embriologico che il tratto di cute situato fra la 1^a e la 12^a vertebra toracica sul dorso è assai più breve di quello situato fra i punti corrispondenti nella linea mediana ventrale, cioè fra il manubrio dello sterno e la sinfisi pubica. La pelle che ricopre il tronco è stata dunque, come si suol dire, « stirata » nella parte ventrale del corpo durante l'evoluzione fetale, causa lo sviluppo dei voluminosi organi toracici e addominali. Mentre dunque il dermatoma teorico sul tronco corrisponde ad un trapezio molto allungato, Winkler e Vau Rynberk trovarono che l'area cutanea sensitiva isolata, non corrisponde mai a questo schema, ma offre una polimorfia interessantissima che ora descriverò.

Esaminiamo prima di tutto l'importanza degli effetti del traumatismo operatorio, per la forma e grandezza dell'area sensibile trovata.

Quando si comincia a fare operazioni sul midollo e non si è ancora completamente padroni della tecnica, l'area sensitiva isolata si mostra per lo più sotto forma di un triangolo più o meno regolare, che ha la base nella linea mediana dorsale e l'apice situato nella linea mediana ventrale o almeno vicino ad essa. Questo nei casi d'operazione relativamente fortunata (fig. 70, 3, 4).

Quando invece vi fu qualche incidente notevole (grave emorragia p. es.) o quando la durata della operazione e quindi della narcosi si è protratta molto, sicchè il midollo è rimasto lungamente scoperto (raffreddamento ecc.), in questi casi ha luogo un altro interessante fenomeno. L'area sensitiva cioè si trova ad essere spezzata in due campi separati. L'uno di questi si presenta sempre come un triangolo non molto allungato, avente la sua base nella linea mediana dorsale; l'altro giace per lo più sotto forma di un ovale allungato nella zona ventrale di cute, addossato alla linea laterale del tronco. Altre volte invece il secondo frammento giace molto più ventralmente, in forma di un triangolo appoggiato colla base alla linea mediana ventrale e coll'apice verso la linea laterale del corpo. Talvolta poi succedeva che il frammento ventrale si presentava sotto forma d'una losanga, mentre fra esso ed il frammento dorsale dell'area sensitiva si trovava una terza area limitata ad un cerchietto assai

ristretto: In tal modo dunque l'area sensitiva isolata veniva a trovarsi frammentata in 3 aree distinte (fig. 70, 5, 6, 7). Quando finalmente il trauma è stato più grave ancora, o quando un trauma persistente (un grosso coagolo sanguigno p. es.) continua a ledere la radice, l'area sensitiva che si trova è ancora più piccola e limitata ad un campo triangolare in corrispondenza della cute dorsale, mentre non v'è traccia di sensibilità

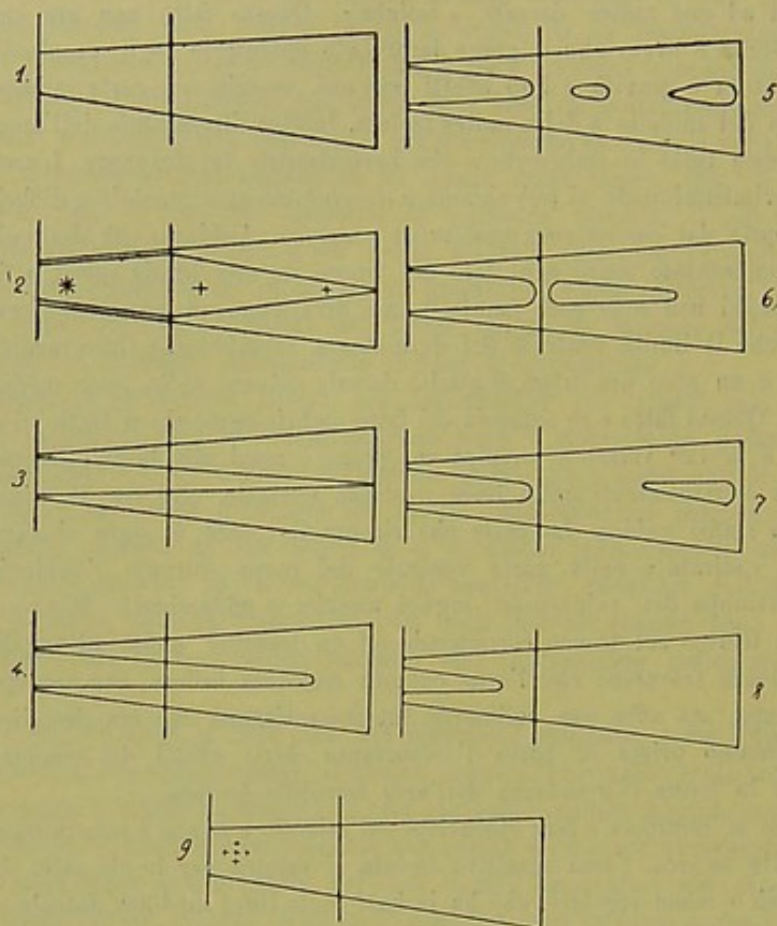


FIG. 70. — Dermatoma teorico e dermatomi sperimentali. Schemi di Winkler e Van Rynberk.

Leggenda della figura 70.

1. Dermatoma teorico. — 2-9, « aree centrali » cioè forme diverse nelle quali si riscontrano i dermatomi sperimentalmente isolati. In 2 è rappresentato l'ottimo dell'area centrale quale si osserva dopo osservazioni molto fortunate. Vi sono indicati i tre « massimi » del dermatoma * quello dorsale, + quello laterale, + quello centrale. — 3,4, restringimenti triangolari dell'area centrale: aree centrali « medie ». — 5,6,7,8, frammentazione dell'area centrale nelle singole aree dorsale, laterale e ventrale. — 9 † « *ultimum moriens* » del dermatoma.

nella parte ventrale della cute (fig. 70, 8). Finalmente in alcuni casi estremi, quando la conduzione nella radice sta per essere abolita del tutto, l'ultimo vestigio di sensibilità si trova in alcuni punti sparsi entro una piccola area vicina alla linea dorsale mediana, mentre tutto il resto del dermatoma è insensibile. Winkler e Van Rynberk considerarono questa serie di configurazioni dell'area sensibile isolata, come l'espressione della morte del dermatoma, ed in conseguenza dissero « *ultimum moriens* » del der-

matoma il punto, ove la sensibilità persiste più a lungo per scomparire infine definitivamente (fig. 70, 8).

D'altra parte invece, nei casi d'operazioni spedite e fortunate, l'area sensitiva isolata si slargava dalla linea mediana dorsale verso la linea laterale, ove raggiungeva la sua massima larghezza, per scemare di nuovo verso la linea mediana ventrale (fig. 70, 2). Si vede che nemmeno allora la zona sensitiva isolata aveva la perfetta forma del dermatoma teorico. L'analisi di questo fatto notevole ha portato a conclusioni assai interessanti che io voglio qui riprodurre. Innanzi tutto Winkler e Van Rynberk rilevano che il fatto, che anche nelle operazioni più fortunate il dermatoma sperimentale differisce per forma ed estensione da quello teorico, si spiega con molta verisimiglianza ammettendo che nel dermatoma le parti marginali non sono capaci di mantenere la sensibilità quando, per il taglio delle radici dorsali vicine a quella isolata, tutte le embricature sono abolite, mentre invece le parti centrali di esso sono capaci di mantenere la sensibilità anche dopo l'abolizione di tutte le embricature. Perciò distinsero nel dermatoma innanzi tutto una *area marginale (randveld)* ed una *area centrale o nucleare (kernveld)*, la quale si potrebbe anche dire *area autonoma* del dermatoma. Ma questa distinzione, se spiega il restringimento generico del dermatoma sperimentale « ottimo » di fronte all'estensione del dermatoma reale, non spiega lo strano polimorfismo col quale in altri casi si può presentare l'area sensibile. Per interpretare questo polimorfismo Winkler e Van Rynberk osservano che in riguardo alla disposizione dei frammenti, nei quali talora si trova esser ridotta l'area sensitiva isolata, si impone la identificazione di quelli coi campi di distribuzione dei rami cutanei dei nervi spinali al livello del torace che, come è noto, sono appunto in numero di tre (o quattro) principali, cioè uno dorsale (dato dalla divisione primaria dorsale o posteriore) e uno (o due) laterali, ed uno ventrale (dati dalla divisione primaria ventrale o anteriore del nervo spinale cioè dal ramo intercostale). Da quanto è stato esposto più sopra appare chiaramente, che le singole aree di distribuzione dei rami cutanei dei nervi spinali possono divenir manifesti individualmente, quando nell' « isolare » la loro radice rispettiva vi è stato un trauma operativo piuttosto notevole. Per effetto di questo trauma la sensibilità dell'aree di cute innervate rispettivamente dai rami nervosi periferici, scema in modo che le parti marginali di esse diventano insensibili: così vengono a mancare le embricature per le quali, in condizioni normali, le aree periferiche d'ogni nervo intercostale si addentellano in modo da formare una zona senziante, unica, unita e continua, quale si trova nei casi d'operazioni più fortunate. Quando le embricature interne dei dermatoma vengono a mancare, bande di cute insensibile si trovano a separare le aree dei rami periferici, ed abbiamo la frammentazione dell'area centrale del dermatoma.

I singoli campi di distribuzione dei rami cutanei cominciano dunque a perdere la sensibilità nelle loro parti marginali quando una trauma colpisce la radice dorsale dal cui ganglio originano.

Quando il trauma è stato assai grave, sicchè gradualmente tutta la conduzione della radice isolata viene distrutta, avviene che prima i frammenti laterali e ventrali, e finalmente anche quello dorsale, della zona isolata, si riducono sempre più fino ad essere rappresentati soltanto da aree piccolissime, che occupano una posizione

centrale nei frammenti stessi e che finiscono per diventare insensibili anch'esse. Questi punti centrali dei frammenti rappresentano dunque rispettivamente i punti che possiedono la massima sensibilità; che la mantengono più a lungo, e che *muoiono* per *ultimi* nei rispettivi frammenti. Così Winkler e Van Rynberk vennero a distinguere tre massimi di sensibilità nel dermatoma: uno dorsale, uno laterale ed uno ventrale. Questi costituiscono poi anche rispettivamente l'*ultimum moriens* dei tre frammenti del dermatoma o dei tre campi di distribuzione dei nervi cutanei dorsali, laterale e ventrale. Rimane però sempre il fatto stabilito prima, cioè che quando il dermatoma « muore », il punto che rimane sensibile per ultimo è sempre il massimo dorsale, ove quindi si trova l'*ultimum moriens* di tutto il dermatoma.

È di tutta evidenza che i 3 *maxima* del dermatoma corrispondono ai punti ove i rami nervosi cutanei penetrano nella cute, e questo fatto è di singolare importanza perchè ne deriva una legge generale formulata come segue, anche separatamente da Van Rynberk in base ad una ricerca speciale sull'uomo: « quando un trauma abolisce a poco a poco la conduzione della via nervosa afferente di un'area cutanea, la sensibilità vi si estingue in direzione centripeta, cioè s'estingue gradatamente, cominciando nelle parti di cute che si trovano più lontane dal punto d'ingresso in essa del nervo e quindi dal centro nervoso (ganglio, midollo spinale) ». La sensibilità muore quindi prima nelle aree « eccentriche ».

È manifesto che questa legge è in armonia col fatto che nella morte del dermatoma il frammento dorsale rimane più a lungo sensibile. Infatti, se noi consideriamo i dermatomi del tronco del cane, in rispetto alla distanza che separa le loro varie parti dal ganglio intervertebrale e dal midollo, appare che le aree dorsali si trovano assai più vicine ai centri nervosi che non le aree ventrali. E ciò a causa della posizione della colonna vertebrale, che nella regione toracica giace molto ravvicinata al dorso. Ne segue che la via nervosa che unisce la cute ventrale al midollo è circa tre volte più lunga di quella che vi unisce la cute dorsale, e ciò spiega perchè la sensibilità si distrugge prima nell'aree ventrali più « eccentriche » e per ultimo in quelle dorsali dei dermatomi del tronco. Questi fatti ricevono la loro conferma anche da un'altra ricerca intrapresa da Van Rynberk sui dermatomi del tronco del pesce-cane *Scyllium catulus*. In questi animali il midollo spinale occupa una posizione centrale nel corpo, ed in corrispondenza a ciò la sensibilità delle aree ventrali dei dermatomi del tronco è uguale ed anzi maggiore che in quelle dorsali.

In conclusione abbiamo dunque:

1. « Isolando » sperimentalmente un dermatoma, l'area sensitiva che si ottiene, non corrisponde giammai nè per estensione, nè per forma al dermatoma anatomico, ma rappresenta una *caricatura* di questo, secondo l'espressione di Winkler.

Winkler e Van Rynberk chiamano *area centrale* o *nucleare* del dermatoma l'area sensibile così ottenuta.

2. La differenza tra l'« area centrale » ed il dermatoma anatomico è data da un'area o *zona marginale* che diventa insensibile a causa della cessata azione delle embriature.

3. Nella forma e nella maniera di frammentarsi talora presentata dall'area centrale del dermatoma, si riconoscono le aree individuali d'innervazione dei rami nervosi cutanei del nervo spinale.

4. Tanto il dermatoma stesso, quanto le singole aree di distribuzione dei rami nervosi cutanei periferici che lo costituiscono, perdono per effetto del trauma operativo la loro sensibilità in un modo costante ed analogo:

a. Le singole aree d'innervazione che formano il dermatoma, e quindi tutto il dermatoma stesso, tendono a perdere la loro sensibilità dai margini verso i punti d'ingresso dei rami nervosi periferici nella cute cioè dai punti più, ai punti meno eccentrici, cioè in direzione centripeta.

b. L'intero dermatoma tende inoltre a « morire » in direzione ventro-dorsale, cioè anch'esso « muore » in direzione centripeta.

5. I punti d'ingresso dei rami nervosi nella cute costituiscono i punti di massima sensibilità nel dermatoma, onde si distinguono i massimi dorsale, laterale, ventrale.

6. Questi massimi costituiscono rispettivamente per la loro area il punto che muore ultimo; il massimo dorsale è l'*ultimum moriens* dell'intero dermatoma.

7. I fatti esposti in tutti i paragrafi precedenti costituiscono l'espressione d'una legge generale: le aree sensitive cutanee muoiono in direzione centripeta, cioè la sensibilità è prima a perdersi nelle parti più lontane del centro nervoso (ganglio, midollo), ultima a persistere nei punti più vicini ad esso (punto d'ingresso del nervo). La paralisi sensitiva invade quindi i territori cutanei prima nelle zone eccentriche, e procede in direzione centripeta.

* * *

Esaurita questa parte delle ricerche preliminari, in base ad essa Winkler e Van Rynberk intrapresero la soluzione del problema riguardante i fascetti radicolari e la distribuzione delle loro fibre nel dermatoma. Essi ricorsero in questa ricerca a due serie d'esperienze. In una prima serie « isolavano » una radice dorsale nel solito modo, aprivano la ura madre soprastante ad essa e tagliavano alcuni dei fascetti, coi quali penetrava nel midollo. L'esito fu che le aree sensitive isolate non mostravano mai una forma di riduzione diversa da quelle osservate nell'isolare una radice intera. Purchè un sol fascetto fosse rimasto intatto, si trovava che la sensibilità persisteva in un'area che per forma ed estensione non differiva molto da quelle trovate nel semplice « isolamento » d'una radice completa.

In un'altra serie di ricerche, Winkler e Van Rynberk procedettero diversamente. Aperta largamente la dura madre, tagliavano alcuni fascetti (2, 3) d'una serie (per es. di 4) radici dorsali. Essi usavano tagliare o tutti i fascetti situati più anteriormente (cranialmente), o tutti quelli situati più posteriormente (caudalmente) in ciascuna radice. Se i fascetti radicolari possedessero una distribuzione localizzata nel dermatoma, il taglio di una serie analoga di fascetti avrebbe dovuto dare aree determinate d'insensibilità. Invece non ne fu nulla; la cute in corrispondenza alle quattro radici si trovò anzi uniformemente iperalgetica, senza che un sol punto fosse insensibile. La conclusione ovvia che ne trassero i due autori fu:

8. I fascetti radicolari hanno distribuzione sparsa nel dermatoma.

In base a tutte le esperienze fatte nel corso delle ricerche ora analizzate, e ad altre molte istituite espressamente, Winkler e Van Rynberk poi intrapresero uno studio d'ordine diverso, che desidero comunicare brevemente prima di passare oltre.

Come già dissi, il metodo più frequentemente da loro seguito è quello della sensibilità persistente. Questo metodo non dà soltanto una zona sensibile corrispondente alla radice intatta « isolata », ma altresì due zone insensibili corrispondenti alle radici tagliate. Variando opportunamente il numero di queste radici tagliate (da 1 a 4) e anche di quelle isolate intatte (1 a 3) e misurando volta per volta esattamente la lunghezza assoluta e relativa delle zone insensibili e di quelle sensibili a vari livelli determinati e fissi del tronco (linea mediana dorsale, linea mediana ventrale, linea laterale), Winkler e Van Rynberk vennero a trovarsi in possesso di una serie di dati numerici che offrivano l'opportunità di confronti interessanti sull'entità relativa delle *embricature* dei dermatomi, o piuttosto di quella loro parte che Winkler e Van Rynberk chiamarono *area centrale* di essi.

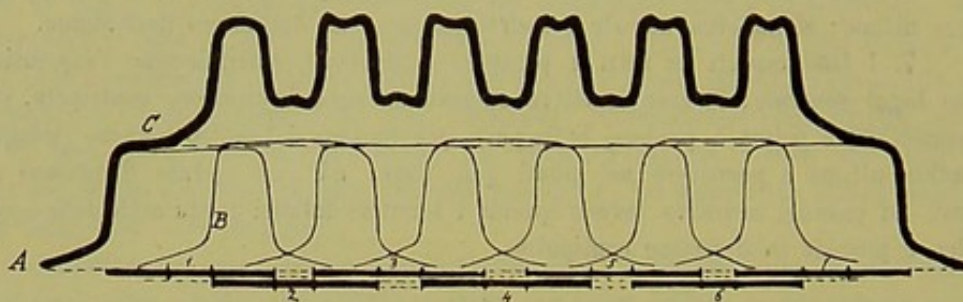


FIG. 71. — Curve della sensibilità cutanea lungo la sola linea mediana dorsale del tronco nel cane, secondo Winkler e Van Rynberk.

Leggenda della figura 71.

A, allineamento dei dermatomi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. La linea nera continua rappresenta l'area centrale in ogni dermatoma, le linee tratteggiate, le zone marginali. — B, curva della sensibilità entro ogni dermatoma considerato isolatamente. — C, curva ottenuta sommando le singolari curve segnate B. — Si rileva che gli innalzamenti della curva C corrispondono ai limiti medi dei singoli dermatoma: sono quindi *intersegmentali* od *intermetamerici*.

Infatti è evidente che l'estensione della zona marginale che costituisce la differenza fra il dermatoma anatomico e quello sperimentale, rimane per ora una quantità del tutto ignota. I calcoli che si possono fare intorno al valore delle *embricature* si rapportano quindi esclusivamente alle aree centrali, od ai dermatomi sperimentali. Dai valori così ottenuti e da altri dati di fatto che poi riferirò, si può soltanto arguire qualche cosa sulle *embricature* dei dermatomi stessi. Cominciamo a dare qualche esempio dei calcoli numerici. Quando si isola una radice fra quattro altre (due situate cranialmente, due caudalmente) nella porzione media del torace, si verifica spessissimo il fatto che la zona sensibile possiede alla linea dorsale mediana una larghezza uguale o di poco diversa da quella di ognuna delle zone insensibili corrispondenti a due radici tagliate. È evidente che questa regolarità è l'espressione del valore costante delle *embricature*, il quale si può calcolare facilmente. Infatti, mentre la larghezza della zona sensitiva rappresenta la larghezza di un'area centrale, la larghezza della zona insensibile rappresenta quella di due aree centrali diminuita dal valore delle *embricature*. Ma quando la zona insensibile risulta da due radici tagliate, queste *embricature* sono in numero di tre, perchè le aree centrali corrispondenti alle radici tagliate s'embricano tra loro coll'area centrale della radice

isolata e con quella della radice intatta prossima dall'altra parte. Rappresentando la zona sensibile con s , quella insensibile con i , l'area centrale con a e l'embricatura con e , possiamo indicare come segue i rapporti reciproci:

$$s : i = a : (2a - 3e).$$

E siccome nel caso presente $s = i$, anche $a = (2a - 3e)$, cioè $a = 3e$, ossia $e = \frac{1}{3}a$. L'embricatura delle aree centrali alla linea mediana dorsale comprende dunque $\frac{1}{3}$ delle aree centrali. Nella linea laterale invece la zona sensitiva è spesso interrotta, e dunque $= 0$. Ma se $2a - 3e = 0$, allora $2a = 3e$, ossia $e = \frac{2}{3}a$, cioè nella linea laterale, l'embricatura comprende $\frac{2}{3}$ delle aree centrali. Nella linea mediana ventrale, spesso l'area sensibile è meno larga della zona insensibile. Ciò significa che l'embricatura delle aree centrali in quella zona è *negativa*, cioè che le aree centrali non si toccano. Questi rapporti delle aree centrali, tenuto calcolo anche delle zone marginali, furono da Winkler e Rynberk rappresentati graficamente da una curva che indica il comportamento della sensibilità sulla cute in condizioni normali, in corrispondenza alla linea mediana dorsale, laterale e ventrale. Da questa curva (fig. 71) appare con evidenza che la sensibilità non vi è uniforme, ma presenta degli in più e degli in meno, come indicano gli innalzamenti e gli abbassamenti della curva: fatto interessante e manifesto anche esso, poi è che gli innalzamenti si trovano in corrispondenza delle embricature delle aree centrali, cioè in corrispondenza di ciò che possiamo chiamare i *limiti medi* dei dermatomi. Infatti già una ricerca di Langelaan (1900) aveva richiamato l'attenzione sopra una proprietà particolare di questi. Egli aveva osservato che la cute di individui normali non presenta sensibilità dolorifica uniformemente distribuita ed egli è riuscito a dimostrare che in corrispondenza a determinate linee e zone, questa sensibilità è assai più viva che nel resto della cute. Dalle figure che egli dà e che io riproduco (fig. 72), appare chiaramente che le sue linee iperalgetiche giacciono pressochè in corrispondenza ai limiti medi dei dermatomi, come uno sguardo di confronto alle figure di Bolk (fig. 34-36) rende incontestabile. Similmente Coenen (1900) constatò con uno stimolo elettrico esattamente graduato, che sulla faccia ventrale del braccio, pressochè in corrispondenza alla linea assile di Sherrington (limite differenziale di Bolk), esiste una zona di cute ove viene percepito come doloroso uno stimolo di minore intensità di quanto occorre nei punti vicini (v. fig. 73). Ora, i risultati dei lavori di Winkler e Van Rynberk sembrano indubbiamente fornire la conferma di queste osservazioni. Pare dunque certo che in corrispondenza ai limiti medi dei metameri cutanei ha luogo una *sommazione* dell'innervazione, la quale, per quel che riguarda la sensibilità, si manifesta come una iperalgesia fisiologica.

Osservo qui di passaggio che Van Rynberk (1904) ha cercato di dimostrare che lo stesso fenomeno si ha in riguardo alla azione regolatrice esercitata dal sistema nervoso sulla pigmentazione cutanea, del quale fenomeno le strie della zebra e della tigre sarebbero l'espressione.

* * *

Un'altra ricerca di Winkler e Van Rynberk comprende una serie di esperimenti del taglio isolato di una o più radici dorsali, metodo introdotto da Türk. I risul-

tati di questa serie di ricerche per i dermatomi del tronco furono i seguenti (fig. 74):
10. Il taglio di una sola radice... produce insensibilità tutt'al più in una

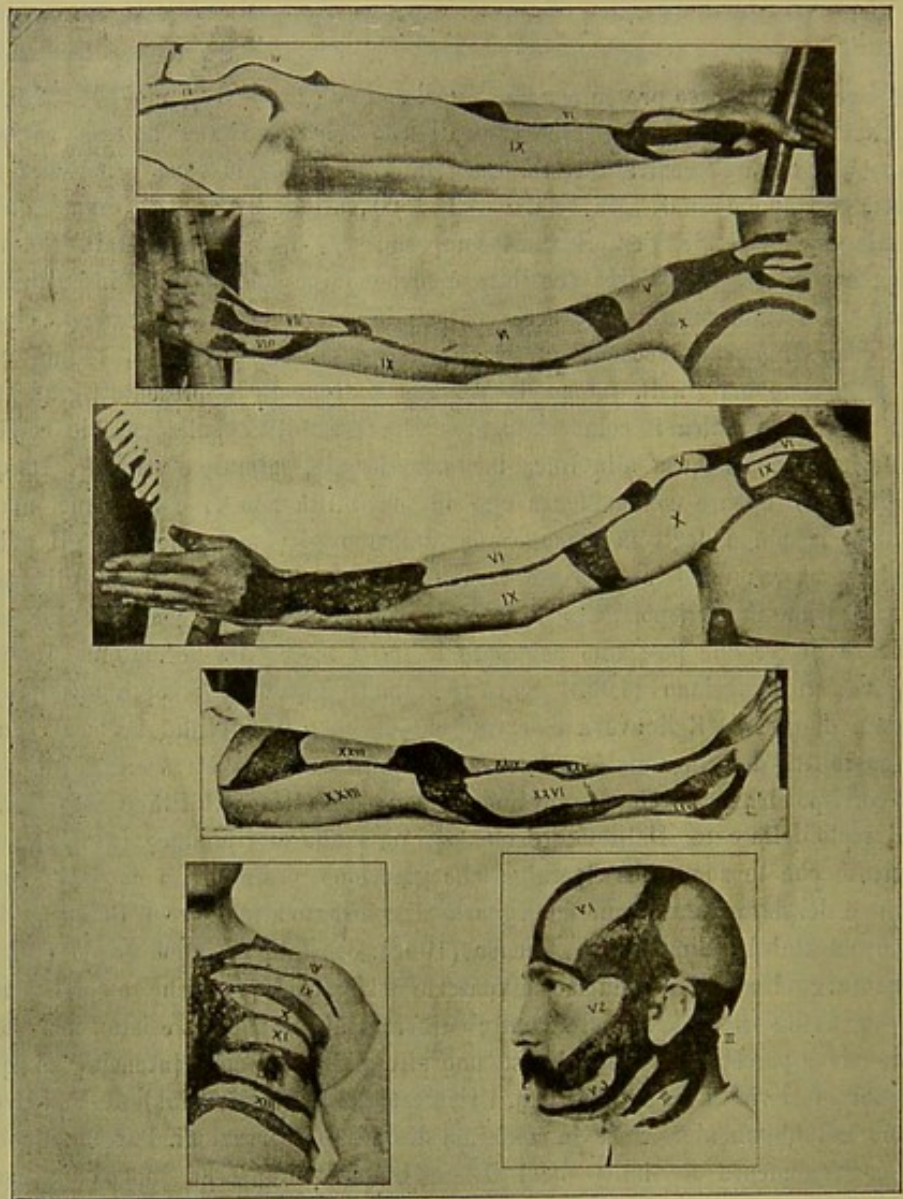


FIG. 72. — Linee e zone iperalgetiche, quali si trovano in *individui normali*, apparentemente in corrispondenza ai limiti medi dei dermatomi e delle aree del Trigemino, secondo Langelaan.

piccola zona ventrale a forma triangolare, avente la base nella linea mediana ventrale e l'apice rivolto in direzione dorsale.

11. Il taglio di due radici consecutive produce insensibilità in due lembi di cute a forma di lingua, l'uno appoggiato alla linea mediana ventrale, l'altro di fronte al primo, appoggiato alla linea mediana dorsale.

12. Il taglio di tre radici consecutive produce una zona d'insensibilità continua ed a fascia intorno al corpo.

Chi ha letto l'esposizione delle ricerche di Türk, eseguite parimenti sul cane, non potrà non rilevare una notevole differenza tra i risultati da lui comunicati e questi di Winkler e Van Rynberk. Tutto quanto io ho fin qui esposto sulla embri-

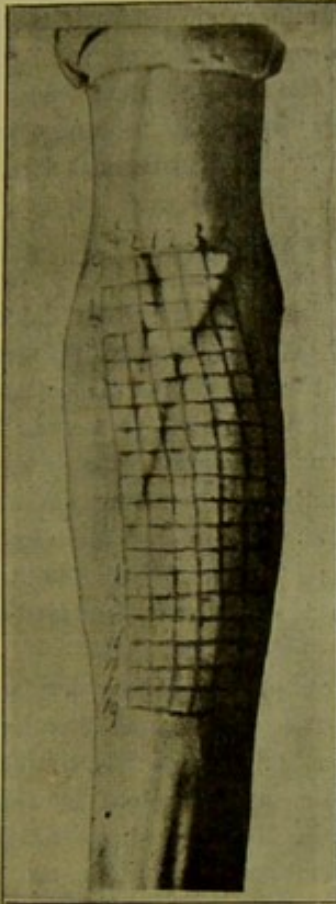


FIG. 73. — Nella colonna 3-2 (seconda colonna da sinistra) dei quadratini del reticolato, la cute fu trovata in una persona normale, ipersensibile agli stimoli faradici da Coenen.

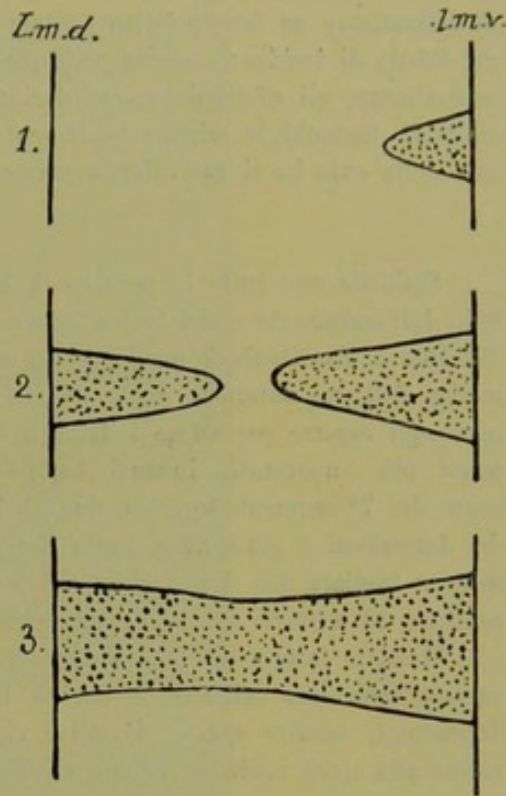


FIG. 74. — Schemi delle zone d'insensibilità ottenute nel cane per il taglio rispettivamente di una (1.) due (2.), tre (3.) radici dorsali secondo Winkler e Van Rynberk.

Leggenda della figura 74.

L. m. d. = linea mediana. — L. m. v. = linea mediana ventrale.

cazione dei dermatomi tende a rendere evidente, anche *a priori*, che l'effetto dell'abolizione della sensibilità in un solo metamero non debba risultare sulla cute se non appunto in una zona limitatissima d'insensibilità nella regione ventrale, ove le aree centrali non si toccano. Ciò s'accorda col 10° postulato di Winkler e Van Rynberk. Türk invece, col taglio di radici isolate, riuscì a determinare l'estensione dell'intero dermatoma o poco meno. La spiegazione dell'apparente disaccordo sta certamente nei progressi fatti dalla tecnica operatoria. Gli esperimenti di Türk furono ese-

guiti intorno al 1856, nel periodo pre-asettico, e certamente non con tutte quelle cautele meticolose applicate oggi giorno (antisepsi ed asepsi, anestetici, emostasi, riguardi dal raffreddamento, sollecitudine dell'atto operativo, precauzioni contro lo shock, ecc.). Ne consegue che le radici ed i segmenti midollari prossimi alla radice tagliata venivano più o meno danneggiati anch'essi, sicchè l'embricature venivano in gran parte abolite. Nel metodo di Türk, geniale per innovazione, vi erano quindi due difetti: il primo, errore di principio, costituito da ciò, che egli cercava di determinare un fatto positivo con un metodo in un certo modo negativo; l'altro, un difetto di tecnica: siccome però questo secondo difetto per sua natura tendeva a neutralizzare gli effetti del primo, i risultati finali furono attendibili, sebbene approssimativi, tantochè lo schema fondamentale fornito da Türk dell'innervazione segmentale della cute ha il suo valore ancora oggi.

* * *

Stabilite così tutte le peculiarità di funzione del dermatoma insegnate dal metodo dell'isolamento e del taglio isolato delle radici dorsali dei segmenti del tronco, Winkler e Van Rynberk passarono ad affrontare il problema dell'innervazione metamERICA dell'arto anteriore, anche qui servendosi vicendevolmente dei due metodi. Non posso qui esporre per esteso i dettagli della loro ricerca; ne rileverò soltanto alcuni punti più importanti. Innanzi tutto Winkler e Van Rynberk trovarono che al di sopra del 7° segmento toracico, fino al livello dell'estremità anteriore, l'allineamento dei dermatomi è più serrato, tanto che per ottenere un lembo dorsale d'insensibilità bisogna tagliare non due, ma tre radici consecutive, mentre una zona d'insensibilità continua ed a fascia s'ottiene tagliando soltanto quattro radici anzichè tre.

Un altro fatto notevole e che forma la chiave del complesso problema dell'innervazione radicolare dell'arto è che su di esso non passano che le aree laterali dei dermatomi, mentre quelle dorsali e ventrali rimangono sul tronco rispettivamente vicino alla linea mediana dorsale e ventrale; ma esse sono assai ridotte. I due autori, nel rappresentare le peculiarità e nello spiegare l'origine di questa disposizione, si servono di un'immagine meccanica: « Il cono dell'arto embrionale anteriore, una formazione laterale, crescendo in direzione caudale, trova nella cute le aree laterali di almeno 4 dermatomi. Essa porta seco quelle del 7° e dell'8° dermatoma, che rimangono sul suo apice, mentre il 6° ed il 9° dermatoma (1° toracico) vengono stirati notevolmente. Rassomigliando l'escrescenza del cono ad una gemma sbocciante, le prime foglie sarebbero rappresentate dal 9° e dal 6° dermatoma, quelle basali dal 10 e dal 5°. Ma sono sempre le aree laterali esclusivamente che passano sull'arto »

Con questa concezione, basata sopra una rappresentazione puramente meccanica, Winkler e Van Rynberk emisero una veduta la quale sembra decisamente più felice di quella emessa da Sherrington, il quale ritiene che gli interi dermatomi passino sull'estremità; e di quella di Bolk, il quale con più ragione, crede che soltanto il complesso latero-ventrale di essi passi sull'estremità stessa. Per quel che riguarda le aree dorsali e ventrali, queste si riducono sempre più man mano che si sale dal tronco o che si scende dal collo verso il livello dell'arto. I due dermatomi (7° ed 8°) non hanno area dorsale, il che concorda con l'affermazione di Bolk, e quelle ventrali

sono ridottissime. Del resto le vedute di Winkler e Van Rynberk sulla topografia rispettiva dei dermatomi dell'arto si accordano con quelle di Sherrington e Bolk in riguardo all'allineamento sulle faccie pre- e postassili, ed in genere sul numero dei metameri spinali concorrenti all'innervazione dell'arto. Nell'illustrazione della loro Memoria essi si servirono di riproduzioni delle pelli dei cani, preparate in un modo speciale e stese in un piano in modo che l'estensione e la topografia delle varie

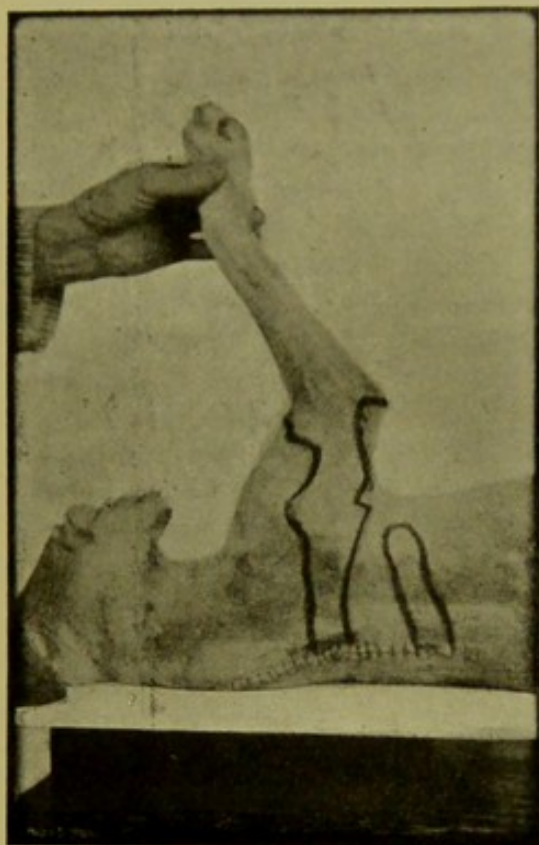


FIG. 75. — Cane cui a destra sono state tagliate le radici dorsali delle paia spinali 7, 8, 9, 10, 12, 13 (isolata cioè la 11^a) mentre a sinistra è stata soltanto tagliata la 11^a. — Aspetto dorsale della metà destra del torace e dell'arto anteriore. — I territori analgesici sono delimitati in nero. Quello linguiforme più caudale sul torace è l'area d'analgesia dorsale delle radici 12 e 13 tagliate. Quello craniale che abbraccia l'arto anteriore è il dorsale (e laterale) delle radici 7, 8, 9 e 10 tagliate. Da fotografia inedita di Winkler e Van Rynberk.

zone sensibili ed insensibili segnate in bianco ed in nero si distinguono bene e si possono facilmente confrontare nei diversi casi.

Per dar un'idea del metodo seguito da questi autori per rendere dimostrativi i risultati delle loro esperienze riproduco qui la serie di fotografie che essi solevano eseguire per ogni singolo animale da loro operato (figg. 75-80). Alla dicitura di queste figure non ho da aggiungere che una sola osservazione. Rilevo soltanto che il fatto che nel cane, oggetto delle figure 75-80, era dal lato destro isolata, e dalla

sinistra tagliata la radice dorsale, 11^a non è casuale: il tagliare come regola da un lato, e l'isolare dall'altro, la radice dorsale d'un dato paio spinale per poter studiare, da un lato il dermatoma isolato, dall'altro l'area analgesica, da un lato cioè l'immagine positiva, dall'altro l'immagine negativa dello stesso segmento cutaneo, fa appunto parte dei metodi particolari d'indagine istituiti da Winkler e Van Rynberk,

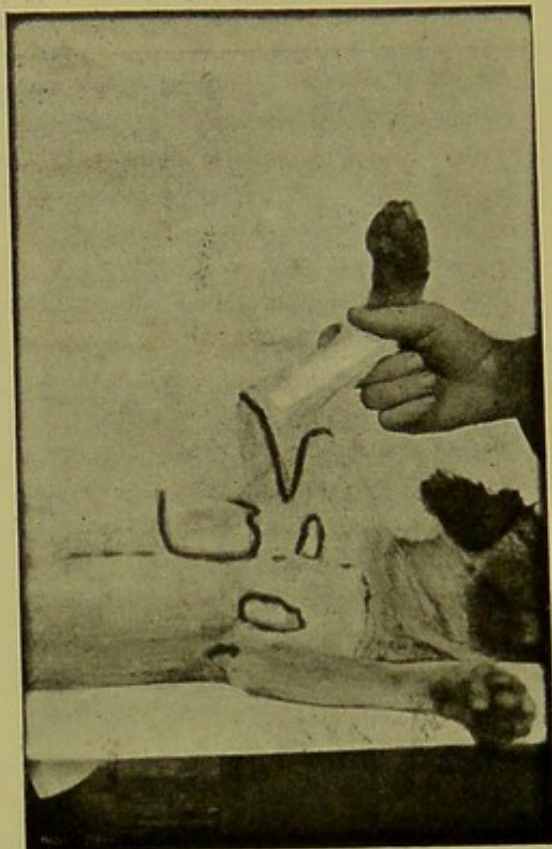


FIG. 76. — Lo stesso cane della figura 75. Aspetto ventrale del torace e dell'arto destro. — Aspetto ventrale del torace e dell'arto anteriore destro. — A *destra* l'area analgesica triangolare contro la linea mediana ventrale tratteggiata, è l'area ventrale d'analgesia delle radici 7, 8, 9 e 10; il lembo a punta che scende dall'avambraccio sul braccio, appartiene all'area laterale delle stesse radici e forma la continuazione di quella visibile nella figura 75. L'area larga contro la linea mediana ventrale è l'area ventrale di analgesia delle radici 12 e 13. A *sinistra* l'area ovale sopra l'ascella corrisponde all'area laterale d'analgesia dell'11.^a Da una fotografia inedita di Winkler e Van Rynberk.

e che sembrano di una efficacia manifesta per un facile orientamento sulle disposizioni spesso così intricate dell'innervazione segmentale della cute a livello degli arti.

Ho finito così d'espore in succinto i contributi dati alle nostre conoscenze sull'innervazione metamERICA della cute nel cane dai lavori di Winkler e Van Rynberk. Aggiungo ancora che l'ultimo di questi autori in una ricerca sui pescicani (1904), già ricordata, trovò che in quegli animali la forma del dermatoma è pressochè quella del dermatoma teorico ed anatomico: un trapezio regolare avente il

parallelo minore nella linea dorsale mediana, e quello maggiore nella linea mediana ventrale. L'innervazione è in quegli animali più forte nella regione ventrale che in quella dorsale, e non si osservano mai le *caricature* del dermatoma che abbiamo descritto nel cane. L'area centrale ed il dermatoma stesso hanno dunque identica forma, e probabilmente anche identica estensione. Van Rynberk basò, sulle misurazioni esatte della larghezza delle zone sensibili ed insensibili trovate, calcoli ana-



FIG. 77. — Lo stesso cane delle figure 75 e 76. — Aspetto dorsale della metà sinistra del torace e dell'arto anteriore. — Il limite craniale riguarda una zona iperalgetica sulla quale qui non mi posso soffermare. — Il limite sul braccio appartiene all'area laterale analgesica della radice 11^a tagliata. Da una fotografia inedita di Winkler e Van Rynberk.

loghi a quelli già riportati per il cane, e trovò che l'embricatura dei dermatomi nella linea mediana dorsale è di circa la metà della larghezza (cranio-caudale) dei dermatomi stessi, mentre nella linea mediana ventrale è maggiore della metà.

Nei Teleostei pleuronectidi (*Rhomboidichthys*, *Solea*) ove eseguì analoghe ricerche, trovò che i dermatomi decorrono come fasce regolari dal bordo dorsale al bordo ventrale del corpo.

Desidero ricordare qui ancora due altri lavori di Van Rynberk (1906-1907) sulla metameria del sistema nervoso simpatico. In una prima serie di ricerche egli studiò sulle tracce di G. Pouchet (1876) nei pleuronectidi la distribuzione nella cute delle

fibre « coloratrici » del simpatico, di quelle fibre cioè che innervano le cellule cromatofore contrattili. Van Rynberk chiamò questa funzione « pigmentomotrice ». È noto dalle ricerche di Pouchet che le fibre pigmentomotrici originate dai gangli della catena limitante del Grande Simpatico corrono nei rami comunicanti alla divisione primaria ventrale dei singoli nervi spinali. Raggiunte questa si dividono in due gruppi: alcune seguono il decorso dei nervi ventrali, fino alla cute della regione ventrale del



FIG. 78. — Lo stesso cane delle figure 75, 76 e 77. — Aspetto ventrale del torace e dell'arto sinistro. A sinistra, sul braccio, l'area laterale d'insensibilità prodotta dal taglio della 11^a radice; nell'ascella l'area ventrale di essa. A destra, contro la linea mediana ventrale, cranialmente l'area analgesica ventrale della 7^a, 8^a, 9^a e 10^a, caudalmente l'area analgesica ventrale della 12^a e 13^a. Sul braccio il lembo dell'area analgesica della 7^a, 8^a, 9^a e 10^a. Da una fotografia inedita di Winkler e Van Rynberk.

corpo in direzione centrifuga, altre seguono la divisione ventrale per un certo tratto in direzione centripeta fino al punto ove si stacca la divisione primaria dorsale, insieme alla quale raggiungono la cute della regione dorsale del corpo (v. fig. 84).

Già Pouchet aveva dimostrato che la recisione di alcuni rami comunicanti, oppure dei rami spinali dorsali e ventrali ha per effetto nei pleuronectidi la « paralisi » delle cellule cromatofore per cui la cute diventa scura in una zona ben circoscritta e delimitabile. Ma egli non aveva continuate le sue ricerche dal punto di vista della

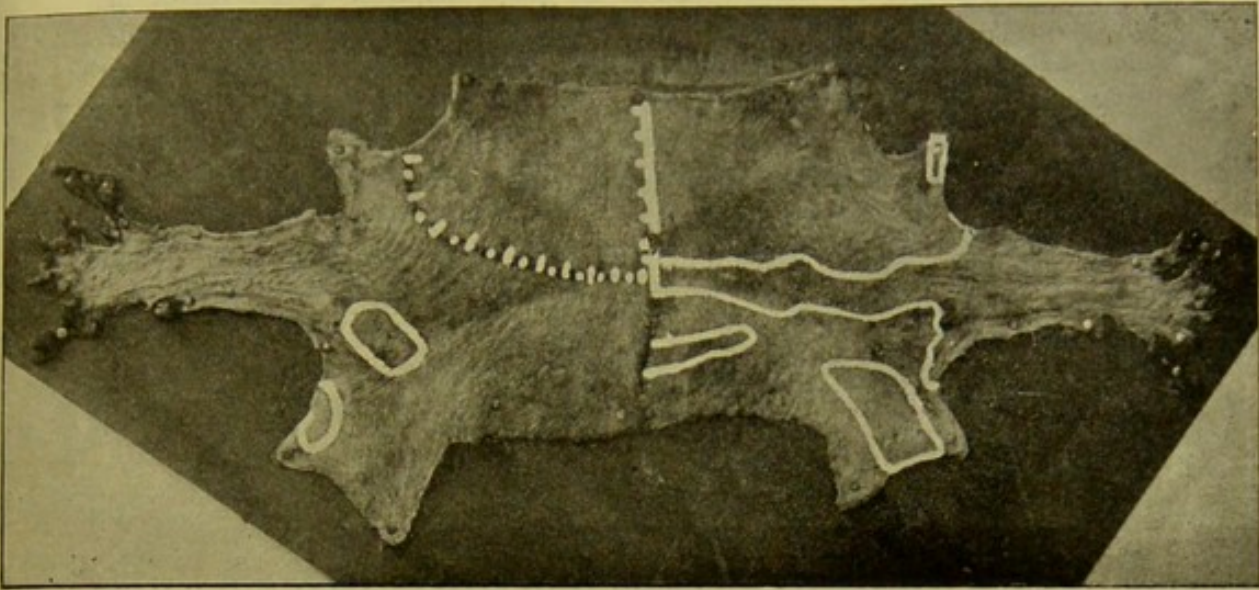


FIG. 79.

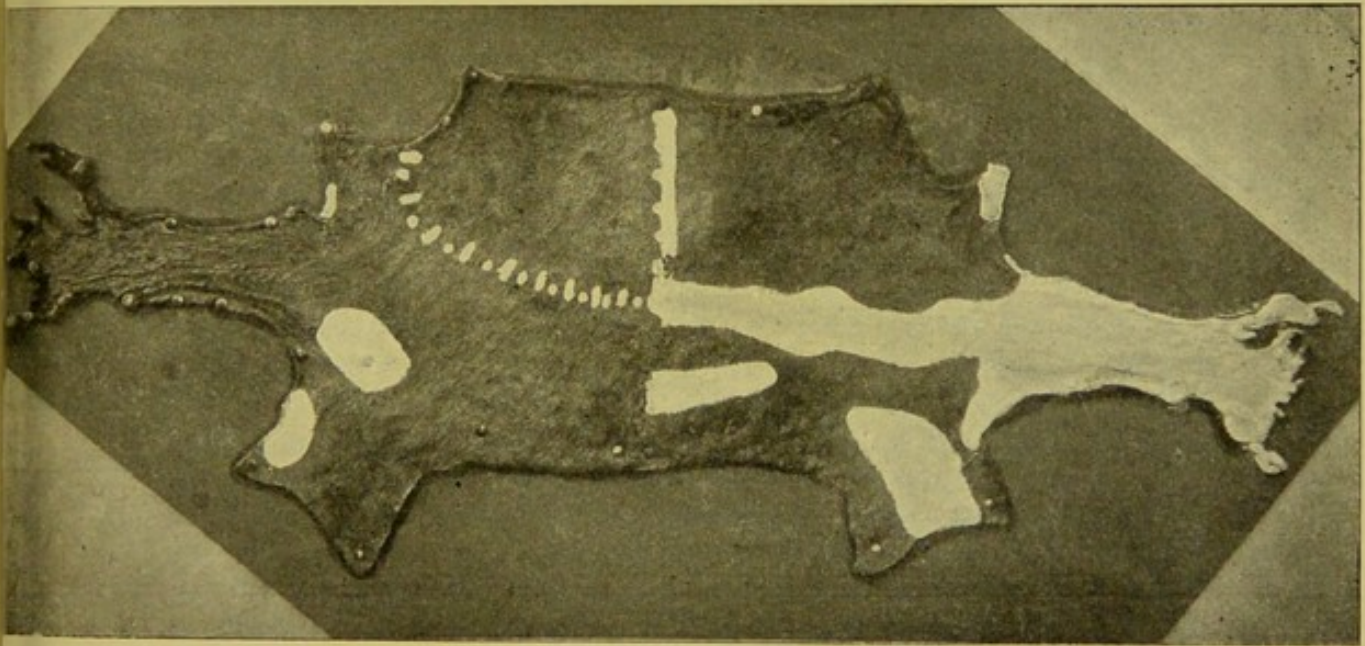


FIG. 80. — La pelle dello stesso cane delle figure 75 e 79, steso in un piano. La linea dell'incisione cutanea segue sul tronco la linea mediana ventrale, e sugli arti la linea assile ventrale di questi, fino all'apice del dito medio (30). Da qui segue sulle dita il margine pre e post'assile fino all'apice rispettivamente del 1° e 4° dito. — Nella fig. 79 le aree analgesiche sono delimitate, nella fig. 80, del tutto tinte in bianco. A *destra* cranialmente (in alto) l'area analgesica della 7^a, 8^a, 9^a e 10^a, caudalmente l'area dorsale e quella ventrale della 12^a e 13^a. L'area tra queste è l'area sensibile della 11^a isolata, interrotta nella regione laterale. A *sinistra*, l'area laterale (in alto) e ventrale (in basso) della 11^a radice tagliata. Da fotografia inedita di Winkler e Van Ryuberk.

esatta determinazione dei territori cutanei dei gangli simpatici. Questa ricerca fu appunto eseguita da Van Rynberk, il quale volta per volta recise il ramo comunicante del simpatico, insieme al ramo ventrale e dorsale di alcuni nervi spinali per poter confrontare la posizione, la forma e l'estensione delle zone pigmentoparalitiche, rese visibili per questa operazione, con la forma, la posizione e l'estensione delle zone divenute senso-paralitiche, anestesiche per lo stesso intervento. I risultati di

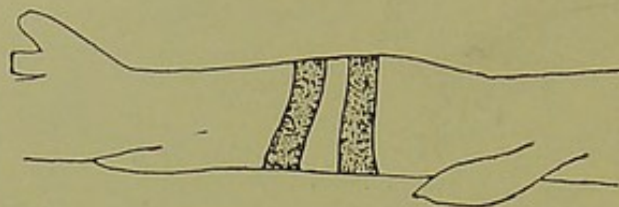


FIG. 81.

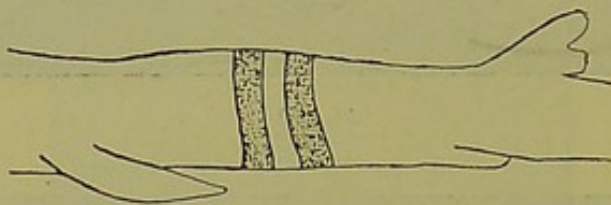


FIG. 82.

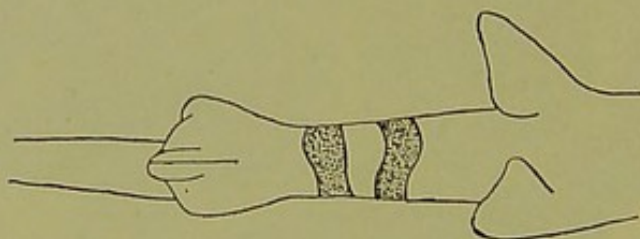


FIG. 83.

Un dermatoma di *Scyllium catulus* (area bianca) isolato tra due zone analgeriche (aree punteggiate) corrispondenti ciascuno a 3 radici dorsali tagliate, secondo Van Rynberk.

Fig. 81. Lato destro del corpo. — Fig. 82. Lato sinistro del corpo. — Fig. 83. Faccia ventrale del corpo.

queste esperienze ed altre d'isolamento di territori pigmentomotori e sensitivi furono i seguenti:

1. Le fibre pigmentomotrici dei singoli gangli della catena limitante del Grande Simpatico raggiungono la cute percorrendo i rami comunicanti simpatici ed i rami dorsali e ventrali dei nervi spinali. Nella cute si distribuiscono in territori ben delimitati e continui, disposti in serie.

2. Queste zone pigmentomotrici, innervate dai gangli del Grande Simpatico coincidono, almeno nella regione caudale del corpo dei Pleuronectidi sperimentati,

per disposizione, forma ed estensione coi territori innervati dalla corrispondente serie dei gangli spinali intervertebrali.

3. Anche l'innervazione pigmentomotrice segue quindi lo schema segmentale, ed i territori cutanei innervati dai gangli del Grande Simpatico si possono chiamare dermatomi pigmentomotori.

4. I segmenti cutanei o dermatomi sensitivi e pigmentomotori decorrono in forma di zona a fascia sul corpo; essi si embricano per circa la metà reciprocamente. La loro larghezza cranio-caudale era negli esemplari di *Solea* (lung. 20 cm.) sperimentati, in media 7 mm.

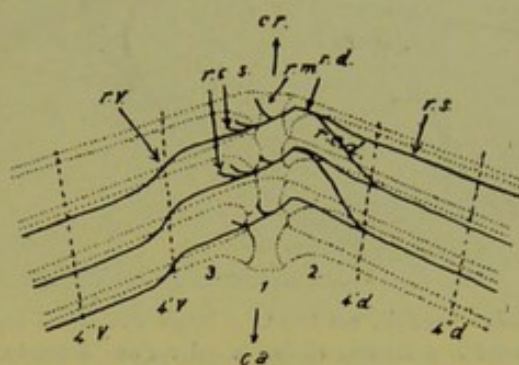


FIG. 84. — Schema dei principali rami dei nervi spinali e loro rapporti col Grande Simpatico, nella regione caudale dei Pleuronectidi (da un preparato di *Rhombus laevis*), secondo Van Rynberk.

Leggenda della figura 84.

1, corpo della vertebra. — 2, spina neurale. — 3, spina emale. — 1'd, 1'v, 2'd, 2'v, primo e secondo setto longitudinale della muscolatura dorsale e ventrale. — cr, ca, limiti craniale e caudale del preparato. — r.d., r.m., r.v., ramo dorsale, medio, ventrale del nervo spinale. — r.c.d., r.s., ramo comunicante, ramo spinoso del ramo dorsale. — r.c.s., ramo comunicante del simpatico.

Per illustrare queste conclusioni riporto qui alcune figure (v. figg. 84-90).

In una seconda serie di ricerche Van Rynberk (1907) determinò le modalità della distribuzione periferica delle fibre pilomotorie dei singoli gangli del cordone limitante del Grande Simpatico. Il decorso delle fibre pilomotorie pre- e postganglionari dai centri alla cute, è noto per le ricerche mirabili di Langley (v. fig. 91) e già questi, basandosi sui dati di confronto forniti per l'innervazione sensitiva segmentale della cute del macaco da Sherrington, aveva considerato come probabile che l'innervazione pilomotoria della cute da parte dei gangli simpatici fosse orientata topograficamente in modo del tutto analogo all'innervazione radicolare sensitiva di essa. Ma la dimostrazione sperimentale diretta di questa coincidenza non esisteva. Van Rynberk ha risolto il problema in maniera soddisfacente, servendosi di un metodo sperimentale semplicissimo. Per le ricerche di Langley sappiamo che quasi regolarmente tutte le fibre pilomotorie che originano in un dato ganglio simpatico abbandonano questo per il relativo ramo comunicante grigio e penetrano nel nervo spinale, unito insieme alla cui divisione primaria dorsale s'avviano alla cute della regione dorsale del corpo che raggiungono col ramo nervoso cutaneo dorsale stesso nervo. Il

complesso di fibre pilomotorie di un dato ganglio raggiunge quindi la cute insieme al complesso di fibre sensitive destinate all'area dorsale del dermatoma innervato dal corrispondente ganglio spinale intervertebrale (v. fig. 91). Ciò dato, la via sperimentale da seguirsi s'indicava da sè: determinare l'esatta estensione della zona cutanea inner-

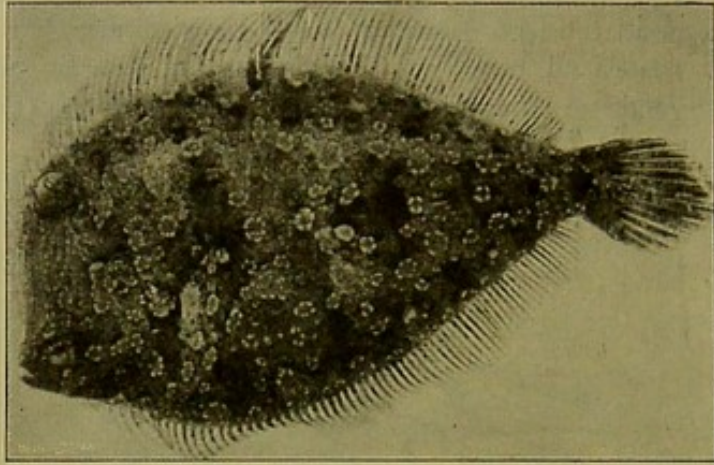


FIG. 85. — *Rhomboidichthys* normale, ma tenuto a lungo alla luce e sopra fondo bianco per far contrarre i cromatofori e rendere chiara la colorazione dell'animale. Da Van Rynberk.

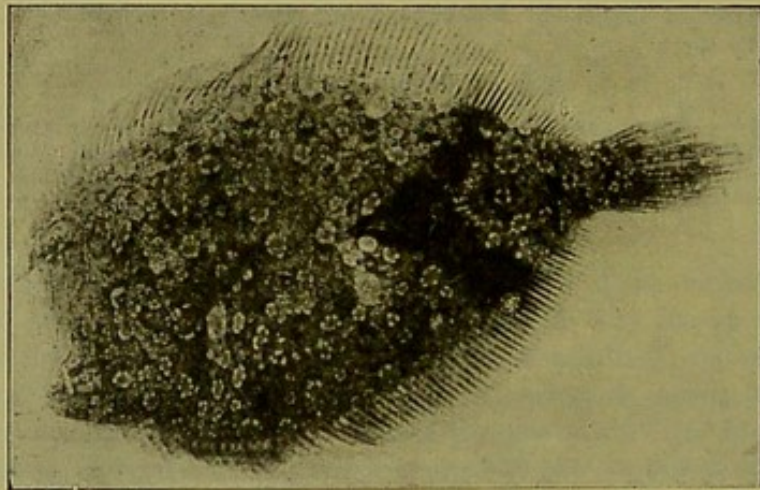


FIG. 86. — Lo stesso animale, rifotografato pochi minuti dopo recisi 3 rami nervosi ventrali e relativi rami comunicanti simpatici. È molto evidente la zona pigmento-paralitica scurissima, quasi nera. Da Van Rynberk.

vata con fibre sensitive da un dato ramo cutaneo dorsale, poi determinare la zona innervata da esso con fibre pilomotorie, e confrontare la posizione e l'estensione di queste due zone. Per la prima parte di questo confronto Van Rynberk si è servito del metodo dell' « isolamento »: incisa la cute nella linea mediana dorsale e scollata da una parte per un buon tratto, venivano messi a nudo i nervi cutanei dorsali, ed isolatone uno, si recidevano almeno tre cranialmente, ed altrettanti caudal-

mente, ed altrettanti caudalmente a quello isolato. Fatta la sutura dell'incisione cutanea si lasciava guarire la ferita poi si saggiava la sensibilità cutanea, delimitando due grandi aree analgesiche corrispondenti ai nervi recisi, ed un area sensibile in mezzo a quelle due, corrispondente al nervo isolato. Ciò fatto si riapriva la sutura cutanea e reciso il nervo isolato, si stimulava con corrente indotta fino ad ottenere l'innalzamento dei peli nel territorio fornito di fibre pilomotorie dal nervo stesso.

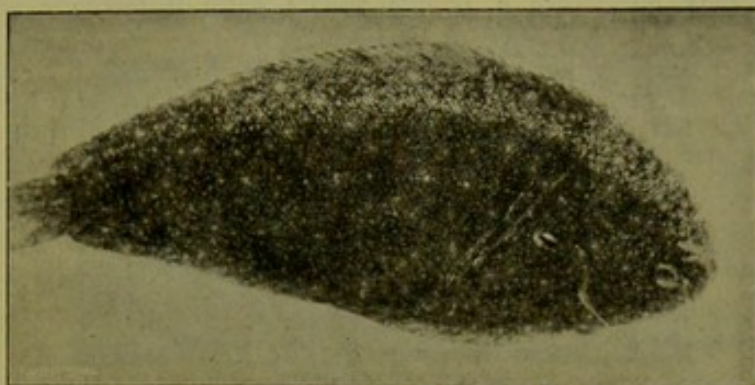


FIG. 87. — *Solea impar* normale. Da Van Rynberk.

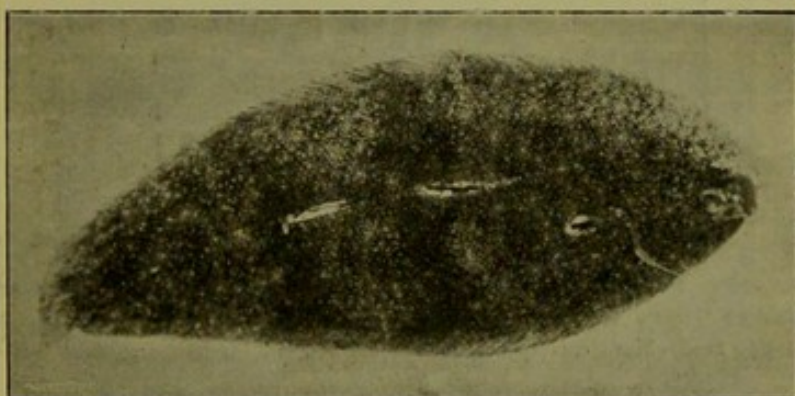


FIG. 88. — Lo stesso animale fotografato pochi minuti dopo recisi 4 rami nervosi cranialmente e 4 caudalmente a 4 nervi intermedi lasciati intatti. Si rilevano due zone pigmento-paralitiche scure, delimitanti una zona chiara corrispondente a 4 dermatomi. Da Van Rynberk.

Riporto qui un po' più particolareggiatamente i risultati delle due serie di ricerche di Van Rynberk. Le zone analgetiche da lui trovate avevano per solito forma rettangolare, limitate da due parallele, disposte rispettivamente nella linea mediana dorsale ed in quella laterale (inguino-ascellare dorsale) della cute, e da due altre che decorrevano spesso con lieve deviazione con direzione caudale, ad angolo pressochè retto rispetto alle precedenti. La larghezza cranio-caudale di queste aree variava col numero dei nervi recisi, nonchè colla mole dell'animale. La lunghezza dorso-ventrale

era in media 50 mm. La zona sensibile intermedia aveva in media 30 mm. di larghezza cranio-caudale; dorsalmente terminava contro l'incisione cutanea nella linea mediana dorsale; ventralmente passava senza limite, inavvertibilmente nell'area innervata dai rami nervosi laterali intatti. La zona pilomotrice variava molto per forma ed estensione, di solito però era oblunga e compresa tra limiti cranio-caudali paralleli presentanti nel loro decorso una lieve deviazione in direzione caudale. In riguardo ai rapporti tra la zona pilomotrice e quella sensibile del nervo isolato, Van Rynberk trovò che la zona pilomotrice è sempre situata entro il territorio sensitivo del

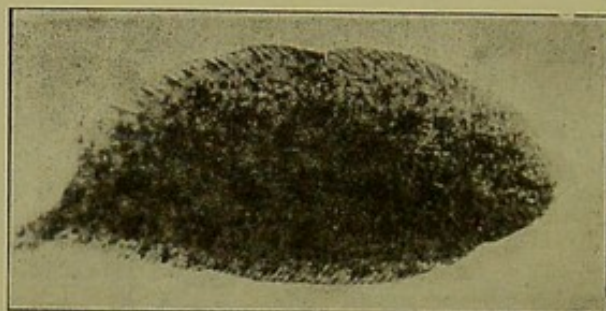


FIG. 89. — *Solea impar* normale. Da Van Rynberk.

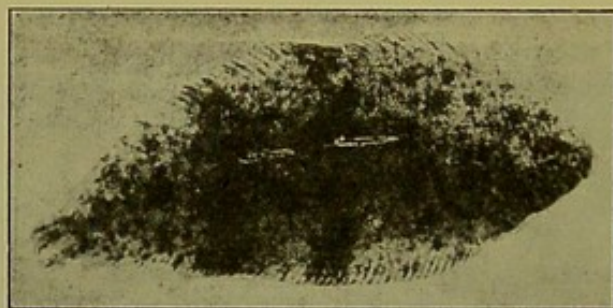


FIG. 90. — Lo stesso animale fotografato pochi minuti dopo recisi 4 nervi cranialmente e 5 caudalmente a 4 nervi lasciati intatti. Si notano le due larghe zone paralitiche scure, delimitanti una zona chiara corrispondente a 4 dermatomi. Da Van Rynberk.

medesimo. L'ubicazione e l'estensione della zona pilomotrice entro la zona sensitiva variava moltissimo nelle diverse esperienze. Talora la zona pilomotrice occupava quasi tutta l'estensione della zona sensitiva; generalmente però era più ristretta di quella in tutte le sue dimensioni. La posizione che essa in questi casi occupava entro il territorio sensitivo era pur esso varia. Per lo più però ne invadeva la parte media come è il caso nei due gatti dei quali le fotografie sono riprodotte nelle figure 92 e 93.

In base alle osservazioni qui riassunte, Van Rynberk viene alle seguenti conclusioni che qui riporto.

1. Le fibre pilomotorie decorrenti nei singoli rami nervosi cutanei nella regione dorsale del tronco del gatto, si distribuiscono entro le aree fornite dalle fibre sensitive dei rispettivi nervi.

2. L'innervazione sensitiva della cute per opera dei gangli spinali (interver-

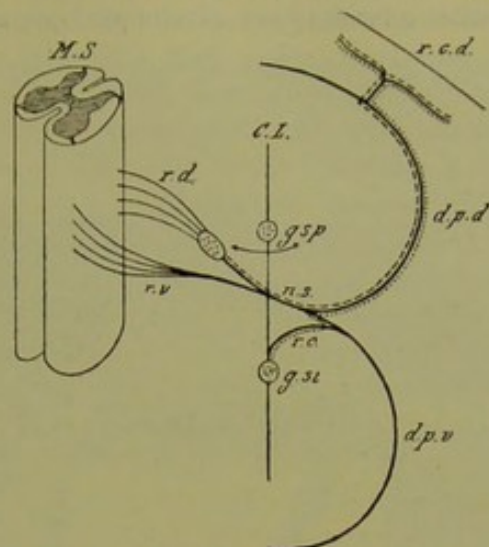


FIG. 91 (1). — Schema dei rapporti tra l'innervazione pilomotrice e sensitiva della cute.
Da Van Rynberk.

Leggenda della figura 91.

M.S., Midollo spinale. — *C.L.*, Catena limitante del Grande Simpatico. — *r.d.*, *r.v.*, radice spinale dorsale, ventrale. — *g.sp.*, *g.si.*, ganglio spinale, simpatico. — *n.s.*, nervo spinale. — *d.p.d.*, *d.p.v.*, divisione primaria dorsale, ventrale di esso. — *r.c.*, ramo comunicante simpatico. — *r.c.d.*, ramo cutaneo dorsale. — La linea punteggiata , indica il decorso delle fibre pilomotorici; quella tratteggiata -----, il decorso delle fibre sensitive alla cute.

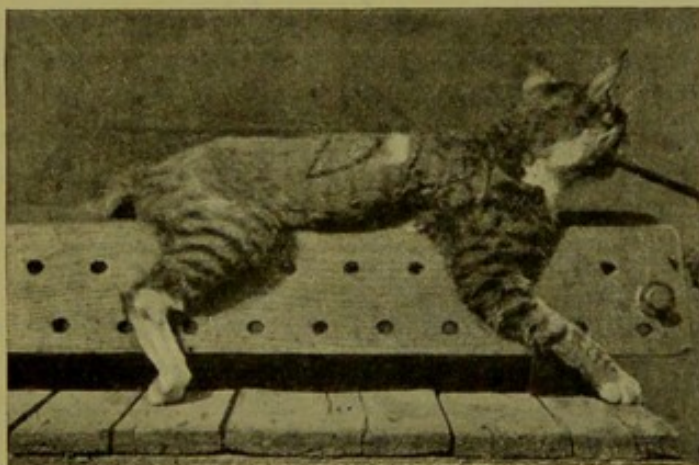


FIG. 92. — Estensione delle zone pilomotrice (bianca) e sensitiva di un ramo cutaneo dorsale isolato tra le zone analgetiche ottenute per il taglio dei rami cutanei dorsali di 4 nervi toracici cranialmente e 3 caudalmente successivi (zone delimitate mediante linee nere).
Da Van Rynberk.

tebrali) e quella pilomotrice per opera dei gangli della catena limitanti del Grande Simpatico si effettuano quindi secondo l'identico schema segmentale.

(1) I clichés delle figure 91, 92 e 93 furono concessi gentilmente dal prof. Fano, Direttore dell'Archivio di Fisiologia.

5. Mentre però nei pleuronectidi i territori cutanei innervati dai gangli spinali e dai gangli simpatici coincidono non soltanto per topografia ma anche per esten-

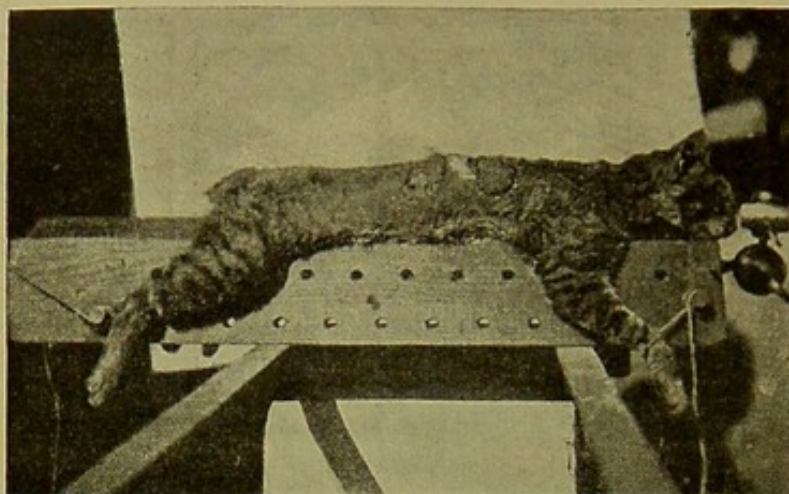


FIG. 93. — Estensione delle zone pilomotrice (bianca) e sensitiva di un ramo cutaneo dorsale isolato tra le zone analgesiche ottenute per il taglio dei rami cutanei dorsali di 4 nervi toracici cranialmente e 3 caudalmente successivi (zone delimitate mediante linee nere). Da Van Rynberk.

sione, nel gatto invece la corrispondenza è soltanto topografica, perchè le aree sen-

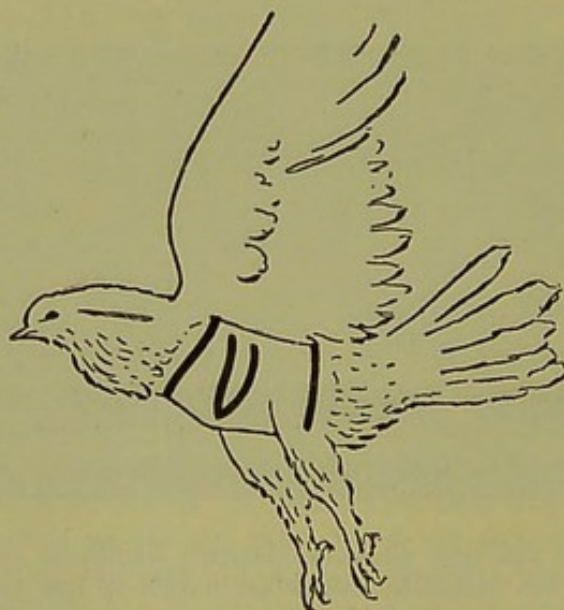


FIG. 94. — Un dermatoma isolato nella regione toracica del piccione, secondo Sparvoli.

sitive dei rami cutanei dorsali, innervate dai gangli spinali, sono d'ordinario più estese di quelle pilomotrici, innervate dai gangli simpatici.

Finalmente resta da menzionare ancora una ultima ricerca sulla innervazione segmentale della cute. Nel 1907 Sparvoli, sotto la direzione di Van Rynberk intra-

prese nell'Istituto di Fisiologia a Roma uno studio sulla innervazione radicolare cutanea nei piccioni. Mentre infatti finora erano state eseguite ricerche su animali della classe dei mammiferi, dei pesci e degli anfibi, mancavano del tutto notizie sulle condizioni nei rettili e negli uccelli. Sparvoli principiò a colmare la lacuna per quel che riguarda questi ultimi. Egli sperimentò col metodo di Türck e con quello di Sherrington. I risultati delle sue ricerche furono i seguenti:

1. Dopo il taglio di due radici spinali consecutive si trovò nella cute una zona insensibile a forma di due triangoli che abbiano le loro basi rispettivamente nella linea mediana ventrale e dorsale del corpo, mentre i loro apici si incontrano nella zona laterale del tronco.

2. Dopo il taglio di tre radici spinali consecutive si constatò una zona insensibile continua, di forma quasi quadrangolare, la quale dalla linea mediana dorsale del corpo si estendeva fino alla linea mediana ventrale.

3. Nelle esperienze di isolamento di un dermatoma si trovò in un caso fortunato, una zona sensibile continua a forma triangolare, la cui base si trovava vicino alla linea mediana dorsale del corpo, e il cui apice raggiungeva quasi la linea mediana ventrale.

4. In due casi meno fortunati si trovarono due soli campi sensibili in mezzo ad un esteso territorio insensibile. Questi frammenti del dermatoma erano situati rispettivamente nella zona dorsale e laterale del tronco.

In base a questi risultati Sparvoli crede poter affermare che anche negli uccelli nella regione toracica del corpo, le fibre sensitive dei nervi spinali si distribuiscono in territori chiusi e continui che cingono il corpo a fascia. Riproduco dal lavoro di Sparvoli la figura che rappresenta il 18° dermatoma (6° toracico) isolato nell'unico caso più fortunato cui si accenna nella 3ª conclusione, (v. fig. 94).

Ho esaurito così l'esposizione delle stato attuale delle nostre conoscenze sulla innervazione metamERICA della cute basate su ricerche sperimentali. Chiudo il presente capitolo con una breve ricapitolazione dei postulati, più importanti cui quasi un secolo di ricerche ci hanno condotto.

Riepilogo.

1. L'innervazione spinale della cute e dei muscoli è nettamente segmentale.
2. La maggior parte dei muscoli riceve fibre di almeno due segmenti spinali. Ma entro il muscolo queste fibre sono quartierate: « *cantonnées* ».
3. Ogni punto di cute è innervato da almeno due gangli intervertebrali (em-bricatura dei metameri cutanei).
4. Negli arti, i miotomi hanno disposizione raggiata.
5. I dermatomi sono disposti sugli arti in modo che il loro allineamento seriale si manifesta soltanto rispetto alle linee assili degli arti stessi.
6. I miotomi e le relative radici ventrale non hanno nessun significato funzionale sinergico.
7. Nell'innervazione centrale e periferica della cute vige la regola che la sensibilità è maggiore in quei punti che sono situati relativamente od assolutamente più vicini ai centri nervosi (ganglio, midollo), e decresce verso la periferia.

CAPITOLO VIII.

I dati clinici sulla dermatomia e sulla miomia nell'uomo.

La letteratura medica contiene una congerie enorme di notizie cliniche riguardanti manifestazioni patologiche di diversa natura a carico della cute e dei muscoli per effetto di lesioni traumatiche o di svariati processi morbosi del midollo spinale, delle radici e dei gangli dei nervi spinali e di questi stessi. Queste notizie non possono venir del tutto trascurate qui, perchè dall'esatto confronto tra la sede e l'estensione della lesione nervosa e la sede e l'estensione della manifestazione periferica nella cute e nei muscoli può essere ricavato un certo numero di dati positivi sulla innervazione segmentale di questi organi nell'uomo, a complemento e conferma dei dati anatomici esposti nel capitolo VI. D'altra parte però devo rilevare subito che il numero dei dati positivi esatti è relativamente scarso, perchè il valore e l'attendibilità della maggior parte delle osservazioni ottenute in questo campo col metodo clinico è assai inferiore a quello dei dati ottenuti coi metodi morfologici e sperimentali. Ed è perciò che io non mi soffermerò nell'analisi dei singoli lavori, contentandomi di dare una rapida sintesi del complesso dei risultati raggiunti.

Dividerò il materiale clinico in due sottocapi. Nel primo tratterò dei dati sulla miomia risultanti dalla constatazione di paralisi di moto consecutive a lesioni neuromeriche od odoneuromeriche. Nel secondo tratterò dei dati sulla dermatomia risultanti dalle paralisi di senso e dalle alterazioni trofiche della cute, consecutive a lesioni nervose analoghe.

SOTTOCAPO I.

I dati clinici sulla miomia larvata.

Da un grandissimo numero di affezioni morbose e di lesioni traumatiche del midollo spinale e delle radici spinali, si possono desumere dati riguardanti l'innervazione segmentale dei muscoli nell'uomo. Disgraziatamente sono relativamente rari i casi di lesione, circoscritta da esatti limiti anatomici.

Le mieliti di diversa origine, la compressione e parziale distruzione del midollo per tumori, ematomi, fratture di vertebre, non verranno qui prese in esame particolareggiato.

Le lesioni trasversali nette del midollo, quali avvengono talora per ferite d'arma da taglio o per violenta e completa lussazione vertebrale, forniscono un materiale di osservazione già un po' più esatto. Ricordo a questo proposito che già Galeno sapeva che « se il midollo spinale è affetto verso la quinta vertebra, le mani sono prive affatto di senso e moto, se verso la sesta la paralisi è più parziale; se disotto all'ottava le mani sono affatto immuni di paralisi ».

Nei casi di lesione trasversale più o meno completa del midollo spinale a diversi livelli, il risultato in riguardo alle funzioni muscolari, è la paralisi di tutti i muscoli innervati dai segmenti situati al livello della lesione, e caudalmente a

questa. Dal confronto dell'estensione di questa paralisi in casi di lesione a diverso livello è possibile far deduzioni approssimative sull'origine segmentale dei nervi motori dei muscoli che nel caso ove il livello della lesione era situato più cranialmente erano paralizzati, mentre erano risparmiati dalla paralisi in casi ove la lesione era situata qualche segmento più caudalmente. Un materiale abbondante e prezioso di casi di questa natura si trova raccolto da Kocher (1896) in una pregevole monografia.

I dati clinici più sicuri riguardo all'innervazione segmentale dei muscoli dell'uomo risultano però dalle osservazioni dei casi di lesione delle radici spinali di moto.

Le paralisi muscolari segmentali, d'origine radicolare spinale, non hanno attirato che relativamente tardi l'attenzione dei clinici. Fu Erb per primo che nel 1874 riconobbe la natura vera della non infrequente paralisi combinata di un certo gruppo costante di muscoli del braccio e della spalla, già descritta da Duchesne nel 1866. Si tratta in complesso della paralisi contemporanea dei muscoli deltoideo, bicipite, brachiale anteriore od interno e supinatore lungo, cui talora si aggiungono il supinatore breve e l'infraspinato. La sede di questa lesione non è probabile sia periferica, perchè troppo numerosi e distanti sono i rami nervosi periferici che concorrono alla innervazione di questi muscoli: il n. soprascapolare, il muscolo-cutaneo, l'ascellare. Erb indicò quindi quale sede della lesione od affezione la porzione motoria dei nervi 5° e 6° cervicale partecipanti alla formazione del plesso brachiale, ed apportò quale controprova di questa ipotesi, l'osservazione che si può provocare la contrazione dell'insieme dei muscoli ora nominati, stimolando colla corrente faradica un punto della superficie del collo situato 1.5 cm. in avanti del margine anteriore del muscolo cucullare, sopra una retta che congiunge l'articolazione sternoclavicolare coll'apofisi spinosa della 7^a vertebra cervicale. Questo « punto sopraclavicolare di Erb » corrisponde al punto di fuoriuscita del 6° nervo cervicale di tra i muscoli scaleni.

La scoperta di Erb fu ben presto confermata appieno da una numerosa schiera di autori, ed aprì un'era nuova nella classificazione delle paralisi muscolari, specie degli arti ove, sempre a causa dell'inestricabile rete dei plessi nervosi attuali, la sede pre-plessuale di molte forme di paralisi non era stata riconosciuta.

Per quel che riguarda la paralisi del plesso brachiale, di origine radicolare, sorse tutta una classificazione dei diversi tipi. Accanto a quello ora menzionato di Duchesne-Erb, o « tipo superiore » (5° e 6° cervicale), si descrisse quello « inferiore », più raro, a carico dell'8° cerv. e 1° toracico, con paralisi dei muscoli del tenar, di quelli interossei della mano, e dei flessori della faccia volare dell'avambraccio (paralisi di Seeligmüller o di Déjérine-Klumpke). Poi il tipo « totale », ove la lesione od affezione ha compromesso tutto il plesso brachiale sicchè tutti i muscoli innervati dai rami nervosi uscenti da esso, si trovano paralizzati.

Da tutti questi tipi si venne a distinguere ancora un tipo di paralisi caratterizzato dalla partecipazione del n. frenico per lesioni interessanti i segmenti cervicali 3, 4, 5.

Un altro ordine di osservazioni che richiamò l'attenzione dei clinici sulla innervazione centrale, spinale e segmentale dei muscoli, fu quello già menzionato di Remak

(1874-76) sulle paralisi saturnine, osservazioni fatte quasi contemporaneamente a quelle di Erb.

Remak, nella sua classica Memoria sulla patogenesi della paralisi saturnina, rileva per primo che la diagnostica clinica tende ad escludere che nelle paralisi per piombo si tratti di una miopatia primitiva, mentre invece tanto la elettro-diagnosi che il decorso e l'esito del male segnalerebbero grandi analogie con quelle forme speciali di paralisi come le infantili, la cui origine spinale è stata dimostrata anatomicamente. Si tratterebbe di una vulnerabilità speciale di alcuni gruppi di cellule motrici del nevrasso spinale, i quali rimarrebbero colpiti elettivamente dal veleno circolante.

Ricevuto una volta la spinta in una direzione netta, e forniti di un problema da svolgere chiaro e preciso, gli studî clinici ben presto si moltiplicarono, soprattutto quando oltre all'interesse puramente scientifico di queste ricerche, si aggiunse un'utilità pratica, quando cioè la nascente chirurgia dello speco vertebrale richiese la esatta diagnosi topica, l'esatta localizzazione delle lesioni spinali o radicolari per poter esplicarsi salutarmente.

Compreso da questo interesse già Gowers (1885) per primo diede una tabella, per quanto poté completa, ove era indicata l'innervazione segmentale dei muscoli. Da quell'epoca in poi le osservazioni cliniche accumularono un'enorme massa di casi d'alterazioni funzionali muscolari per lesioni spinali o radicolari. Non mi proverò neppure ad analizzare e discutere qui una ad una quelle osservazioni, tanto più perchè questo immane lavoro è già stato in parte compiuto da Wichmann (1900) il quale, in una diligente compilazione ha fatto lo spoglio di numerosissime osservazioni. Però in fondo credo che da simili compilazioni ove viene attribuito uguale valore ad osservazioni diversamente attendibili di numerosi autori, non si possa argomentare nulla di preciso. Preferisco perciò riprodurre qui la tabella contenente i dati di fatto forniti dai casi clinici raccolti da un solo autore di indiscusso valore: L'Edinger (v. tab. 40).

È interessante che, come Edinger stesso rileva, questa tabella osservata verticalmente, riproduce la figura umana. Qui aggiungerò ancora poche considerazioni di interesse teorico.

Le osservazioni cliniche hanno in genere confermato i dati fondamentali stabiliti dall'anatomia e dalla fisiologia, quale l'innervazione pluriradicale della maggior parte dei muscoli del corpo. Anche i rapporti innervativi dei singoli muscoli quali risultano dalla clinica, collimano in genere bene coi dati anatomici. Invano però domanderemmo alla clinica un contributo d'osservazione e di interpretazione in rapporto ai problemi complessi che ho trattato ampiamente nei precedenti capitoli. In riguardo al problema sulla pretesa unità funzionale delle radici di moto, i clinici non presero partito direttamente. Si contentarono però in genere di affermare che il numero dei segmenti dai quali un muscolo è innervato, dipende oltre che dal numero dei miomeri dai quali esso si è sviluppato, anche dal numero di funzioni cui esso partecipa!

Wichmann distingue perciò muscoli polimerici a funzione unica, quale il *Rectus abdominis* e muscoli polimerici a più funzioni. Nel caso di questi ultimi una funzione può essere abolita, ed il muscolo paralizzato per l'esecuzione di un dato movimento, mentre esso continua a funzionare normalmente nell'esecuzione di altri movi-

menti ove partecipi a un complesso muscolare diverso. Questa concezione è naturalmente in modo intimo connessa col problema se in un muscolo le fibre nervose provenienti da più di una radice spinale si distribuiscano uniformemente a tutte le fibre muscolari oppure restino « quartierate » in esso.

Ma alla soluzione di questo problema la clinica non ha dato contributi propri importanti. In genere risulta dalle osservazioni cliniche che nei muscoli piccoli non si riconosce il *cantonnement* di Forgue e Lannegrace, il quale esisterebbe invece nei muscoli estesi.

SOTTOCAPO II.

La dermatomeria larvata studiata nell'uomo con metodi clinici.

Notizie sulla dermatomeria larvata nell'uomo si possono attingere dalle osservazioni cliniche sulle alterazioni della sensibilità e del trofismo cutaneo, per svariate lesioni del midollo o delle radici, dei gangli e dei nervi spinali. Storicamente, le osservazioni di alterazioni trofiche cutanee quali espressione di lesioni nervose, spinali, sono più antiche di quelle riguardanti le alterazioni della sensibilità; però l'esatta determinazione della topografia e dell'estensione delle lesioni, siano trofiche, siano di sensibilità, ed il rapporto tra quelle e la sede e l'estensione della causa morbigena centrale fu fatta relativamente tardi. Infatti, mentre già nel 1861 Von Baerensprung sostenne e nel 1863 dimostrò in base ad un reperto necroscopico che l'*herpes zoster* è l'espressione di un'affezione di uno o più gangli spinali o del ganglio di Gasser, dobbiamo arrivare fino alla monografia di Head nel 1897, della quale più sotto mi occuperò a lungo, per trovare uno studio sistematico fatto per stabilire quale localizzazione ed estensione abbiano le zone erpetiche nell'affezione dei singoli gangli della serie e quali rapporti topografici abbiano queste zone coi territori sensitivi degli stessi gangli.

Per quel che riguarda i dati desumibili dall'alterazione della sensibilità, è pur notevole che mentre vari processi morbosi hanno ripetuto nell'uomo le infinite volte, lesioni più o meno nette, quali la sezione trasversa del midollo spinale o la distruzione di qualche paio di radici nervose, pur tuttavia le alterazioni della sensibilità causate da quelle affezioni, sono state interpretate al loro giusto valore in rapporto al problema della proiezione spinale, soltanto da pochi decenni. Coenen, autore della pregevole monografia storica, cui ho già avuto occasione di accennare, scrive di non aver trovato nulla o quasi nulla sulle lesioni radicolari sensitive nell'antica letteratura medica olandese, francese, tedesca ed inglese; io posso dire lo stesso per quella italiana.

Il primo clinico che abbia trattato largamente dei problemi relativi alle lesioni segmentali della sensibilità cutanea, è il neurologo inglese James Ross. Questi nel 1882 descrisse e figurò l'esatta estensione del territorio di insensibilità cutanea in un caso ove il midollo spinale a livello dell'8^a radice cervicale era stato distrutto nella sua metà destra da un'emorragia. Nel 1883 aggiunse alla precedente la descrizione di un caso di pachimeningite che aveva distrutto totalmente il midollo nella sua sezione trasversa, anche in questo caso al livello della 8^a radice cervicale. Le figure colle quali Ross illustra questi due casi e che io per il loro interesse storico

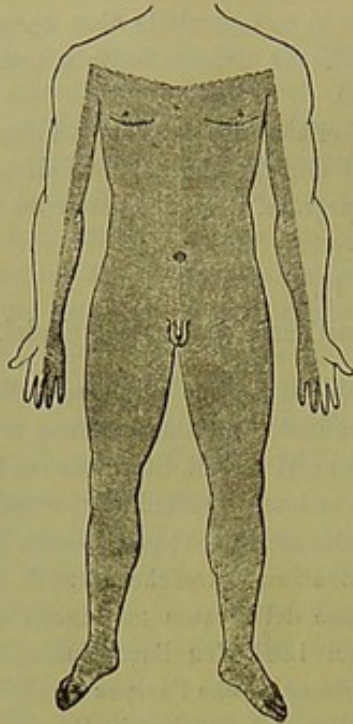


FIG. 95.

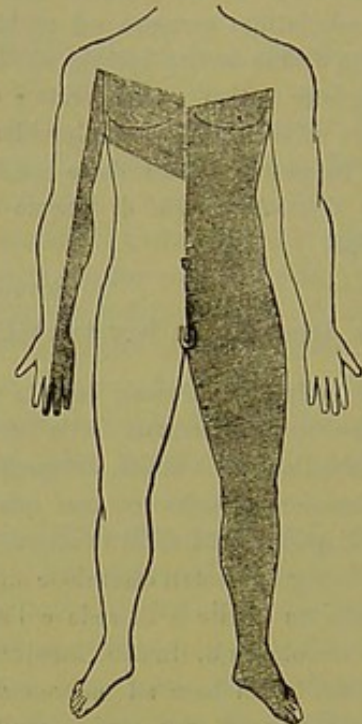


FIG. 96.

Le prime osservazioni di lesioni segmentali della sensibilità cutanea, illustrata da James Ross.

Fig. 95, distruzione trasversa completa del midollo spinale sopra l'8° paio cervicale di radici spinali. Osservazione del 1883. — Fig. 96, distruzione trasversa del solo lato destro del midollo spinale sopra l'8° paio di radici spinali cervicali. Osservazione del 1882.

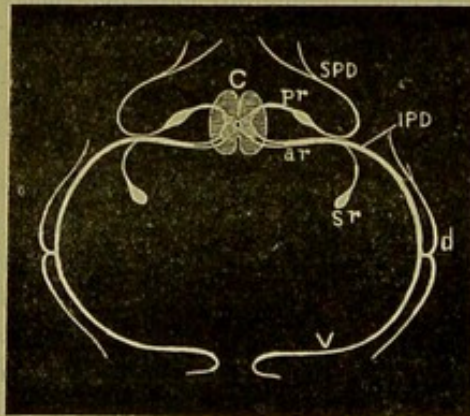


FIG. 97. — Schema della distribuzione periferica tipica dei nervi spinali nell'uomo, secondo James Ross.

Leggenda della figura 97.

C, midollo spinale. — *r.p.*, radice posteriore (dorsale). — *r.a.*, radice anteriore (ventrale). — *S.P.D.*, divisione primaria superiore (posteriore o dorsale). — *I.P.D.*, divisione primaria inferiore (anteriore o ventrale). — *s.s.*, ramo comunicante del simpatico. — *d*, ramo dorsale (cioè laterale). — *v*, ramo ventrale della divisione primaria ventrale.

qui riporto (figg. 95, 96), danno una prova dell'esattezza delle osservazioni cliniche di Ross e del modo fortunato nel quale egli aveva, specie in riguardo alla inner-

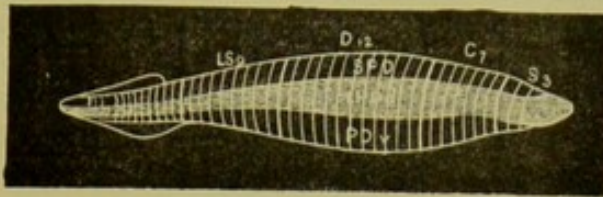


FIG. 98. — Schema della distribuzione cutanea dei rami nervosi delle divisioni primarie dorsali, (laterali) e ventrali dei nervi spinali, proiettata sul corpo dell'*Amphioxus*, secondo James Ross.

Leggenda della figura 98.

S₃, i nervi cefalici. — C₇, i 7 nervi cervicali. — D, i 12 nervi dorsali (toracici). — L.S., i 9 nervi lombosacrali. — S.P.D., regione cutanea innervata dai rami della divisione primaria dorsale. — I.P.D.S., Idem, dai rami dorsali (cioè laterali) della divisione primaria ventrale. — I.P.D.V., Idem, dai rami ventrali della divisione primaria ventrale.

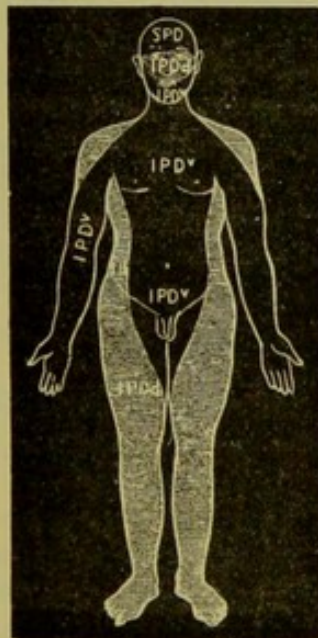


FIG. 99.

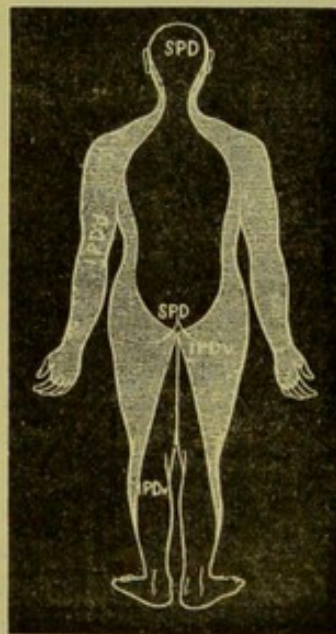


FIG. 100.

I territori cutanei innervati dai rami nervosi delle divisioni primarie dorsale e ventrale dei nervi spinali nell'uomo, secondo James Ross.

Fig. 99, faccia ventrale. — Fig. 100, faccia dorsale.

Leggenda delle figure 99 e 100.

S.P.D., Regione cutanea innervata dai rami della divisione primaria superiore (posteriore o dorsale). — I.P.D.d., Idem, dai rami dorsali (laterali) della divisione primaria inferiore (anteriore o ventrale). — I.P.D.v., Idem, da rami ventrali della divisione primaria ventrale.

vazione degli arti superiori, tenuto conto delle migliori conoscenze anatomiche del suo tempo. E ancora più che in queste due osservazioni isolate ciò si rende ma-

nifesto nel suo lavoro d'insieme del 1888, ove è evidente l'influenza delle idee di Herringham e di Paterson.

Ross comincia per dare uno schema della divisione e distribuzione delle radici dorsali di senso, secondo le note condizioni anatomiche nell'uomo: distingue cioè una divisione superior-posteriore (dorsale) ed una inferior-posteriore (ventrale), la quale è ancora da scindersi in una divisione ventrale ed una dorsale (v. fig. 97). In un animale

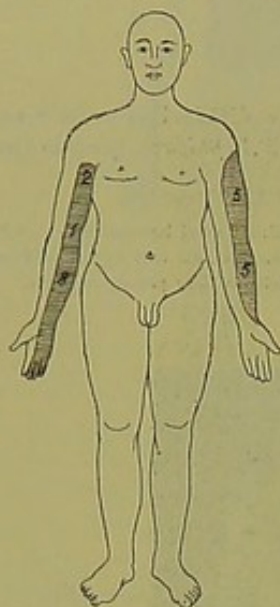


FIG. 101. — Schema della disposizione *seriale* delle analgesie per lesioni segmentali, secondo James Ross.

Leggenda della figura 101.

5. 7. 8. 1. 2, sede delle alterazioni del senso cutaneo (analgesie ecc.) in casi di lesioni segmentali rispettivamente delle radici 5^a e 7^a cervicale (faccia radiale dell'arto) e della 8^a cervicale e 1^a e 2^a toracica (faccia ulnare dell'arto), secondo James Ross. Nella figura, per errore, nell'avambraccio sinistro è segnata un'altra 5 anziché una 7.

arti, l'altro per la regione toracica diedero i primi contributi sistematici. Nel lavoro di Thorburn (1888) sulle lesioni della *cauda equina* si nota un primo tentativo di applicare anche alle lesioni sensitive spinali in corrispondenza agli arti inferiori dell'uomo, i dati forniti dall'anatomia. Riporto qui per l'interesse storico le figure di Thorburn rappresentanti l'anestesia consecutiva a distruzione completa delle radici sacrali in un caso di spina bifida (figg. 102, 103).

Più tardi Thorburn riunì il complesso delle sue osservazioni sulle anestesi cutanee causate da lesioni midollari o radicolari spinali nel tratto lombo-sacrale, riuscendo a costituire uno schema completo dell'innervazione dell'arto inferiore che sembra nelle sue grandi linee esser in accordo coi risultati delle ricerche anatomiche, mentre discorda con questi in non pochi particolari (figg. 104, 105).

a forma semplice, come p. es. l'*Amphioxus*, i territori cutanei innervati dalla serie di rami nervosi di queste tre divisioni, rispettivamente avrebbero forma e disposizione semplice e regolare, a fasce longitudinali, come appare dalla figura schematica (fig. 98). Nell'uomo, a causa della distribuzione delle fibre radicolari lungo le linee assili dell'estremità, le fasce longitudinali supposte nell'*Amphioxus*, assumono forma e disposizione ben diversa di regioni cutanee apparentemente irregolari, come appare dagli schemi riprodotti nelle figg. 99, 100. Però in queste regioni, i territori cutanei dei rami nervosi delle singole radici dorsali sono disposti in ordine seriale ininterrotto (*serially continuous*). A comprova di ciò e per dimostrare che la patologia umana fornisce dati che ben si accordano colle « leggi » di Herringham, Ross riunisce in uno schema il risultato di diverse sue osservazioni cliniche, ove sono indicate la estensione e la disposizione reciproca delle zone di anestesia dipendenti da lesioni rispettivamente delle radici 5^a e 7^a cervicale o di quelle 1^a e 2^a toracica (v. fig. 101).

Questi i contributi importanti di Ross, che aprirono un'era novella alle ricerche cliniche sulle lesioni segmentali della sensibilità cutanea. Ricorderò ora non le singole tappe che lo sviluppo delle conoscenze su questo argomento ha percorso, ma soltanto alcune delle più importanti stazioni di questa lunga via. Poco dopo Ross, Thorburn (1889-93) e Eichhorst (1888), l'uno per gli

Finalmente egli diede una serie di schemi ove è raffigurato il limite craniale dell'anestesia cutanea in seguito a lesione trasversa del midollo spinale tra 4° e 5° e tra 5° e 6° paio radicolare cervicale, a livello dell'8° paio cervicale e di quello 1° toracico (figg. 106, 107).

Il lavoro di Eichhorst (1888) è degno di una speciale menzione qua perchè tratta con intenti di particolare precisione, di una regione del corpo alla quale poca attenzione speciale è stata concessa dai clinici: intendo dire il tronco. La maggior parte degli autori, anche recenti, si è limitata sempre a tracciare in questa regione



FIG. 102.

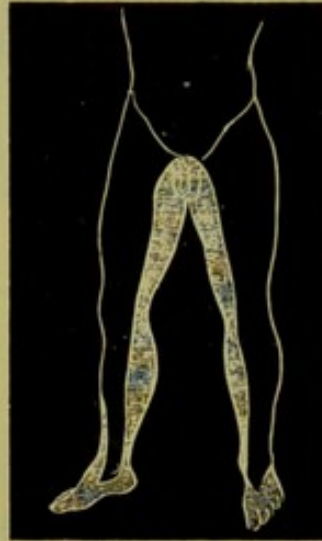


FIG. 103.

La prima osservazione di lesione segmentale della sensibilità cutanea negli arti inferiori dell'uomo (distruzione completa delle radici sacrali in un caso di spina bifida) illustrata da Thorburn (1888).

Fig. 102, aspetto dorsale. — Fig. 103, aspetto ventrale.

i limiti segmentali delle anestesi riscontrate, come linee quasi rette e tracciate in direzione quasi perpendicolare all'asse longitudinale del corpo. Ora, Eichhorst in 5 casi di lesione trasversa del midollo spinale a diverso livello toracico, mediante determinazione esattissima e minuziosissima del limite tra le regioni sensitive ed insensibili, stabilite accuratamente punto per punto, per tutta la circonferenza del tronco, trovò che questo limite non è rettilineo ma presenta regolarmente 3 « elevazioni » o convessità in direzione craniale e due o tre « abbassamenti » o convessità in direzione caudale, per ogni metà del corpo. Gli apici di queste convessità craniali si trovarono rispettivamente una nella linea mediana dorsale (« elevazione spinosa » la chiama Eichhorst), una nella zona scapolare (« elevazione scapolare »), ed una nella linea mediana ventrale oppure vicino a questa (« elevazione mammillare ») (v. fig. 108). Eichhorst non dà nessuna interpretazione di questi reperti. Gli autori posteriori o non si occupano affatto di essi o li ritengono eccezionali, causati da lesioni trasverse incomplete (Wichmann 1900). Ora, lasciando da parte quest'ultima interpretazione che è

in contrasto col risultato delle autopsie riferite da Eichhorst, osservo che queste tre « elevazioni » del limite della regione anestetica, alternate con due abbassamenti di esso, sembrano essere evidentemente in rapporto colla divisione dei singoli segmenti cutanei in una zona dorsale ed una laterale e ventrale. Infatti l'abbassamento dorsale

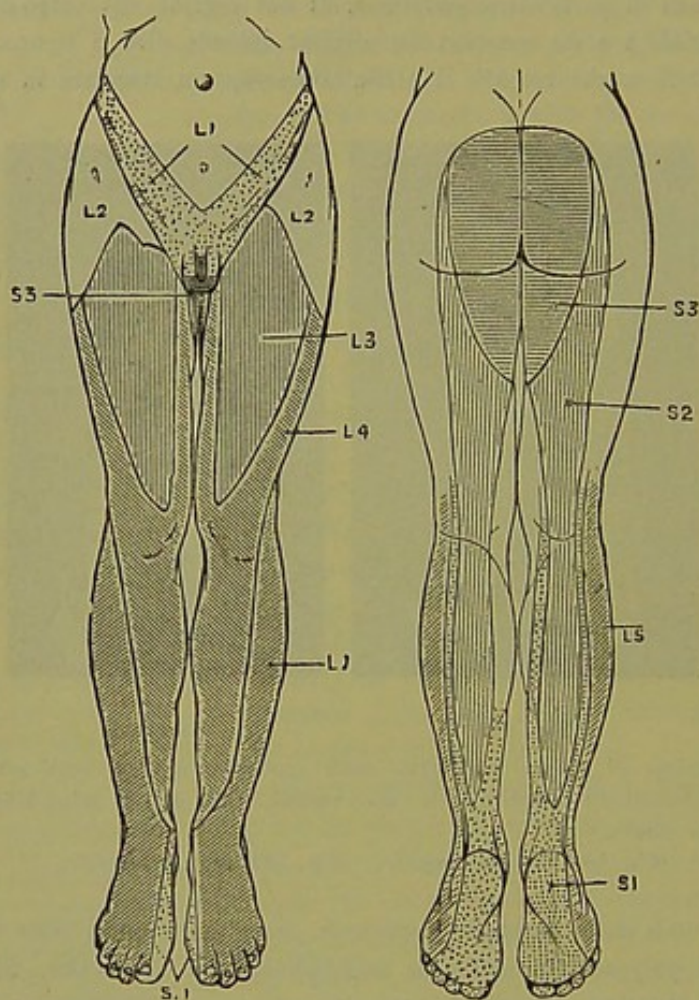


FIG. 104.

FIG. 105.

Schema dell'innervazione segmentale della cute dell'arto inferiore nell'uomo, secondo Thorburn.

Fig. 104, aspetto ventrale. — Fig. 105, aspetto dorsale.

Leggenda delle figure 104 e 105.

L, 1. 2. 3. 4. 5, territorio cutaneo dei nervi lombari 1. 2. 3. 4. 5. — S, 1. 2. 3, idem, dei nervi sacrali 1. 2. 3.

dei limiti di Eichhorst corrisponde al livello di massima estensione della zona dorsale del dermatoma innervato dal segmento relativamente illeso situato subito al di sopra della lesione trasversa del midollo, e l'abbassamento ventrale degli stessi limiti, corrisponde al livello di massima estensione del territorio lateroventrale di esso. Le ele-

vazioni poi, cioè i punti ove la zona anestetica invade maggiormente della regione rimasta sensibile, giacciono in corrispondenza al limite tra i dermatomi illesi di destra e sinistra nelle linee mediane dorsale e ventrale ed in corrispondenza al limite tra zona dorsale e ventrale di questi medesimi.

Questi i lavori fondamentali. Numerosi altri autori riunirono poi anch'essi i risultati delle osservazioni cliniche loro e di altri e compilarono schemi dell'innervazione segmentale della cute nell'uomo.

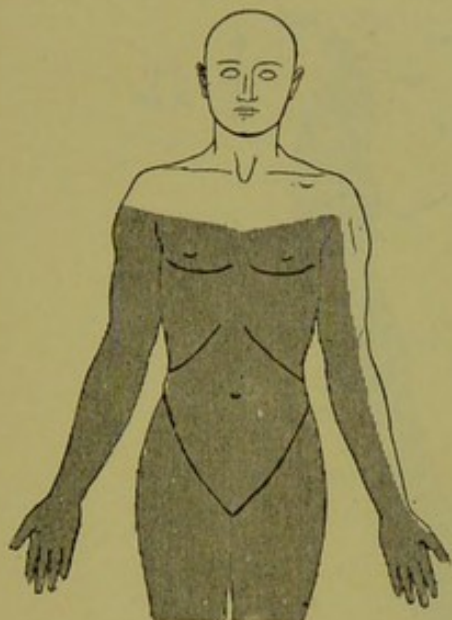


FIG. 106. — Schema del limite craniale della analgesia cutanea, a destra per lesione trasversa del midollo spinale tra 4° e 5° paio di radici cervicali, a sinistra tra 5° e 6°, secondo Thorburn.

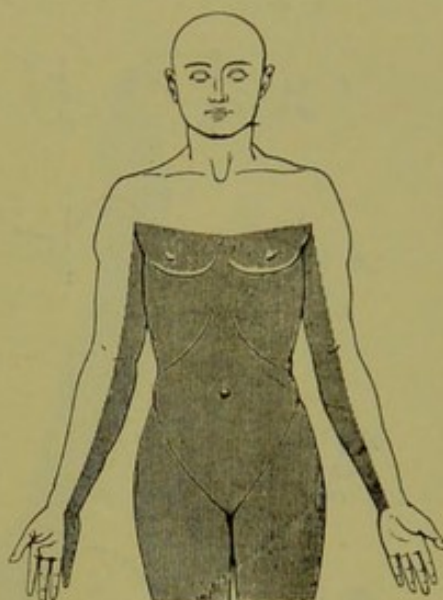


FIG. 107. — Schema del limite craniale della analgesia cutanea, a destra per lesione trasversa del midollo spinale tra 8° paio cervicale e 1° toracico, a sinistra tra 1° e 2° paio toracico, secondo Thorburn.

Cito tra questi specialmente due chirurghi, l'americano Allen Starr e lo svizzero Kocher; poi clinici e neurologi tra i quali cito Edinger, Pansini, Wichmann Frenkel e Seiffert. Finalmente anche un anatomico, Frohse (1901), compilò un tale schema però in base non a dissezioni, ma a dati clinici. Riproduco qui gli schemi stessi (v. figg. 109-122, 127-128) ed aggiungo poche parole di commento. Per chi ha seguito quanto io ho esposto nei capitoli VI e VII riguardo alle linee principali dell'innervazione segmentale della cute, non vi può esser dubbio che gli schemi di Allen Starr, Kocher e Pansini, costruiti senza tener conto dei dati morfologici fondamentali sull'evoluzione e sulla costituzione segmentale definitiva degli arti, peccano in ciò che si sforzano a mantener l'apparenza di una sfilata ininterrotta dei dermatomi in ordine seriale lungo le linee mediane del corpo, per cui a livello degli arti disegnano i segmenti cutanei come tante strisce strettissime decorrenti longitudinalmente e parallele fino all'apice degli arti stessi. Il fatto concordemente affermato da anatomici e

fisiologi che i dermatomi « migrano » sugli arti e vi si dispongono lungo due linee assili, le quali in molti rapporti equivalgono alle linee mediane del tronco, non viene preso in considerazione dagli autori di questi schemi.

Invece in quelli di Frenkel, Frohse, Wichmann e Seiffert i dati casuistici sono stati proiettati e disposti, tenuto conto delle conoscenze morfologiche sull'evoluzione segmentale dell'organismo, epperò sono da questo punto di vista assai più pregevoli.

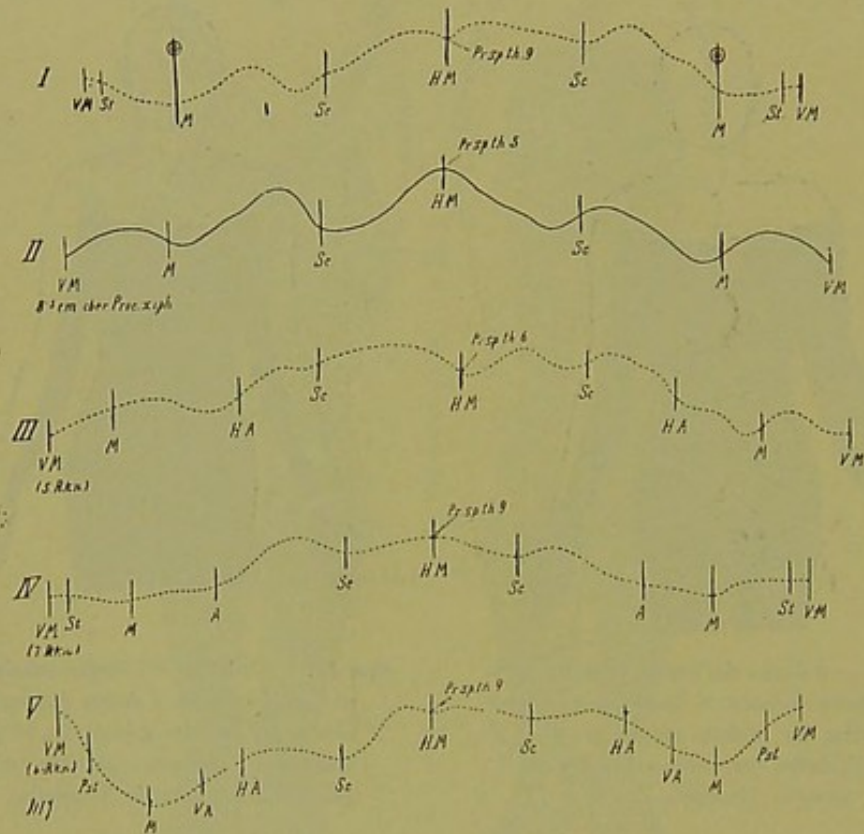


FIG. 108. — Decorso esattamente delimitato del limite craniale dell'analgnesia cutanea sul tronco in cinque casi di lesione trasversa del midollo toracico, secondo Eichhorst.

Leggenda della figura 108.

H.M., linea mediana dorsale. — *V.M.*, linea mediana ventrale. — *Pr.sp.th.*, 9, 5, 6 = 5°, 6°, 9° processo spinoso toracico. — *Sc*, linea scapolare. — *M*, linea mammillare.

Sotto ogni riguardo interessanti sono pure gli schemi di Coenen (1901), che riproduco nelle figure 123-124. Nella scuola di Winkler, più forse che nella maggior parte delle cliniche di neuropatologia, si è sempre tentato, non solo di determinare con minuziosa esattezza i limiti delle alterazioni della sensibilità che si presentano nei diversi generi d'affezioni spinali, ma anche di rendersi sempre esattamente conto del significato anatomico che quei limiti caso per caso sembrano avere. Già Kocher aveva rilevato che i territori segmentali da lui delimitati sono da considerarsi come « aree nucleari » dei segmenti veri, intendendo con ciò che essi rap-

presentano i dermatomi diminuiti dalle embricature. Coenen ora analizza più minutamente ancora il significato dei limiti da lui trovati nei casi di distruzione trasversa del midollo da lui descritti. Innanzi tutto è ovvio che in questi casi la frase usuale « limite dell'analgesia » è l'espressione di un reperto clinico, riguardante una deficienza, corrispondente a un'entità patologica, ma non ha significato nè anatomico nè funzionale, nel senso che l'estensione dell'analgesia non insegna nulla o quasi circa il territorio innervato dai segmenti e dalle radici spinali lese, perchè in gran parte del campo

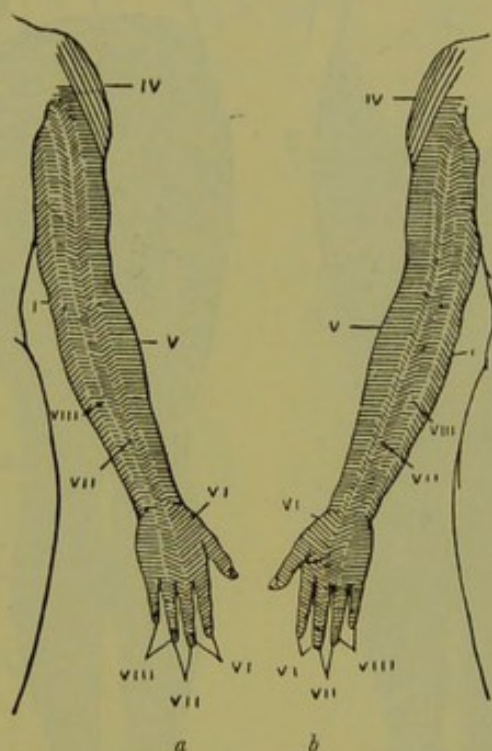


FIG. 109. — Schema dell'innervazione segmentale dell'arto superiore, secondo Allen Starr.
a) Faccia dorsale. — b) Faccia ventrale dell'arto

di distribuzione di questi, cioè per tutta l'estensione delle embricature, la sensibilità resta conservata dai segmenti e dalle radici vicine che non furono colpite dalla lesione. Non è dunque come « limite dell'analgesia » che le linee di separazione clinicamente trovate tra cute sensibile e cute insensibile hanno interesse, perchè l'analgesia è un concetto negativo e la sua estensione non corrisponde ad alcuna unità anatomica. Bensì hanno importanza queste linee, considerate come limiti estremi del territorio ove la sensibilità è persistita, perchè a questa espressione corrisponde un pensiero anatomico e funzionale: significa cioè l'estensione del territorio di distribuzione dei segmenti e delle radici spinali non colpiti dalla lesione. Nel caso per esempio dello strappo di alcune radici toraciche, il limite superiore o craniale della analgesia ha importanza come limite caudale del territorio ove i segmenti situati cranialmente delle radici lese riescono a mantenere la sensibilità. Il limite inferiore o caudale dell'analgesia invece ha importanza come limite craniale del territorio mantenuto

sensibile dai segmenti situati caudalmente alla lesione. Ora Coenen ha disegnato in due schemi i limiti trovati da lui in diversi casi di lesione trasversa del midollo, e considerandoli appunto nel modo razionale ora da me esposto, rileva alcune particolarità degne di nota riguardo la loro ubicazione ed il loro comportamento reciproco.

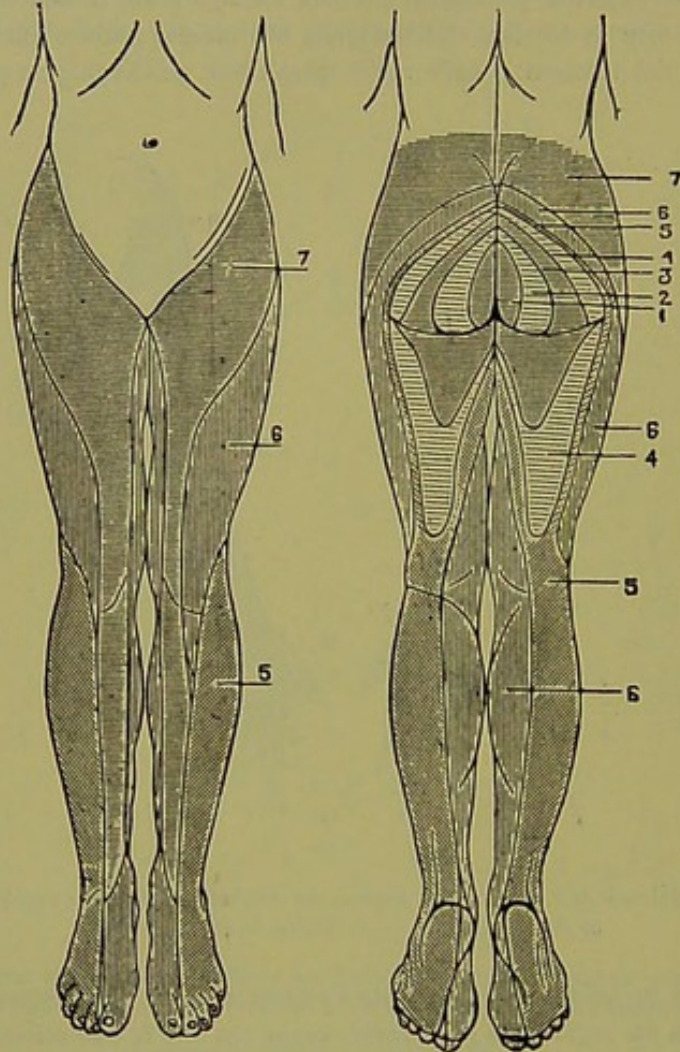


FIG. 110.

FIG. 111.

Schema dell'innervazione segmentale dell'arto inferiore secondo Allen Starr.

Fig. 110, faccia ventrale. — Fig. 111, faccia dorsale.

Leggenda delle figure 110 e 111.

1 = 4° segmento sacrale. — 2 = 3° sacrale. — 4 = 2° sacrale. — 4 = 1° sacrale. — 5 = 5° lombale. — 6 = 4° lombale. — 7 = 3° lombale.

Egli trova nei suoi schemi una notevole incostanza specialmente nella posizione delle cosiddette linee assili dell'arto; queste, ma specialmente quelle ventrali, più sull'arto inferiore che in quello superiore, più sulla gamba che sulla coscia, mostrano nei suoi casi una variabilità di decorso impressionante, a spiegar la quale Coenen discute diverse

ipotesi. Ricordo tra di esse la possibilità di una forte embriatura incrociata la quale è poco probabile perchè negata, sia dagli sperimentatori (Sherrington), sia dagli anatomici (Bolk): la possibilità che le variazioni individuali siano più notevoli a carico delle linee

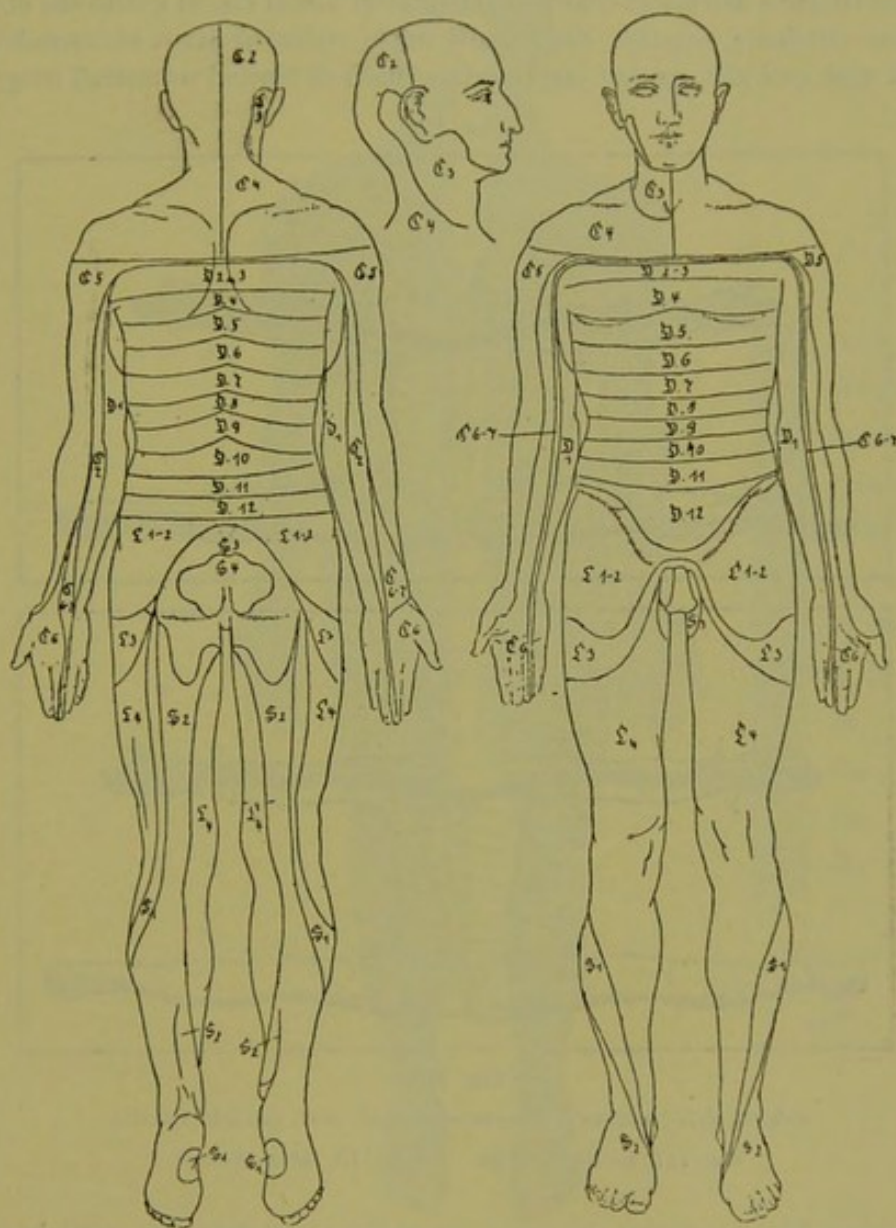


FIG. 112.

FIG. 113.

Schema dell'innervazione segmentale della cute, secondo Kocher.

Fig. 112, faccia dorsale. — Fig. 113, faccia ventrale.

assili ventrali, che a carico di quelle dorsali è poco verisimile anche essa. Finalmente emette l'ipotesi che gli apparenti spostamenti delle linee assili possano dipendere da ciò che di alcune delle radici lese, un certo numero di fibre sia

rimasto intatto, sicchè non tutto il territorio innervato da esse sia diventato insensibile.

Quest'ultima ipotesi venne ripresa e precisata poi da Winkler (1902). Questi, dall'osservazione e dall'esame clinico minutissimo di alcuni casi di distruzione di radici per carie vertebrale, conclude che i limiti tra le regioni sensibili ed insensibili trovate in quei casi, non possono rappresentare limiti di territori segmentali integri, ma

FIG. 114.

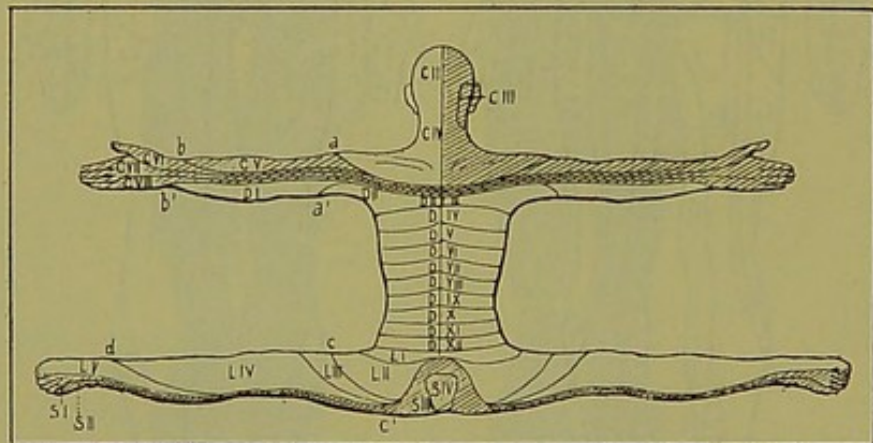
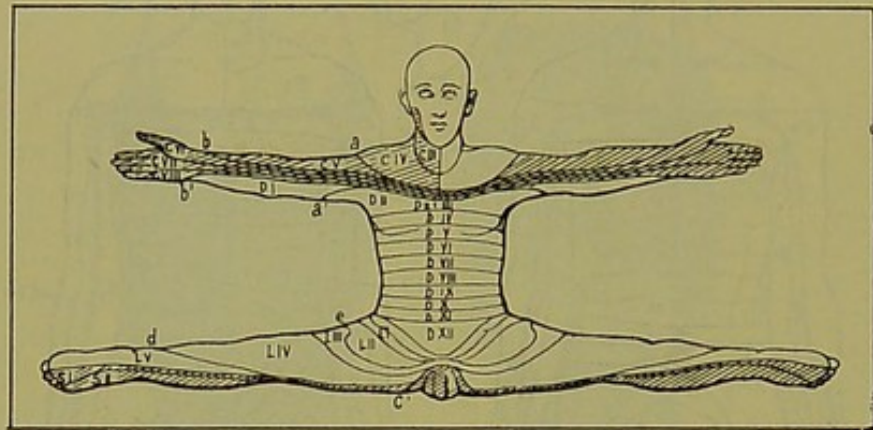


FIG. 115.

Schema dell'innervazione segmentale della cute, secondo Pansini.

Fig. 114, faccia ventrale. — Fig. 115, faccia dorsale.

che s'impone la supposizione che una o più radici siano state lese parzialmente e che, in corrispondenza a questa lesione parziale, il territorio cutaneo da essa od esse innervato non è diventato insensibile che parzialmente, rimanendo sensibile in parte, per una avvenuta frammentazione del dermatoma. A questo proposito Winkler proponeva un'alternativa di due ipotesi: o i singoli fascetti di cui si compongono le radici innervano aree distinte nel dermatoma, sicchè per spiegare la frammentazione di essi, basta ammettere la lesione di alcuni di essi; oppure le fibre dei singoli fascetti radicolari hanno distribuzione sparsa nel dermatoma, ma la frammenta-

zione di esso dipende da una riduzione secondo regole fisse della sua area complessiva quando un trauma colpisce e lede parte della radice corrispondente senza però

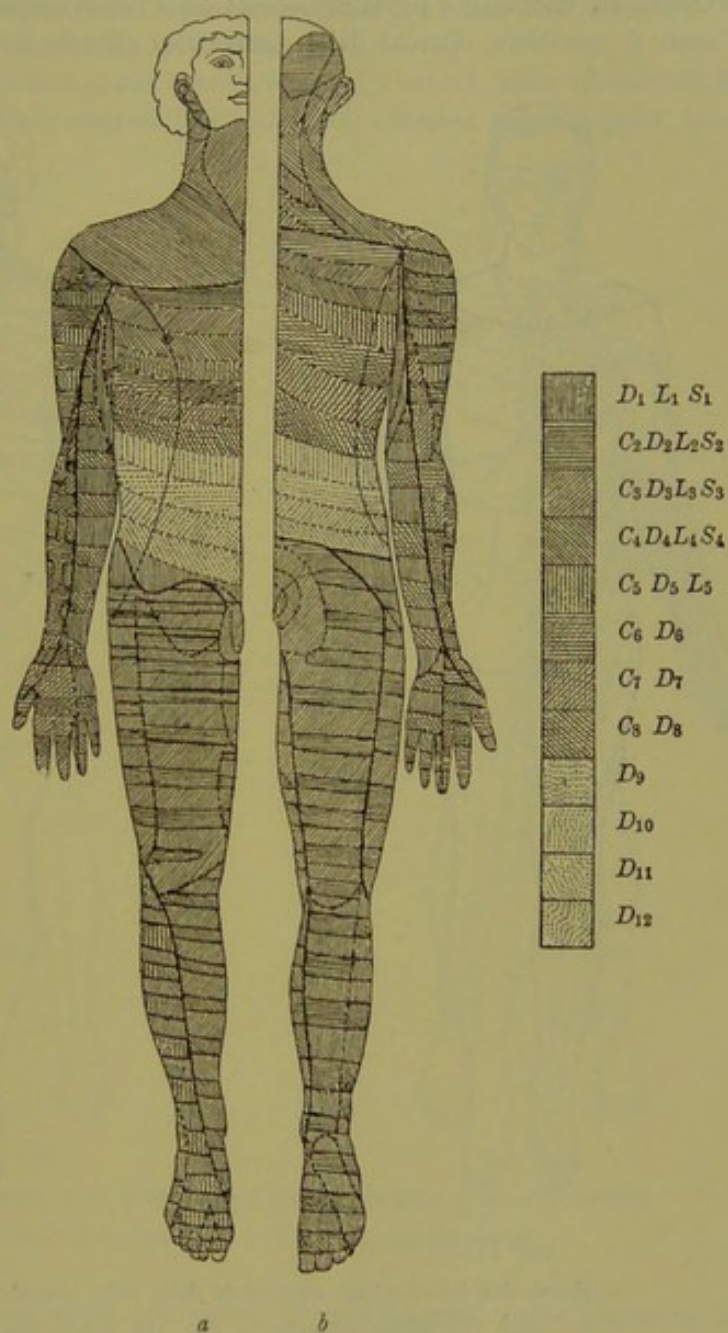


FIG. 116.

FIG. 116bis.

Fig. 116, schema dell'innervazione segmentale della cute, secondo Wichmann. — Fig. 116bis, chiave delle diverse tratteggiature dei territori segmentali.

a) Faccia ventrale. — b) Faccia dorsale.

distruggerla del tutto. Fu appunto per risolvere il problema contenuto in quest'alternativa che Winkler intraprese con Van Rynberk la ricerca sperimentale, i cui risul-

tati ho riportato nel precedente capitolo, e dai quali venne infirmata la prima, confermata la seconda ipotesi dell'alternativa posta da Winkler.

Contributi interessanti per la conoscenza della innervazione metamERICA della cute nell'uomo si raccolsero, oltrechè dalle osservazioni cliniche descritte, da diversi altri

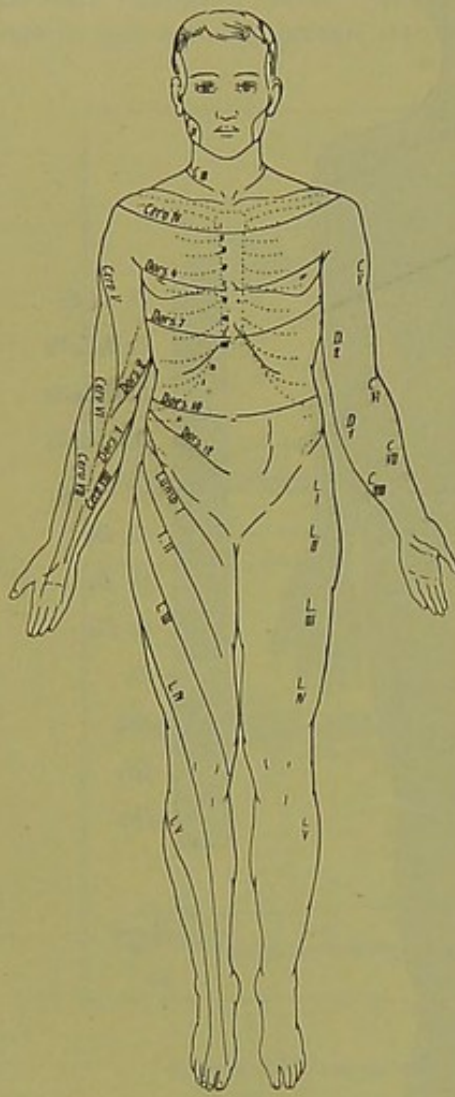


FIG. 117.

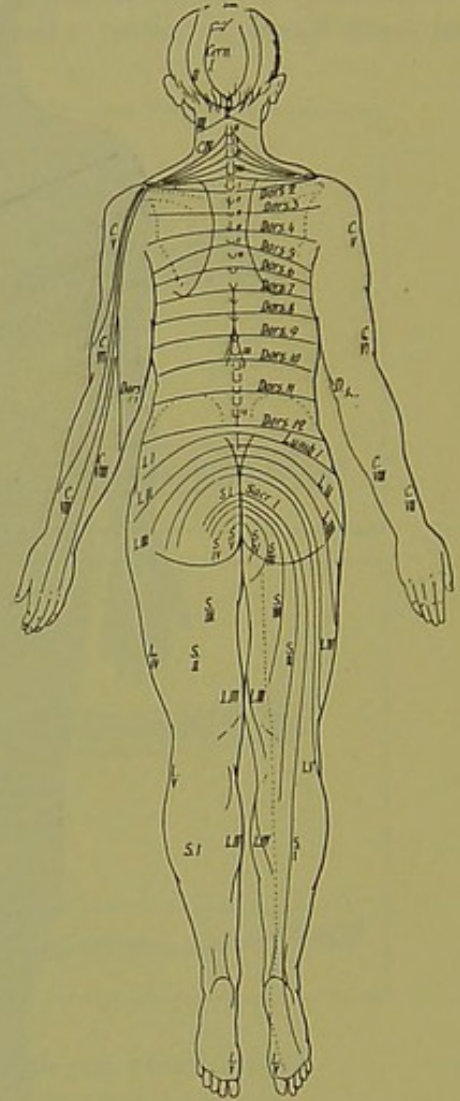


FIG. 118.

Schema dell'innervazione segmentale della cute, secondo Edinger.

Fig. 117, faccia ventrale. — Fig. 118, faccia dorsale.

generi di affezioni. È da notarsi in primo luogo qui quanto si trovò nella tabe dorsale. Beyerman (1900), nella scuola di Winkler trovò, e Coenen (1901) tosto confermò, che nei tabetici spesso sono iperalgetiche, zone e linee che sembrano decorrere in corrispondenza ai limiti medi dei dermatomi (v. le figg. 125, 126). Altri autori, quali Hitzig (1894).

Lähr (1895), Marinesco (1897), Patrick (1898), Muskens (1899), sostennero l'ubicazione ed il carattere segmentale delle zone analgesiche nella tabe. Frenkel (1899) costruì persino uno schema completo dell'innervazione radicolare della cute basandosi sulle sue osservazioni nella tabe (v. fig. 127, 128).

Di notevole importanza anche teorica sono poi i reperti sulle alterazioni della sensibilità cutanea (termo-estesica, algescica) nell'affezione spinale detta siringo-

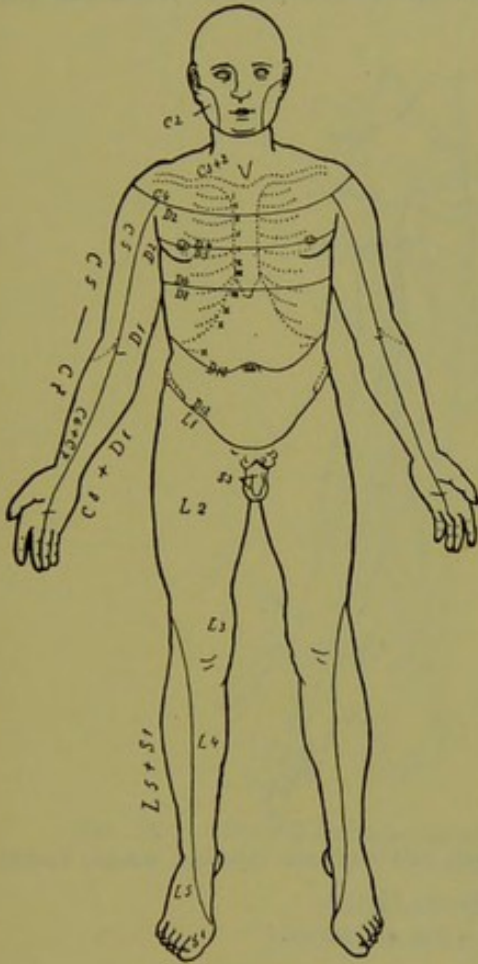


FIG. 119.

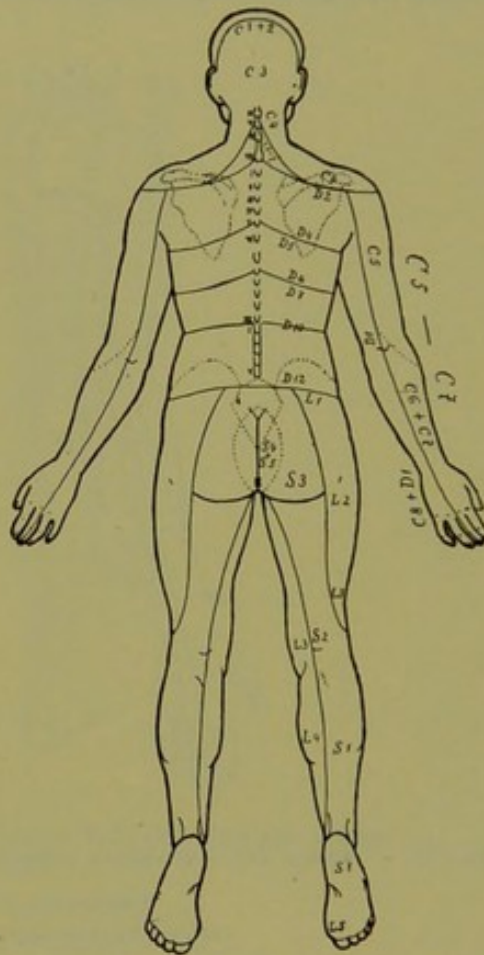


FIG. 120.

Schema dell'innervazione segmentale della cute dell'uomo, secondo Seiffert.

Fig. 119, aspetto ventrale. — Fig. 120, aspetto dorsale.

mielia. Mentre da alcuni autori più antichi si erano descritte queste alterazioni tanto sugli arti che sul tronco come aventi limiti a decorso nettamente circolare e perpendicolare all'asse longitudinale sia degli arti, sia del tronco stesso, onde si soleva parlare di alterazioni a guanto, a manicotto, a panciotto ecc.; più recenti, più minute indagini specie di M. Laehr (1895) seguito presto e confermato tra gli altri da Von Söldner (1899), Hahn (1898) ed altri, dimostrarono che la disposizione ed ubicazione di queste zone diestetiche nella siringomielia è, tanto sugli arti che sul tronco

simile alla disposizione ed ubicazione delle zone analgesiche trovate p. es. in casi di lesione radicolare. Von Sölder insistè soprattutto sul decorso nettamente segmentale dei limiti disestici sul capo e sul collo. Riproduco qui la sua figura. (V. figura 125). I limiti delle zone disestesiche siringomieliche sarebbero quindi anche essi sicuramente segmentali. L'importanza di queste osservazioni, sulle quali avrò agio di ritornare or ora, sta in ciò: che la siringomielia è un'affezione della sostanza grigia del midollo spinale. Parrebbe quindi che la patologia umana puntelli il concetto che

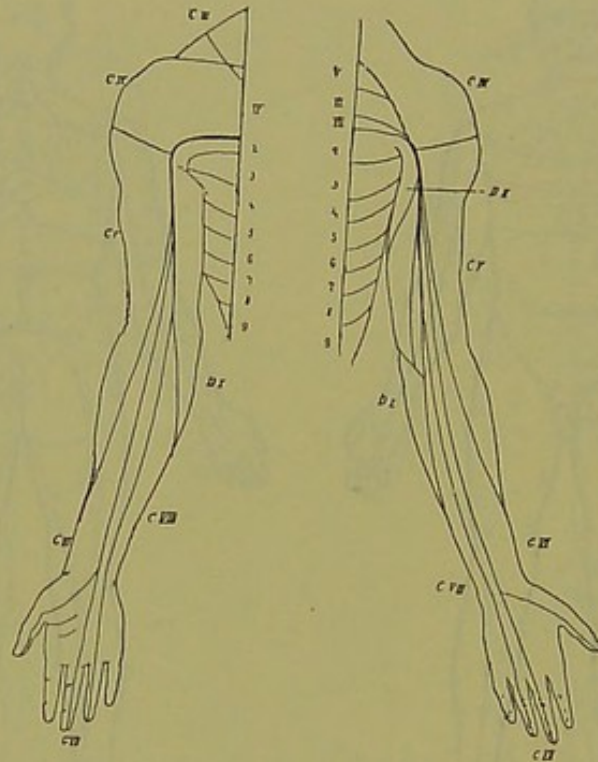


Fig. 121. — Schema dell'innervazione segmentale della cute degli arti superiori, secondo Frohse.

Leggenda della figura 121.

Le linee più grosse rappresentano le linee *assili* dell'arto.

anche gli elementi « sensitivi » delle corna dorsali del midollo, alla cui lesione e distruzione nella siringomielia è da attribuirsi la disestesia, siano disposti metamericamente nel senso che la lesione della sostanza grigia di un dato segmento spinale equivarrebbe per la manifestazione periferica, alla lesione della corrispondente radice dorsale od al corrispondente ganglio intervertebrale (spinale).

Di pari importanza pratica e dottrinale delle precedenti sono poi le osservazioni sulla localizzazione ed estensione di due altre manifestazioni cutanee che per diverse ragioni qui tratterò insieme.

È osservazione antica che affezioni di organi interni, siano queste di per sè dolorose o no, possono manifestarsi con dolorabilità di regioni distanti del corpo.

Questi dolori si dissero « riportati », « irradianti » o « riflessi » e si studiarono le vie nervose per le quali si supponeva essi si « irradiassero ». Così Sturze diede una descrizione della via che l'irritazione nervosa deve seguire nell'*angina pectoris* per poter dare i dolori irradianti nel braccio: siccome il cuore riceve le sue fibre simpatiche dai tre gangli simpatici cervicali i quali sono, mediante i rami comunicanti, collegati con quella parte del midollo spinale dalla quale origina il plesso brachiale, la via percorsa dal dolore riflesso sembra a Sturze essere appunto questa.

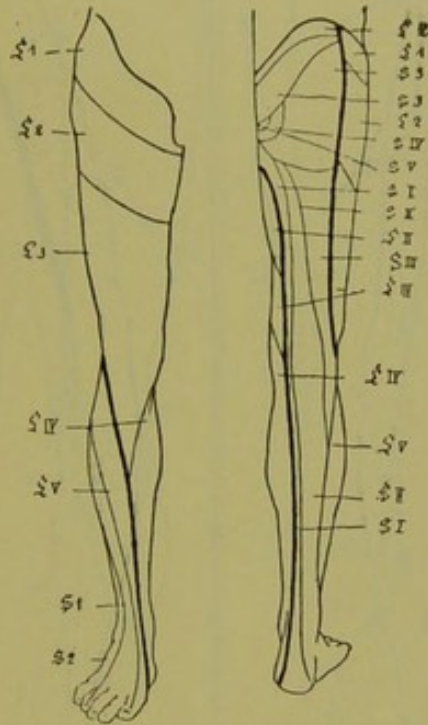


FIG. 122. — Schema dell'innervazione segmentale della cute degli arti inferiori, secondo Frohse.

Leggenda della figura 122.

Le linee più grosse rappresentano le linee *assii* dell'arto.

Oltre che di questi dolori riflessi od irradianti, fu fatta già da tempo (Valsalva, Morgagni) l'osservazione che in certe affezioni di organi interni si possono trovare zone ove la cute, sebbene non spontaneamente dolorosa, è però iperalgesica. Lievi stimoli cioè applicati in quelle zone provocano vivo dolore od intense reazioni riflesse. Lo studio accurato di queste manifestazioni fu fatto quasi contemporaneamente da Kund Faber (1899), da Mackenzie (1893) e da H. Head (1892-95). Per i problemi segmentali i contributi di quest'ultimo autore sono da prendersi in speciale considerazione. Head infatti trovò che in un grande numero di affezioni morbose di svariata natura ed a carico di diversi organi si possono riscontrare nella cute aree iperalgesiche (« *Tender areas* ») la cui sede ed estensione sono esattamente delimitabili e

costanti per ogni singolo organo affetto. Inoltre Head trovò che l'ubicazione e la

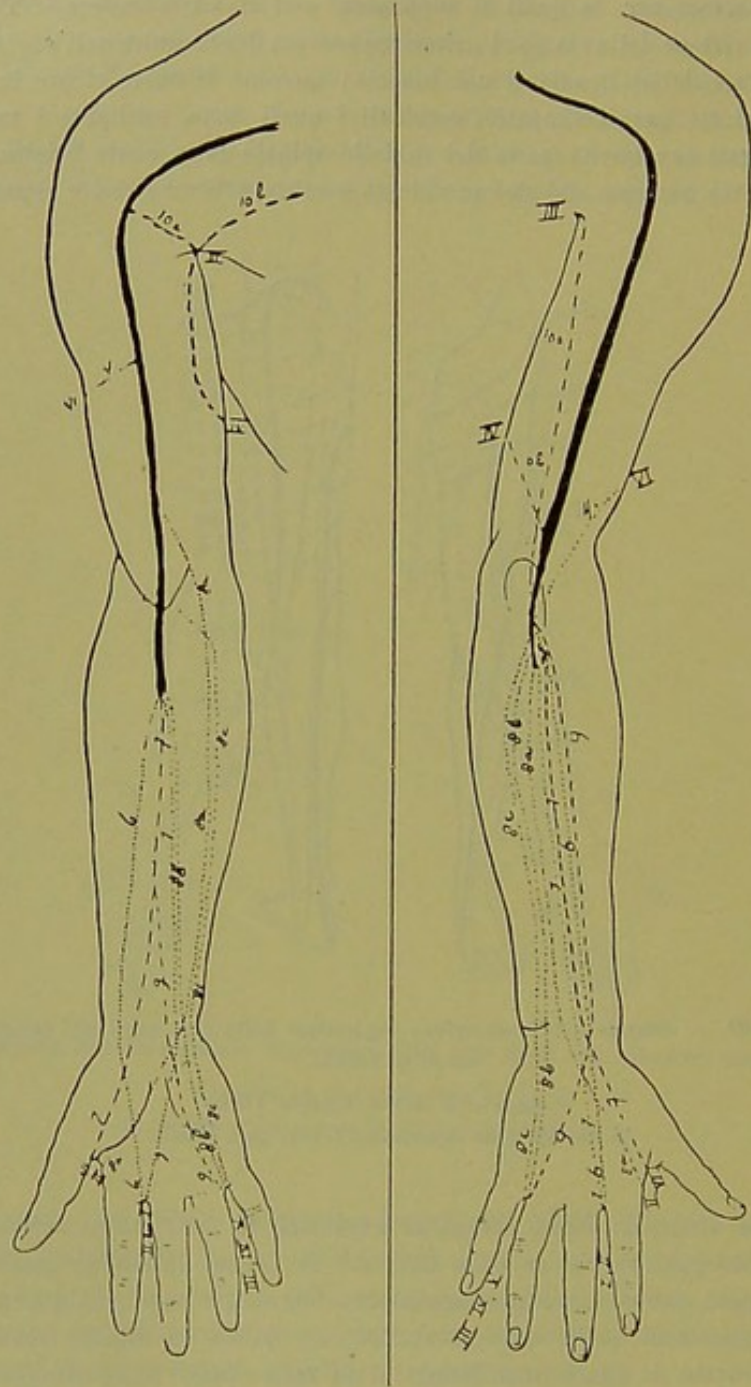


FIG. 123. — Schema della variabilità dei dati clinici riguardanti i limiti segmentali trovati in diversi casi per la cute dell'arto superiore da Coenen.

forma generale, il numero e la rispettiva disposizione seriale, non però l'estensione e la delimitazione di queste zone, corrispondono in modo notevole ai caratteri topo-

grafici dei dermatomi cutanei trovati sperimentalmente da Sherrington dei quali ho trattato nel capitolo VII. Carattere differenziale tra le zone di Head ed i dermatomi di Sherrington è che quelle non presentano l'estesa embricatura di questi.

Head spiega il carattere segmentale delle sue zone, e quindi i punti di contatto che esse hanno in comune coi dermatomi di Sherrington, ammettendo che l'iperalgisia

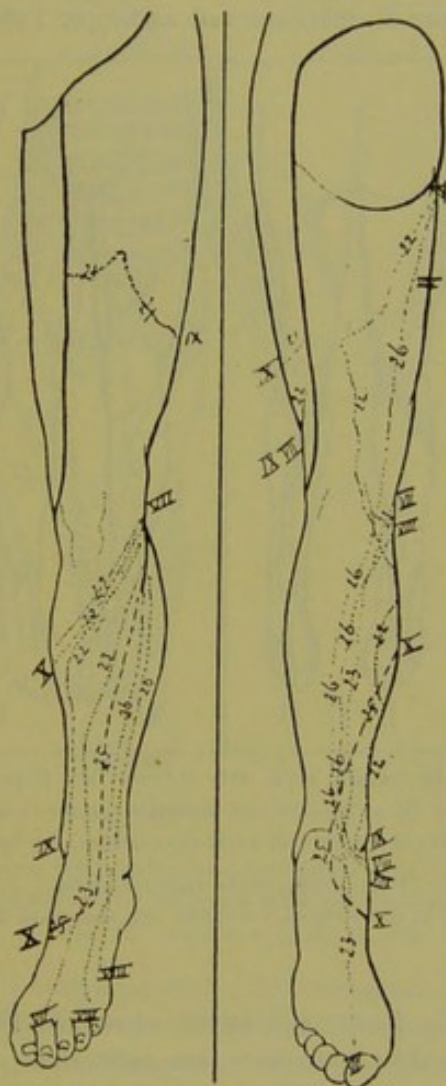


FIG. 124. — Schema della variabilità dei dati clinici riguardanti i limiti segmentali trovati in diversi casi per la cute dell'arto inferiore da Coenen.

riscontrata in esse, sia l'espressione di una ipereccitabilità di uno o più segmenti spinali, causata dal pervenire a questi, stimoli afferenti abnormi dagli organi interni malati. Per il giungere di questi stimoli abnormi al midollo, la soglia dello stimolo negli altri organi ricettori in rapporto collo stesso o cogli stessi segmenti e in primo luogo nelle zone di cute da esso innervate, si abbasserebbe così notevolmente che stimoli normalmente appena percepiti, produrrebbero un vero e proprio dolore.

In forza di questa stessa interpretazione dell'origine delle sue zone iperalgesiche, Head spiega poi anche le differenze che esse presentano rispetto ai dermatomi di Sherrington, da lui in questo riguardo presi in ispeciale considerazione.

Egli sostenne cioè che i territori cutanei in rapporto coi gangli spinali e colle radici dorsali — i dermatomi « radicolari » di Sherrington — siano non del tutto identici coi territori in rapporto coi segmenti di sostanza grigia spinale; e gli parve che le sue zone, per il difettare di embricature ed anche per l'ubicazione loro rispetto ai

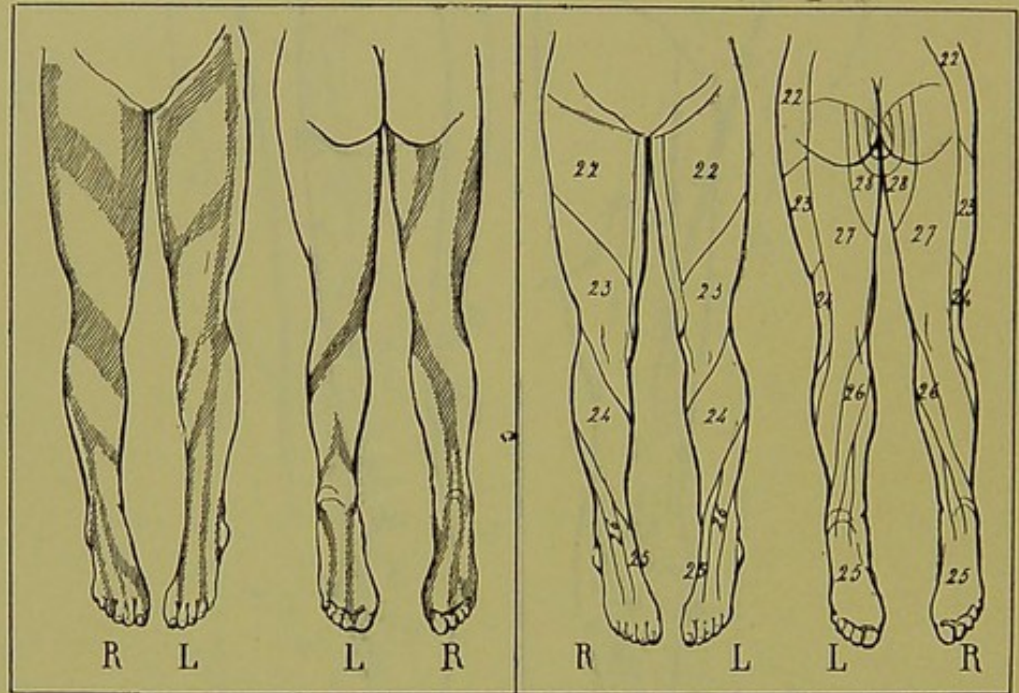


FIG. 125. — Zone iperalgetiche trovate sugli arti inferiori da Beyermann, in un caso di tabe dorsale (metà sinistra della figura) e che sembrano essere localizzate in corrispondenza ai limiti anatomici, medi dei dermatomi, quali sono indicati da Bolk (metà destra della figura).

Leggenda della figura 125.

R, arto destro. — L, arto sinistro. — Le cifre disegnano i dermatomi colla numerazione segmentale continua. — 21, 1° lombale. — 26, 1° sacrale.

territori segmentali, come furono nell'uomo indicati da Thorburn, non rappresentassero campi di distribuzione *radicolare*, ma *segmentale* campi di proiezione periferica di segmenti di sostanza grigia spinale. Questi segmenti, poi, egli si immaginò essere limitati non da piani trasversali passanti tra ogni due paia di radici, ma bensì da piani che tagliassero a metà ogni singolo paio, sicchè le radici stesse avrebbero ubicazione « intersegmentale » ed i « segmenti » darebbero origine a due mezze radici ognuno.

È questa la prima volta che nel trattare dell'innervazione sensitiva della cute, si presenta l'occasione di accennare al concetto *a priori* tanto peregrino di una possibile antitesi o differenza tra due specie di innervazioni segmentali: l'una radicolare o gangliare, l'altra midollare o spinale, in senso stretto.

Qui ora non vi insisto: tra poco, quando riferirò la dottrina di Brissaud, avrò campo di fare la critica di questo concetto. Rilevo soltanto che Head l'abbandonò ben presto



FIG. 126. — Zone iperalgesiche apparentemente intersegmentali trovate da Coenen nell'arto posteriore in un caso di tabe dorsale.

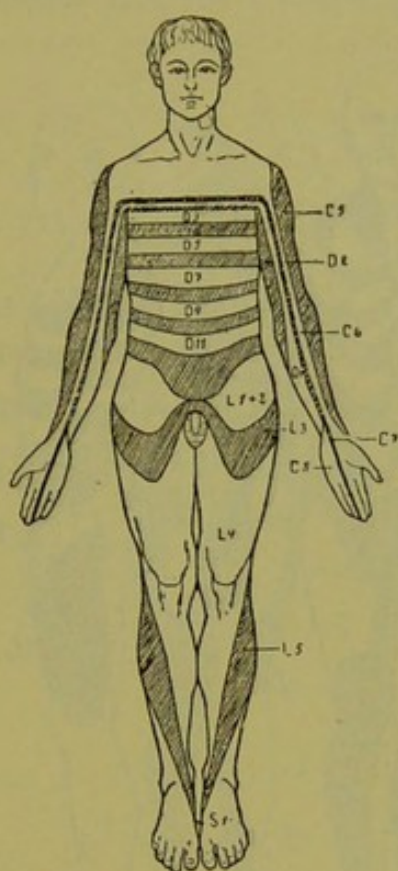


FIG. 127.

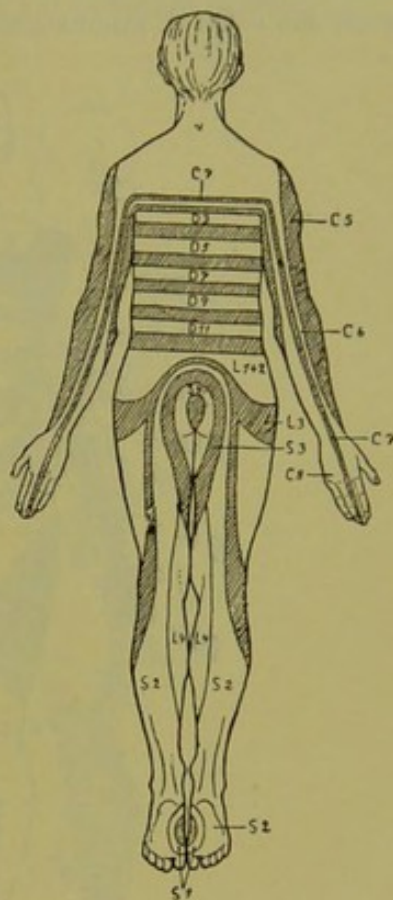


FIG. 128.

Schema dell'innervazione segmentale della cute, desunto dalle osservazioni cliniche delle analgesie tabetiche, secondo Frenkel.

Fig. 127, aspetto ventrale. — Fig. 128, aspetto dorsale.



FIG. 129. — Aree disestesiche segmentali nella siringomielia, secondo Von Sölder (si confronti colla fig. 37 di Bolk).

e completamente, e ciò innanzi tutto perchè ulteriori ricerche, specialmente di Mackenzie, dimostrarono che il difettare dell'embricature non è affatto assoluto nelle zone iperalgesiche, sicchè questa pretesa differenza tra esse e le zone radicolari non esisterebbe. Poi diede il colpo di grazia alla primitiva ipotesi di Head l'osservazione da lui stesso fatta che le sue zone iperalgesiche corrispondono per ubicazione, estensione, delimitazione e disposizione reciproca, perfettamente alle zone d'eruzione dell'*erpete soster*. Ora, Head in collaborazione con Campbell poté dimostrare vera l'antica geniale veduta di Von Baerensprung, essere la patogenesi costante e sicura di

questa manifestazione una affezione morbosa, forse infettiva, localizzata in uno o più gangli spinali intervertebrali.

Per questa constatazione si veniva a stabilire in modo inoppugnabile la natura segmentale radicolare o gangliare delle zone d'eruzione di *herpes zoster* ed allo stesso tempo di quelle iperalgesiche viscerali, dato il parallelismo topografico esistente tra questi due ordini di manifestazioni.

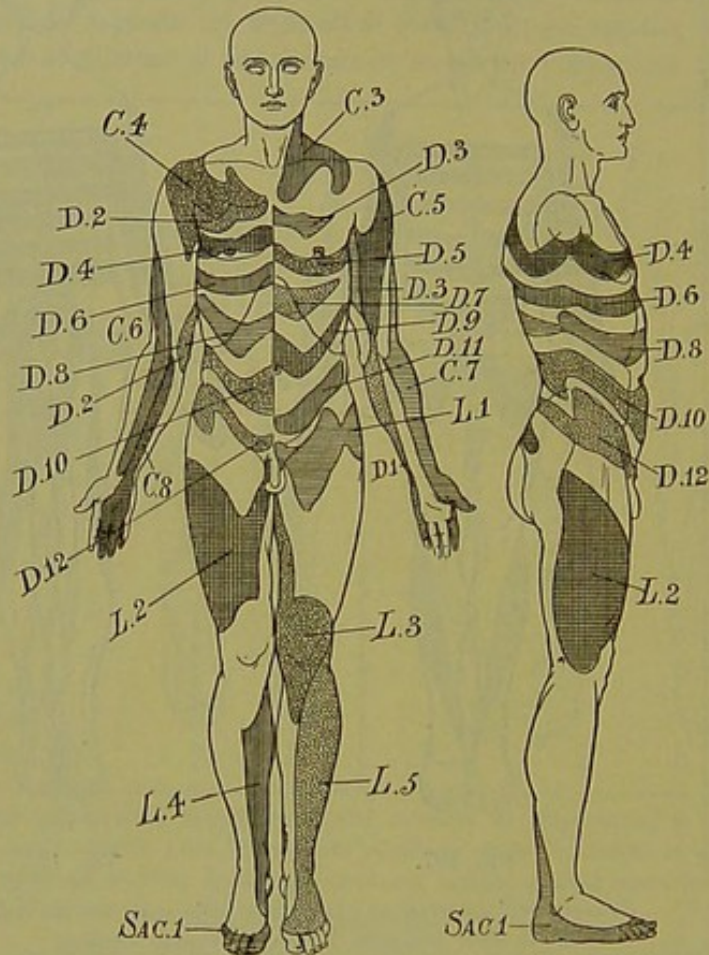


FIG. 130. — Le aree segmentali ove si manifestano le iperalgie riflesse e le eruzioni d'Herpes zoster, secondo Head.

Leggenda della figura 130.

Le aree sono disegnate alternatamente sul lato destro e sinistro della figura.

Riporto le figure schematiche di Head ove sono rappresentate le sue zone (fig. 130-133) e la tabella ove sono indicati i livelli segmentali delle zone nelle affezioni dei diversi origini (V. Tab. 41).

Per essere completo aggiungo poi ancora che dei non numerosi lavori di controllo di Head, alcuni autori, come i contemporanei Mackenzie e Faber, e poi James, Adam, Hymans, si mostrarono in genere favorevoli al concetto fondamentale di Head e confermarono le sue osservazioni riguardo alla topografia della maggior parte delle sue zone.

Signorelli (1905) e Sherren (1903) aggiunsero nuove zone a quelle già note: il primo la zona della milza, il secondo quella dell'appendice cieca dell'intestino. Invece Moll van Charante (1900), in una estesa monografia, tentò dimostrare essere ingiustificata la identificazione delle zone di Head coi territori segmentali radicolari.

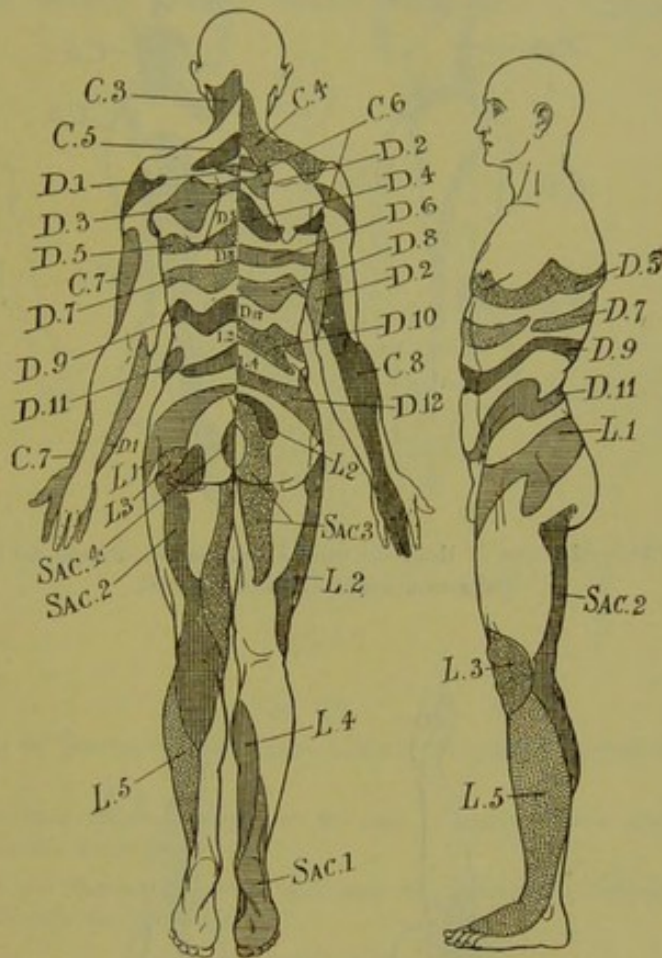


FIG. 131. — Le aree segmentali ove si manifestano le iperalgie riflesse e le eruzioni d'Herpes zoster, secondo Head.

Leggenda della figura 131.

Le aree sono disegnate alternatamente sul lato destro e sinistro della figura.

Mi resta ora a trattare ancora di alcuni problemi d'origine recente riguardanti la innervazione segmentale della cute. Questi problemi, sorti dalla osservazione ed interpretazione di manifestazioni patologiche nell'uomo, avrebbero una grandissima importanza dottrinale, ove si potesse riconoscere ad essi una qualunque ragione d'essere, oltre che nell'immaginosa concettualità di un brillante clinico francese, anche nella realtà dei fatti. Alludo a quel complesso di fantasiose disquisizioni emesse da E. Brissaud, l'eminente neurologo dell'Hôtel Dieu a Parigi (1896), anche sulla innervazione sensitiva e trofica della cute. Riassunta in brevi termini, la veduta fonda-

mentale di Brissaud è la seguente. La cute del corpo si può considerare come risultante di una serie di territori innervati dalle fibre nervose originate dai singoli

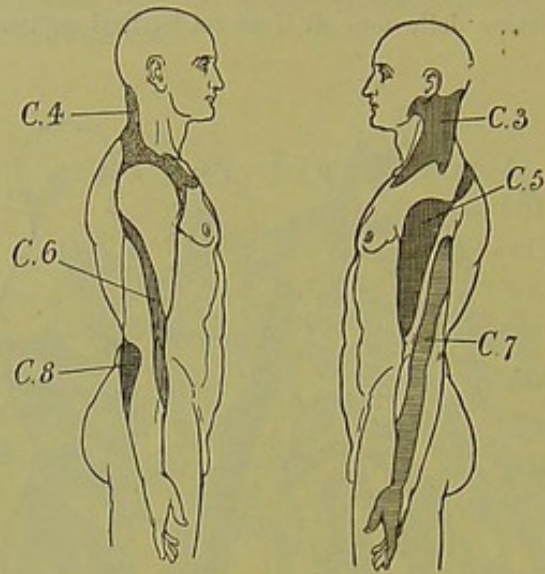


FIG. 132. — Le aree di Head sul collo e sulla faccia laterale del braccio.
Dalla monografia di Head del 1898.

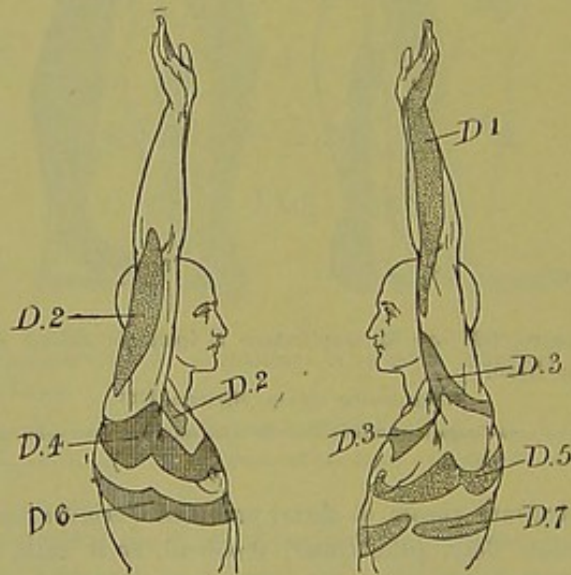


FIG. 133. — Le aree di Head sulla faccia mediale del braccio.
Dalla monografia di Head del 1898.

gangli intervertebrali e dalle radici dorsali spinali. Questi territori Brissaud chiama « rizomeri », o segmenti cutanei radicolari. Ogni radice dorsale ed ogni ganglio in-

tervertebrale, innerva quindi un « rizomero ». Ma anche la serie dei segmenti midollari spinali, cioè le fette segmentali di sostanza grigia cornuale dorsale del neurasse spinale, sono in rapporto singolarmente con territori cutanei individuali, territori la cui disposizione e topografia non ha nulla di comune con quelle dei territori radicolari. Questi territori Brissaud chiama « mielomeri » o segmenti cutanei mi-

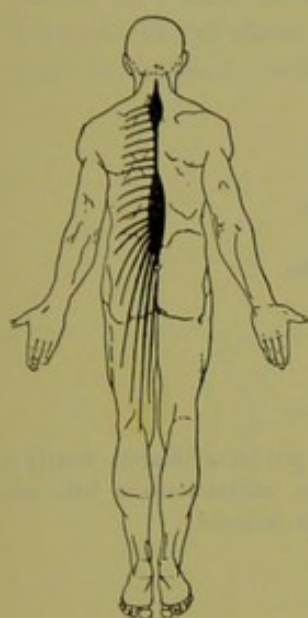


FIG. 134.

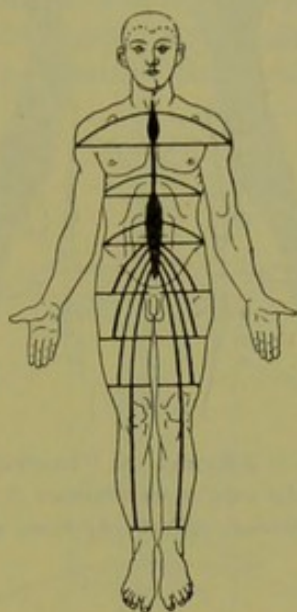


FIG. 135.

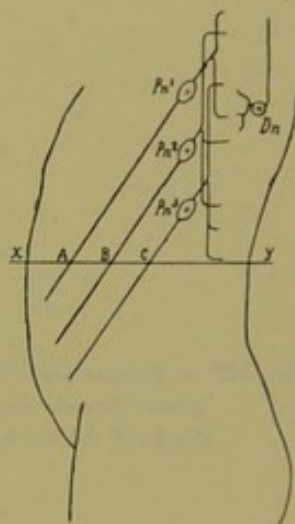


FIG. 136.

Fig. 134. — Schema del decorso dei nervi spinali, obliquo nelle regioni inferiori del corpo, secondo Brissaud.

Fig. 135. — Schema della pretesa innervazione del capo a segmenti od a piani sovrapposti e paralleli, secondo Brissaud.

Fig. 136. — Schema per illustrare la pretesa differenza tra innervazione radicolare e segmentale spinale della cute, secondo Brissaud.

Leggenda della figura 136.

A.B.C., tre punti cutanei, innervati da 3 radici spinali diverse, i quali essendo situati sullo stesso piano trasversale $x-y$ hanno nel midollo la loro rappresentazione nello stesso segmento spinale. — P_n^1, P_n^2, P_n^3 , tre protoneuroni. — D_n , un deutoneurone.

dollari. Il complesso di queste vedute teoriche Brissaud chiama « teoria metamERICA », ed illustra con diverse osservazioni e considerazioni. Innanzi tutto importa rilevare come Brissaud tenta di rendere accettabile, almeno apparentemente, la veduta che i singoli segmenti spinali possano « comandare » a territori cutanei diversi da quelli innervati dalle radici o gangli spinali rispettivamente corrispondenti. Cominciamo a considerare il solo tronco. Secondo Brissaud, negli animali vertebrati ad architettura del corpo semplice, quali i serpenti, i territori radicolari e quelli midollari sono rispettivamente identici, e rappresentati da zone circolari a fascia intorno al corpo, perpendicolari all'asse longitudinale di questo. Simili condizioni, se interpreto bene il pensiero di Brissaud, esistono pure, o si possono ammettere come esistenti

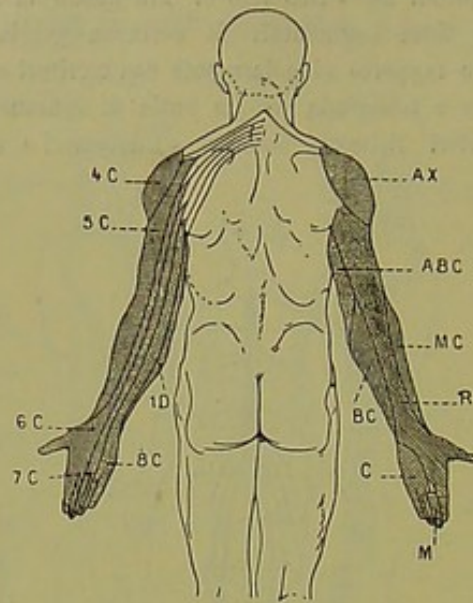


FIG. 137. — Schema per dimostrare la differenza tra l'innervazione periferica (braccio destro) e spinale (braccio sinistro) della cute, e per illustrare il preteso allineamento in fette longitudinali dei territori radicolari sull'arto superiore, secondo Brissaud.

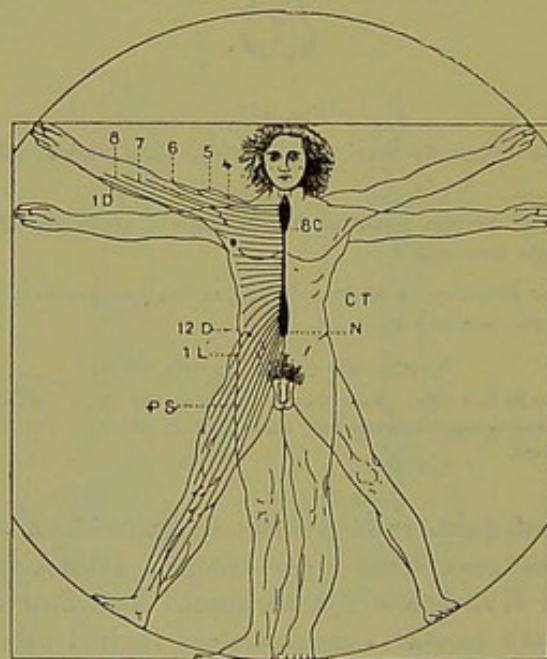


FIG. 138. — Altro schema adattato sul « canon » di Leonardo da Vinci per illustrare come le fibre radicolari dorsali penetrino serialmente negli arti in modo che il primo a penetrare ha il suo territorio di distribuzione in una striscia di cute situata cranialmente e che poco si spinge distalmente sull'arto, mentre le fibre delle successive si distribuiscono in striscie longitudinali che situate sempre più caudalmente si spingano sempre più verso l'apice dell'arto. Da Brissaud.

teoricamente, in qualche stadio embrionale precoce dei vertebrati a corpo architettonicamente più complesso. Ma nell'adulto le condizioni sono cambiate: per gli spostamenti subiti dai territori cutanei radicolari nel corso dello sviluppo ontogenetico, e specie per l'ascesa relativa del midollo riguardo agli altri organi, i territori radicolari non sono più zone a fascia circolare e perpendicolari all'asse del corpo, ma sono, per es. sul tronco, divenuti obliqui. Mentre quindi i gangli e le radici spinali hanno innervato, in uno stadio precoce, territori a fascia circolare, vere fette o piani sovrapposti regolarmente, nell'adulto innervano territori obliqui.

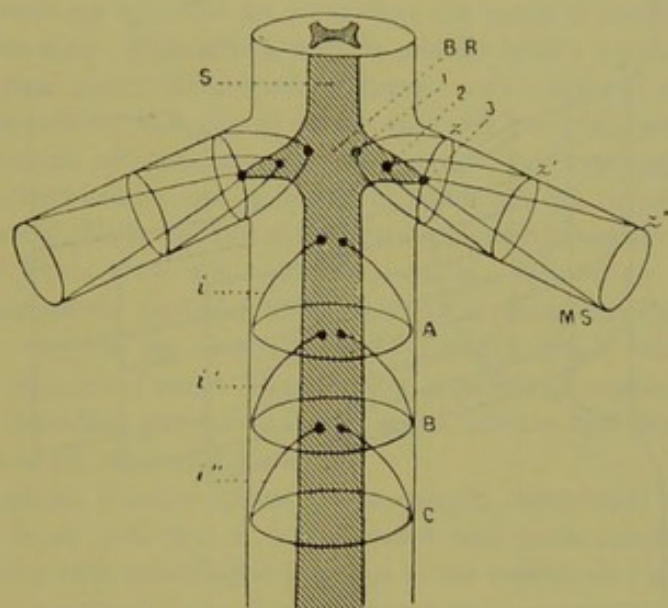


FIG. 139. — Schema per illustrare la pretesa metameria secondaria del midollo spinale al livello del rigonfiamento cervicale, e del corpo a livello dell'arto superiore.

Leggenda della figura 139.

S, midollo spinale. — BR, rigonfiamento cervicale. — 1.2.3, centri metameric secondari del rigonfiamento cervicale, — z, z', z'' , metameri secondari dell'arto superiore (MS) cui comandano i metameri spinali secondari 1.2.3. — A.B.C, piani circolari o segmenti del corpo. Da Brissaud.

Invece i segmenti midollari non s'adattano a questa modificazione. Siccome in origine essi « comandano » a territori a fascia circolare e perpendicolare sull'asse longitudinale del corpo, a zone seriali geometriche allineate in « piani sovrapposti », tendono a mantenere il loro dominio sopra zone così situate. Ora, mentre ciò poteva in origine avvenire coll'intermezzo d'una sola radice dorsale, nell'adulto a ciò occorrono più radici, appunto perchè nell'adulto i territori radicolari sono obliqui, ed una zona a fascia circolare segnata sul tronco, interseca più di un territorio radicolare.

Per illustrare questi concetti un poco peregrini, riproduco alcune figure di Brissaud. Nella fig. 134 si vede rappresentato schematicamente il decorso dei nervi spinali, divenuto obliquo perchè nello sviluppo il midollo « spinale rimane indietro » sul resto del corpo. Nella fig. 135 si nota l'ipotetico conservatorismo dei piani astratti

sovrapposti corrispondenti ognuno ad un segmento spinale. Finalmente nella fig. 136 si vede come tre punti cutanei situati in una linea che contorna il tronco a fascia geometrica possano essere sotto la dipendenza di un sol « deuteronevrone » in un sol segmento spinale, per l'intermediario delle vie nervose di tre successive radici dorsali o « protonevri ».

Passiamo ora alle condizioni quali si presenterebbero negli arti. Anche qui si spiega secondo Brissaud facilmente la differenza esistente tra l'innervazione radicolare e

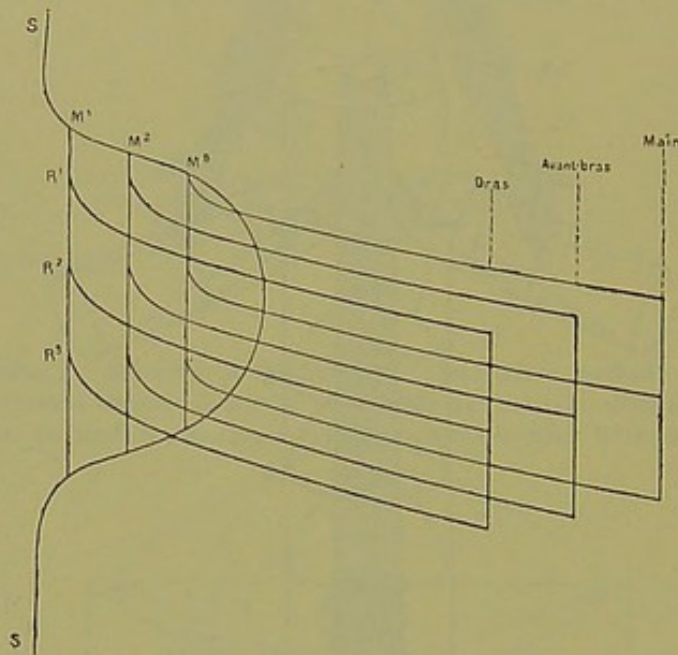


FIG. 140. — Schema per illustrare come (secondo Brissaud) avviene l'innervazione di un arto (arto superiore) per le radici R^1, R^2, R^3 e per i metameri spinali secondari M^1, M^2, M^3 . Ogni radice innerva la mano, l'avambraccio ed il braccio con fibre che hanno rapporto centrale rispettivamente col metamero spinale secondario M^2, M^2, M^1 . D'altra parte ogni metamero spinale secondario, per es. il metamero M^1 è in rapporto col suo metamero periferico secondario per mezzo di fibre di tre radici, ognuna delle quali innerva una parte del metamero, e precisamente ne innerva una fetta longitudinale. Da Brissaud.

quella spinale della cute. Prendiamo ad esempio l'arto superiore. I territori cutanei innervati dalle radici spinali qui si dispongono come tante strisce sottili, l'una dietro l'altra, in direzione cranio-caudale, corrispondentemente alla serie delle radici stesse. Brissaud si serve per questa considerazione dello schema di Allen Starr. Qui infatti, se si dispone l'arto in posizione acconcia, si possono rappresentare le singole radici in modo da rendere chiaro come la 4^a cervicale innervi la spalla, la 5^a e la 6^a la faccia craniale o radiale dell'arto, la 7^a e l'8^a la zona mediana di esso raggiungendo la mano, la 1^a toracica finalmente la faccia caudale od ulnare di esso. Brissaud illustra questa rappresentazione schematica con una figura che qui riproduco (vedi fig. 137).

Secondo Brissaud quindi, il passaggio delle fibre radicolari spinali dal tronco nell'arto avrebbe avuto luogo nello sviluppo embrionale in maniera del tutto semplice e piana, direttamente continua per ogni piano metamero; in modo che i territori radicolari del tronco e dell'arto si continuino direttamente gli uni negli altri come tante striscie longitudinali (v. fig. 138). Ma ben diversamente stanno le cose se noi consideriamo i rapporti della cute degli arti coi segmenti di sostanza grigia spinale. Brissaud, partendo dalla conoscenza comune che a livello degli arti esistono le cosiddette intumescenze del midollo, immagina che in quelle regioni abbia avuto luogo come un tentativo di escrescenza della sostanza grigia del midollo verso l'arto, per la quale si sarebbe formato per ogni lato del corpo come una specie di midollo spinale secondario per l'innervazione degli arti. E come il midollo spinale « comanda » alla cute del corpo per piani geometrici circolari sovrapposti, così i supposti midolli secondari degli arti « comandano » alla cute di questi, anch'essi per piani geometrici disposti circolarmente intorno agli arti, perpendicolarmente al loro asse maggiore. Meglio di qualunque descrizione valga uno sguardo alla figura che qui riproduco per spiegare l'idea di Brissaud. Nella fig. 139 è rappresentata schematicamente la « metameria primitiva » del tronco e del midollo spinale, e quella « secondaria » degli arti superiori e del rigonfiamento cervicale. Nella fig. 140 è rappresentato come le radici dell'arto prendono rapporto con diverse parti dei « piani » spinali secondari, in modo che un intero segmento d'arto, o piano, o fetta attuale è in rapporto col proprio segmento spinale secondario per mezzo di più radici, mentre ogni territorio radicolare consta di parti di più segmenti attuali.

Questo è quanto Brissaud chiama la « metameria (secondaria) degli arti ».

Vediamo ora su quali dati di fatto Brissaud basa questo complesso teorico. Evidentemente nessun dato embriologico appoggia le sue vedute, ed i concetti ontogenetici da Brissaud sviluppati sono di pura embriologia immaginaria. Anatomicamente l'ipotesi della « metameria secondaria » del midollo spinale è del tutto arbitraria: dei dubbii dati di anatomia microscopica sui quali egli si fonda, farò la critica nella Parte quarta ed ora qui non mi ci soffermo.

Veniamo quindi finalmente alle osservazioni cliniche che furono il punto di partenza della sua dottrina.

Brissaud sostiene che quasi tutte le alterazioni sensitive e trofiche della cute dipendenti da lesioni del midollo spinale, sue radici, gangli e nervi, si possano presentare sotto due diversi aspetti. Talora cioè si notano zone di alterata sensibilità o trofismo che sul tronco assumono forme e topografia a fasce circolari perpendicolari all'asse del corpo, e negli arti ugualmente forma ed estensione di fasce circolari intorno agli arti stessi: altre volte invece si notano zone che sul tronco hanno decorso obliquo e sugli arti longitudinale (v. le figg. 141, 142). Ora per Brissaud le zone di quest'ultimo tipo sono « rizomeriche », « radicolari », o « gangliari », dipendenti cioè da lesioni dei gangli o delle radici dorsali. Quelle del primo tipo invece sono « mielomeriche », « segmentarie », « metameriche spinali » o « segmentali », dipendenti cioè da lesioni della sostanza grigia spinale. Zone d'alterata sensibilità e trofismo cutaneo disposte mielomericamente si troverebbero nella siringomielia, nell'erpete zoster ed in diverse trofoneurosi cutanee, quali la sclerodermia, l'eczema rubrum, ecc. Ma non sarebbero

esclusive a queste affezioni nè costituirebbero l'unico tipo secondo il quale le manifestazioni cutanee si presenterebbero anche in esse. Infatti, accanto alle manifestazioni « mielomeriche », in queste affezioni si presenterebbero in molti casi anche manifestazioni « rizomeriche » a seconda del grado e della sede della lesione centrale. Per dare un esempio, ricordo che la siringomielia, consistente secondo i patologi in una gliomatosi centrale del midollo spinale e che quindi producendo sempre distruzioni della sostanza grigia

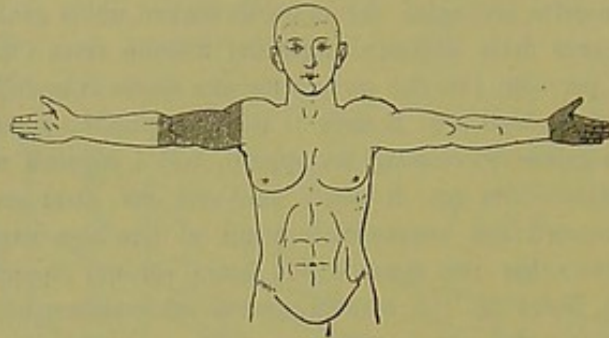


FIG. 141. — Rappresentazione schematica della disposizione che assumerebbero le alterazioni della sensibilità e del trofismo cutaneo per lesioni della sostanza grigia spinale, secondo Brissaud.

spinale, dovrebbe dar sempre manifestazioni « mielomeriche », dà invece nel maggior numero dei casi, specie a livello degli arti, manifestazioni evidentemente « rizome-

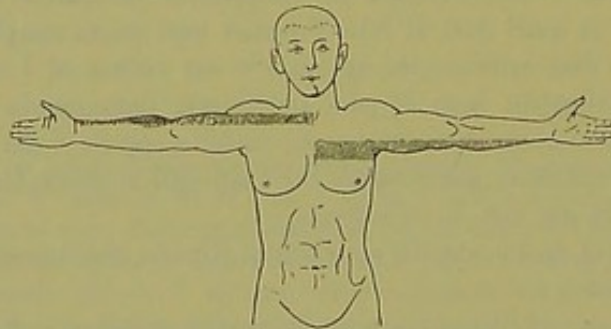


FIG. 142. — Rappresentazione schematica della disposizione a fette longitudinali che assumono le alterazioni della sensibilità e del trofismo cutaneo per lesioni radicolari, secondo Brissaud.

riche », il che parrebbe inesplicabile ed in contraddizione formale colla teoria di Brissaud. Ora, questi spiega le manifestazioni « rizomeriche » supponendo che in questo caso la lesione interessi nell'intumescenza midollare corrispondente all'arto, soltanto quella parte di sostanza grigia che rappresenta il « piano radicolare » ove perifericamente è localizzata l'alterazione. E questo sarebbe il caso di una distruzione poco alta, in direzione cranio-caudale, ma estesa in direzione trasversale. Invece le manifestazioni cutanee mielomeriche sarebbero l'espressione di distruzioni interessanti soltanto uno o più metameri secondari dell'intumescenza, distruzioni molto allungate quindi in direzione cranio-caudale ma poco profonde in direzione trasversale. Uno

sguardo alla figura 143 basterà per spiegare questa mia sommaria esposizione della maniera nella quale Brissaud tenta di puntellare la sua dottrina, priva di qualunque base positiva, sovrapponendo ipotesi ad ipotesi.

Se noi analizziamo i fatti portati da Brissaud, e che egli si propone di spiegare colla curiosa dottrina da me esposta, vedremo sgretolarsi l'intero edificio teorico fantasioso che egli vi aveva fondato sopra. Rilevo innanzi tutto che la pretesa distinzione dei due tipi di zone radicolari oblique e spinali trasversali, sul tronco, non ha diritto

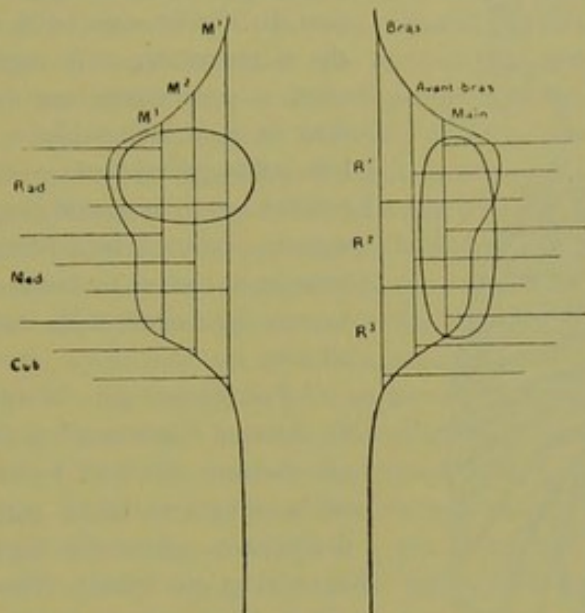


FIG. 143. — Schema per spiegare come lesioni della sostanza grigia spinale se poco estese in direzione cranio-caudale, ma molto estese in senso trasversale, ledono parzialmente tre metameri secondari, ma compromettono i rapporti centrali di una sola radice e quindi si manifestano alla periferia come strisce longitudinali radicolari (v. fig. 141), invece se poco estese in senso trasversale e molto estese in direzione cranio-caudale, distruggono uno o più interi metameri spinali secondari, ma soltanto parzialmente, tre radici, onde sull'arto si ha una manifestazione patologica a carico di due segmenti articolari o metameri secondari, secondo Brissaud.

di esistere. Brissaud ritiene, non so per quale ragione, che i dermatomi « radicolari » sul tronco debbano seguire il decorso dei nervi e degli spazi intercostali, ed illustra questa convinzione con una figura schematica del decorso dei nervi intercostali e lombari (fig. 144).

Ora niente di meno esatto. I risultati delle dissezioni anatomiche di Bolk, confermati da Fröhlich e Grosser, dimostrano che i rami perforanti cutanei dei nervi intercostali e lombari si allineano in zone che cingono il tronco pressochè perpendicolarmente all'asse longitudinale di questo. I risultati delle osservazioni cliniche di tutti gli autori che si occuparono di questo argomento, si accordano in ciò: che i limiti segmentali che si ottengono nei casi di lesione trasversale del midollo spinale, seguono

un decorso non fundamentalmente diverso da quelli che si riscontrano nei casi di lesione radicolare. È vero bensì, e anche qui sono d'accordo oltre che gli anatomici ed i clinici, anche gli sperimentatori, che i limiti segmentali nella regione toracica su-

periore sono quasi perpendicolari all'asse maggiore del tronco, mentre nella regione lombare diventano più obliqui in direzione dorso-ventrale.

Ciò dato, si sarebbe tentati d'interpretare come l'espressione di lesioni spinali tutte le zone di alterata sensibilità o trofismo cutaneo che si presentano nella regione toracica superiore, e come espressione di lesioni radicolari tutte le zone analgesiche e distrofiche riscontrate nella regione lombare: la teoria di Brissaud conduce quindi in questo rapporto a conseguenze assurde, mentre i fatti fondamentali che costituiscono le nostre conoscenze riguardo l'innervazione segmentale della cute non si adattano ad essa.

Per gli arti poi, la critica della dottrina di Brissaud è ancora più ovvia. Anche qui torno ad osservare che tutti i clinici sono d'accordo nell'assegnare ai limiti segmentali delle zone di analgesia, riscontrabili tanto dopo lesioni della sostanza grigia spinale, come dopo lesioni radicolari o gangliari, un decorso fundamentalmente simile. Per la siringomielia, dopo che Laehr ha dimostrato che la maggior parte delle zone di disestesia, *purchè determinate accuratamente*, mostrano di rientrare nei limiti dell'innervazione « radicolare », tutti gli autori tedeschi e molti francesi hanno confermato questa asserzione: ricordo come specialmente interessante il caso di Déjérine (1899), nel quale durante la vita esisteva una dissociazione estesica del tronco ed a striscia longitudinale sul braccio, mentre l'autopsia dimostrò una cavità siringomielica che aveva distrutto la sostanza grigia del corno posteriore per più segmenti. Qui dunque gli effetti

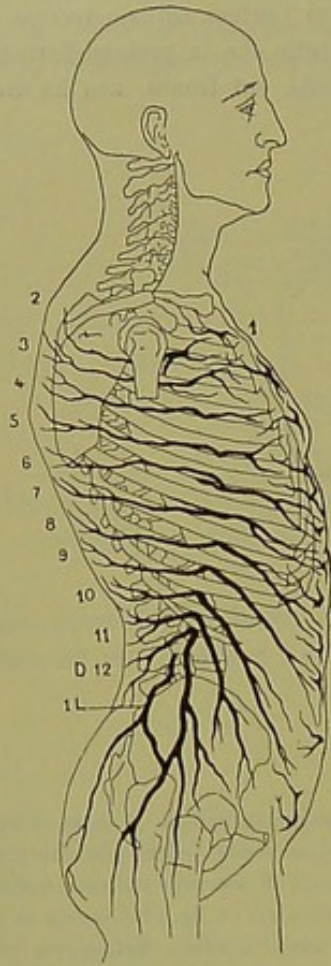


Fig. 144. — Il decorso dei nervi intestinali e lombali. Brissaud sembra credere che al decorso dei nervi corrisponde esattamente la posizione del territorio cutaneo innervato dai loro rami perforanti (cf. le fig. 38, 39 di Bolk e quella 53 di Frölich e Grosser).

di una lesione nettamente spinale si erano manifestati nella cute entro limiti sicuramente « radicolari ».

Ricordo poi anche che Von Sölder (1899) ha dimostrato che nelle lesioni siringomieliche a localizzazione cervicale altissima, si trovano nettissimi limiti segmentali, corrispondenti ai limiti dei territori cutanei della 2^a, 3^a e 4^a radice cervicale. Egli sostiene che specialmente è nettissimo, nei casi di lesione a sede altissima fra mi-

dollo spinale ed encefalico, il limite superiore (cranio-auricolo-mentale) del 2° dermatoma (v. fig. 129). Tutte le migliori osservazioni tendono quindi ad identificare i limiti della disestesia nella siringomielia con i soli limiti che si trovano nei casi di lesioni radicolari.

Per l'*herpes zoster* poi, possiamo dire che oramai non vi è dubbio intorno alla sede gangliare della lesione che lo provoca e quindi non sarà mai la localizzazione delle zone eruttive di *zoster*, che potrà fornire argomenti per sostenere la ipotesi di Brissaud. Osservo qui che per spiegare le differenze esistenti tra il comportamento delle zone di *herpes* e dei dermatomi, Luciani (1902) emise l'ipotesi che quelle rappresentassero le « aree centrali » dei territori gangliari e radicolari; Winkler (1903) invece rilevò che le zone eruttive di *zoster* rappresentano, piuttosto che territori radicolari, territori di deficienza; sarebbero analoghe cioè alle zone di analgesia che si ottengono sperimentalmente dopo il taglio di una o più radici. Questa considerazione spiega l'embricatura tra le zone di Head e così poco rilevante ed anche alcune particolarità del loro comportamento, specialmente la divisione in due aree linguiformi, una dorsale ed una laterale. Inoltre è degno di nota che i casi di *herpes* a localizzazione « mielomerica » citati da Brissaud, appaiono tutt'altro che a distribuzione segmentaria, ma evidentemente a localizzazione radicolare, come già osservò Constensoux (1900) in una monografia sulla « metameria del sistema nervoso in rapporto alle malattie del midollo spinale » un po' superficiale ma meno fantastica delle Memorie di Brissaud.

Riassumendo tuttocì, abbiamo che le osservazioni dalle quali Brissaud parte nel formulare la sua teoria, in parte sono sicuramente errate, in parte si spiegano in maniera diversa dalla sua; più piana, meno artificiosa e più in armonia col complesso delle nostre conoscenze sull'innervazione spinale della cute. Della sua teoria poi alcuni punti sono in contrasto con dati di fatto sicuramente stabiliti, altri non sono che artifici logici architettati per il bisogno della causa; ma oltre che con i fatti per la cui spiegazione furono escogitati, non s'accordano con nessun altro dato positivo della anatomia o dell'embriologia. Credo quindi che si possa considerare come completamente fallito il tentativo di Brissaud di distinguere un'innervazione segmentale spinale da quella segmentale radicolare della cute. L'innervazione segmentale della cute si compie secondo uno schema unico rappresentato dalle proiezioni periferiche dei gangli spinali e dei segmenti spinali rispettivamente corrispondenti.

Ho trattato piuttosto a lungo della teoria di Brissaud, sia per l'interesse teorico dei problemi che ad essa si connettono, sia anche perchè essa ha avuto tra i clinici una certa fortuna. Formulata in modo incisivo, illustrata da schemi altrettanto chiari quanto fantastici, puntellata da digressioni embriologiche e morfologiche altrettanto semplici che immaginose ed errate ma apparentemente dottissime, non poteva non incontrare favore. E disgraziatamente essa ha dato luogo a confusione non lieve. Infatti, l'uso dei termini « rizomeri », che significa parti di radici, e di « mielomeri » che significa segmenti spinali, in modo arbitrario per territori cutanei; l'uso con significato vario e spesso antitetico di termini spesso sinonimi, quali innervazione metamerica radicolare e segmentale; distribuzione segmentale e segmentaria; metameria secondaria spinale e degli arti; metameri di metameri.... ha reso fluttuante una serie di concetti fondamentali che erano limpidi e precisi.

Rilevati questi errori e questi pericolosi effetti della teoria di Brissaud, non mi resta che soffermarmi ancora sopra una sola delle questioni da lui sollevate. Caduta la teoria di Brissaud, resta pur tuttavia il fatto, che sembra innegabile, che alcune alterazioni della sensibilità o del trofismo cutaneo, si dispongano sugli arti, in qualche caso, in zone le quali abbracciano in tutto od in parte una sezione articolare (segmento artuale), e che quindi non corrispondono nè ad un territorio nervoso periferico, nè ad un territorio metamerico. L'interpretazione di queste zone presenta certamente difficoltà non indifferenti, nè io mi azzardo a dare una mia opinione in proposito. Soltanto vorrei fare alcune considerazioni, dal cui giusto apprezzamento potrà forse scaturire qualche concetto fecondo.

Le zone « segmentarie », cioè le sezioni articolari degli arti; le zone a guanto, guantone, ecc., possiedono una particolarità indiscutibile: d'essere delimitate da linee composte di punti equidistanti dai centri spinali dal punto di vista innervativo.

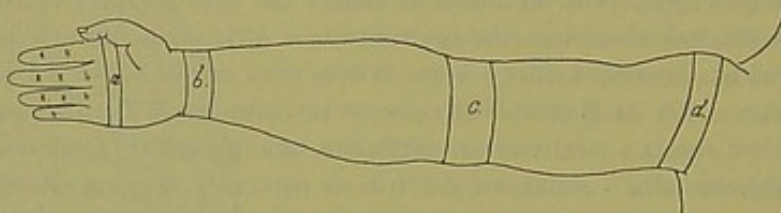


FIG. 145. — I nervi cutanei dell'arto superiore perforano la fascia e penetrano nell'ipodermide in punti fissi che si possano circoscrivere entro zone circolari, perpendicolari all'asse longitudinale dell'arto. Da Bolk.

Leggenda della figura 145.

a, zona ove perforano i rami volari delle dita. — b, zona ove dorsalmente perforano il R. superficiale del N. radiale, ed il R. dorsale del N. ulnare, e ventralmente i due Rr. palmar. — c, zona dorsalmente, per il N. cutaneo posteriore inferiore del braccio, e ventralmente per il N. cutaneo interno maggiore del braccio, e per il N. cutaneo esterno del braccio. — d, zona per il N. cutaneo interno minore del braccio, e per il N. cutaneo posteriore dell'omero.

Nel capitolo VII, a proposito delle ricerche di Winkler e Van Rynberk, ho già rilevato che la distanza maggiore o minore di un punto di cute dai centri spinali, cioè la sua maggiore o minore « eccentricità » pare abbia una certa importanza funzionale. Ora, una disestesia od ipoestesia a guanto potrebbe forse spiegarsi, ammettendo che una causa morbosa abbia lievemente ed in modo uniforme danneggiato un lungo tratto del midollo spinale; allora senza che sia abolita la sensibilità in uno o più metameri determinati, si potrebbe comprendere una anestesia limitata alla zona più eccentrica dell'arto innervato dai segmenti spinali lievemente lesi. Questa ipotesi può forse esser appoggiata da un dato di fatto positivo: i limiti circolari « amputativi » delle anestesi « segmentarie », « a guanto », ecc., sogliono coincidere con uno dei livelli ove i nervi cutanei periferici perforano la fascia e penetrano nell'ipodermide. Riproduco da Bolk una figura ove questi livelli sono indicati: ne risulta che le zone di equieccentricità, come la cute delle quattro dita, la cute della mano, rappresentano anche territori cutanei equivalenti dal punto di vista dell'innervazione periferica della cute (v. fig. 145). Ripeto: non espongo una ipotesi; ricordo soltanto la possibilità che nella localizzazione delle alterazioni della sensibilità e del trofismo cutaneo per lesioni spinali, possa entrare come fattore anche quello dell'*eccentricità*

anatomica e funzionale delle parti che manifestano l'alterazione. E che le dette alterazioni spesso cominciano poco accentuate dall'apice dell'arto, per procedere ed assumere forma ed estensione definitiva, in direzione prossimale, insegna l'esperienza di molti neuropatologi. Finalmente, prima di chiudere il capitolo è indispensabile che io aggiunga ancora poche parole su di un complesso di problemi riguardanti troppo strettamente l'anatomia segmentale perchè io possa trascurarli. Già nel riferire le vedute di Brissaud, ho ricordato che questi dà molto peso alle osservazioni sulla topografia, forma ed estensione di svariate affezioni cutanee, quali i nevi, lo scleroderma, la vitiligine, ecc.

È noto che specialmente nell'ultimo decennio l'interesse dei dermatologi si è concentrato di nuovo in modo speciale sopra i possibili rapporti patogenetici tra alcune affezioni cutanee ed il sistema nervoso. In ultima analisi possiamo però dire che questi rapporti sono ancora quasi sempre oscuri. Chi ammette la concomitanza costante di affezioni nervose centrali o periferiche con le manifestazioni cutanee dette; chi la nega, o, pure ammettendola, ritiene che non queste, ma bensì quelle siano primarie; oppure che tutte e due siano secondarie ad un agente patogeno sconosciuto, comune ad entrambi. Intanto però non pare si possa negare che in un grandissimo numero di casi, manifestazioni patologiche cutanee, di svariato carattere e natura, posseggano localizzazione, forma ed estensione le quali si impongono quali territori segmentali od intersegmentali. È però difficile, se non impossibile, allo stato attuale delle nostre conoscenze, di discriminare se nei singoli casi si tratti di alterazioni prodotte da affezioni spinali oppure se altri fattori concorrano nella patogenesi. A questo proposito ricordo che speciali forme, le così dette « neurodermatiti lineari » furono osservate lungo il decorso delle linee di Voigt, e specie lungo il decorso delle linee assili di un arto. Ora Blaschko (1902), nella sua ottima esposizione sintetica sui *Rapporti tra innervazione ed affezioni cutanee*, accenna alla difficoltà di comprendere come una affezione spinale possa produrre una affezione cutanea intersegmentale, specie in corrispondenza alle linee assili degli arti che rappresentano limiti tra segmenti cutanei numericamente e metamericamente non contigui ma distanti (per es. sul braccio tra 5°, 6° cervicale, e 1°, 2° toracico). Qui è possibile si tratti di zone congenitamente predisposte e di minor resistenza, appunto per il loro carattere di zone-limiti, ove segmenti originariamente distanti si sono fusi insieme secondariamente: l'importanza di queste affezioni dal punto di vista segmentale non è negata da nessuno.

È indubbio insomma che in un forse non lontano avvenire la anatomia segmentale dell'uomo potrà trarre profitto dalle osservazioni fornite dalla dermatologia; ed è appunto per richiamar sempre più l'attenzione degli studiosi sui problemi segmentali, che io ho voluto qui accennarvi.

Riassunto del capitolo.

1. Le paralisi di moto e di senso, consecutive a lesioni del midollo, delle radici, dei gangli e dei nervi spinali nell'uomo, purchè interpretate razionalmente, possono fornire dati di fatto preziosi per la conoscenza della costituzione segmentale del corpo umano.

2. Questi dati, quali vengono esposti dai migliori osservatori, si accordano bene coi risultati fondamentali delle ricerche sperimentali e di quelle anatomiche.

PARTE QUARTA.

La metameria larvata studiata nelle proiezioni spinali degli organi periferici.

Ad ogni fibra delle radici ventrali dei nervi spinali corrisponde nel midollo una cellula nervosa che si suol dire d'origine della fibra stessa. Fatta astrazione da qualunque raggruppamento reale di queste cellule, è evidente a priori che teoricamente noi possiamo abbracciare nel termine « nucleo d'origine », l'insieme di quelle cellule le cui fibre concorrano alla formazione di una unità anatomica periferica, quale sarebbe per esempio una intera radice ventrale; una intera divisione primaria venale o ventrale d'un nervo spinale; un ramo motore periferico qualunque. Allargando il concetto potremo parlare come di « nucleo innervatore » di quel complesso di cellule le cui fibre innervano un dato muscolo. D'altra parte potremo considerare insieme, quelle cellule situate tanto nelle corna ventrali che nelle dorsali, le quali contraggono rapporti prevalenti coi collaterali delle radici dorsali dei nervi spinali. Queste cellule potremo pur raggrupparle in nuclei prevalentemente in rapporto col complesso di fibre di una intera radice dorsale, oppure col complesso di fibre, che concorre alla formazione di un dato nervo cutaneo. In tal modo potremo quindi « proiettare » nel midollo spinale le radici spinali, ventrali e dorsali, i rami nervosi di senso e di moto, i singoli muscoli ed i singoli territori cutanei. Ed è chiaro altresì che in questo modo possediamo pure una nuova via per conoscere la costituzione metamERICA di un organo periferico. Che se noi sapremo per esempio ove è situato nel midollo spinale il nucleo di origine di un dato nervo motore, conosciamo nello stesso tempo l'origine metamERICA, e del nervo in questione e del muscolo o dei muscoli da esso innervati. Viceversa poi, conoscere esattamente l'estensione del nucleo d'origine di un dato nervo spinale, cioè di un dato odoneuromero, equivale pure a conoscere la delimitazione estensione del polioneuromero spinale corrispondente, cosa che, come abbiamo visto nel capitolo IV, colle ricerche dirette non è possibile.

Tratterò qui innanzi tutto in un breve capitolo a sè delle poche ricerche aventi avuto per iscopo di determinare con metodi di anatomia microscopica sperimentale l'esatta estensione del polioneuromero spinale considerato come nucleo di proiezione dell'odoneuromero.

Poi dividerò in tre capitoli il materiale dei dati di fatto riguardanti le proiezioni spinali degli altri organi periferici: nervi muscoli ecc. prendendo per criterio il metodo di ricerca col quale le osservazioni furono acquisite. Infatti Alcuni autori, basandosi sul raggruppamento naturale delle cellule nel midollo spi-

nale, quale sembra apparire nelle sezioni microscopiche trasversali e longitudinali dell'organo, cercarono di desumerne il rapporto innervativo tra questi raggruppamenti cellulari e gli organi, nervi e muscoli periferici supposti, innervati particolarmente da essi. Altri autori si servirono di un metodo di anatomia microscopica sperimentale, approfittando delle modificazioni d'aspetto che le cellule del midollo spinale mostrano dopo lesione o estirpazione degli organi periferici, nervi, muscoli o territori cutanei negli animali. Altri dati finalmente si possono ricavare per l'uomo dallo studio della sede e dell'estensione della modificazione che subisce il midollo spinale dopo le amputazioni chirurgiche degli arti, dei rapporti esistenti tra sede ed estensione di lesioni morbose spinali microscopiche e le loro conseguenze (paralisi, atrofie), quali si manifestano a carico degli organi periferici, come nelle poliomieliti del corno ventrale.

CAPITOLO IX.

La polineuromeria larvata studiata nelle proiezioni spinali degli odoneuromeri.

Le ricerche sulla polineuromeria larvata, con qualunque metodo eseguite, si basano sul concetto comune che i gruppi di cellule cornuali che formano i nuclei d'origine delle radici nervose ventrali del midollo spinale rappresentino realmente i segmenti o metameri spinali, nel significato ristretto ed ontogenetico della parola; i mielomeri, o neurotomi, o polineurotomi spinali insomma. Epperò alcune ricerche sperimentali d'anatomia microscopica furono istituite per determinare esattamente l'estensione di questi nuclei d'origine delle radici ventrali che *a priori* non è lecito omologare coi segmenti spinali dell'anatomia descrittiva la cui determinazione è più arbitraria e capricciosa che logica.

Tecnicamente il metodo seguito in queste ricerche si basa sul fatto che recidendo una radice spinale ventrale avviene una modificazione microscopicamente riscontrabile non solo nel moncone periferico, ma anche in quello centrale e nelle cellule stesse con cui le fibre della radice recisa sono connesse.

Il primo autore, che a mia saputa ha eseguito il taglio di radici spinali per determinare l'esatta estensione del blocco cellulare che entra in reazione consecutiva, è Knape (1901). Egli comunica incidentalmente nell'uno dei suoi lavori, già citati, d'aver tagliato nel canale vertebrale la 7^a radice lombare. Nel segmento macroscopico corrispondente alla radice tagliata trovò dopo 20 giorni le cellule in maggior parte scomparse e le rimanenti in cromolisi. Nei segmenti prossimi sia in direzione craniale che caudale le condizioni erano normali. Il medesimo reperto fu segnalato dopo il taglio della 6^a radice toracica. Marinesco (1902) invece, che comunica anch'egli incidentalmente una ricerca simile, sostiene d'aver trovato cellule in reazione anche nel segmento limitrofo in direzione craniale. Dopo il taglio dell'8^a radice cervicale trovò perfino buon numero di cellule in reazione in due segmenti oltre a quello corrispondente alla radice tagliata e cioè nei segmenti cranialmente ed in quello caudalmente limitrofi. Grünbaum (1894), sotto la guida di Sherrington aveva eseguito sezioni

trasversali del midollo immediatamente sopra le paia radicolari. Non avendo trovato alcuna fibra degenerata nelle radici anteriori sottostanti, ne concluse che le cellule d'origine di esse si devono trovare sul medesimo livello del punto d'uscita dei fascetti radicolari e che quindi le radici devono avere origine nettamente locale.

Da queste ricerche risulta che il problema, quale sia l'esatta estensione del polioneuromero spinale, non è ancora del tutto risolto. Ma sembra, ed a questa conclusione arriva anche Bikeles (1905) in base alle sue ricerche sperimentali, che il concetto più attendibile sia quello di ammettere che le cellule formanti un dato mielomero non oltrepassino i limiti anatomici medi tra i segmenti spinali macroscopici — e che, quindi, sebbene non appaia un limite netto tra [mielomero 'e mielomero, non esiste nemmeno una confusione tra gli elementi dei mielomeri limitrofi, sicchè non esisterebbero vere « embricature » centrali.

CAPITOLO X.

Le proiezioni spinali degli organi periferici studiati in basa all'anatomia microscopica normale del midollo spinale.

L'anatomia microscopica descrittiva riconosce nel complesso degli organi periferici, cute, nervi e muscoli e specialmente nei due ultimi, una sistemazione manifesta, che in parte come, la distinzione tra ente, muscoli e nervi, dorsali e ventrali, ha la sua origine in eventi ontogenetici precoci. Poteva sembrar quindi giusta la supposizione che nell'organo centrale, cioè nel nevrasso spinale, si dovesse in qualche maniera rispecchiare qualcuna di queste divisioni. Epperò sorsero, sebbene relativamente tardi, ricerche intese a scoprire gli eventuali rapporti tra la divisione anatomica degli organi periferici ed il modo nel quale le cellule nervose della sostanza grigia, del midollo spinale, sembrano distribuirsi in gruppi più o meno individuali. Accanto a queste ricerche eseguite in singole specie d'animali sorsero poi altre coll'intento di comparare la struttura del midollo spinale in specie animali diversi, che presentassero qualche spiccata differenza nello sviluppo dei loro organi periferici.

Ma tutte queste ricerche urtarono contro un ostacolo grave: la difficoltà di riconoscere, delimitare e descrivere esattamente la disposizione degli elementi cellulari nervosi nel nevrasso spinale.

È noto infatti che l'ordinamento delle cellule del midollo spinale, specie delle corna ventrali, come appare nelle sezioni trasversali e longitudinali del midollo, è stato anche nell'uomo ove le indagini relative sovrabbondano, l'oggetto di classificazioni diversissime fin dal primo periodo delle ricerche microscopiche.

Stilling (1843) distingue cinque generi di cellule, ordinate come segue: 1. gruppo posteriore od esterno, 2. gruppo anteriore od interno, 3. gruppo del corno laterale (3^a colonna di Stilling), 4. cellule nervose di media e minima grandezza di topografia sparsa, 5. cellule ganglionari di media grandezza che nel midollo cervicale sono in rapporto col n. accessorio. Schreuder van der Kolk (1854) accetta la divisione di Stilling ed aggiunge di suo un fitto gruppo di cellule multipolari situate dietro e presso al canale centrale. Goll (1860) descrive non meno di 12 gruppi, che

non è facile omologare con quelli descritti da altri autori. Stieda (1870) dà uno schema generale del raggruppamento delle cellule delle corna ventrali. Nelle forme inferiori dei vertebrati fino ai mammiferi si trovano costantemente due cumuli di cellule ganglionari: un gruppo anteriore (inferiore o laterale) ed un gruppo centrale. Nei mammiferi a quei due s'aggiunge il nucleo di Stilling. I tre gruppi descritti poi si scindono, specie nei mammiferi, in aggruppamenti secondari. Huguenin (1873) ammette nell'uomo soltanto tre gruppi nelle corna ventrali: uno anteromediale, uno anterolaterale, uno posterolaterale. Il gruppo antero-laterale sarebbe il più cospicuo. Beisso (1873) descrive in tutto quattro gruppi nelle corna ventrali. Un gruppo interno, uno esterno, distinto in due sottogruppi: antero-esterno e postero-esterno, ed uno intermedio fra il gruppo interno e quello antero-esterno. Schiefferdecker (1876) nel midollo lombale del cane descrive un gruppo anteriore ed uno laterale, omologhi a quelli omonimi dell'uomo; poi un gruppo omologo al nucleo di Stilling. Kreyszig (1855) nel cane descrive tre gruppi: uno anteriore, uno postero-laterale, uno laterale mediale. Nel coniglio esisterebbe simile disposizione.

Fra i grandi trattatisti anatomici e clinici cito ancora alcuni notevoli per la semplicità delle loro descrizioni. Henle (1879) distingue un gruppo mediale ed uno laterale suddivisibili in gruppi secondari, e poi cellule sparse. Leyden (1876) praticamente per tutto il midollo non distingue che cellule del corno ventrale, cellule del corno laterale, cellule del corno dorsale, cellule di Clarke, cellule sparse. Schwalbe (1880) considera le cellule del corno ventrale come confuse generalmente in un gruppo unico, oppure distinte in un numero vario da 4 a 8 gruppi. Obersteiner (1888) invece ammette nel corno ventrale regolarmente un gruppo mediale, uno latero-ventrale, uno latero-dorsale che sarebbe identico al corno laterale, ed uno centrale.

Ora veniamo all'analisi di qualche lavoro monografico. Waldeyer (1888) trova costantemente nel corno ventrale di uomo e gorilla quattro gruppi cellulari, due mediani: 1. l'antero-mediano, 2. il postero-mediano, e due laterali, 3. l'antero-laterale e 4. il postero-laterale, dei quali ognuno si può suddividere in gruppi secondari. Inoltre egli distingue: 5. cellule sparse nel corno anteriore e nella regione intorno al canale centrale. Le cellule di media e minima dimensione del resto del midollo vanno poi divise ancora in: 6. cellule del corno laterale, 7. cellule del corno posteriore, 8. cellule di Stilling (colonna di Clarke), 9. « Mittelzellen » (un gruppetto situato vicino alle cellule di Stilling in direzione centrale), 10. « Nebenzellen » (un gruppetto situato dorsalmente vicino alle cellule di Stilling).

In tutto dunque 10 sorte di cellule. Dei gruppi del corno ventrale, quello postero-laterale è il più importante secondo Waldeyer, mentre Huguenin aveva proclamato come per solito il più notevole, il gruppo antero-laterale. Le cellule del corno laterale formano un gruppo a sè, mentre Obersteiner le aveva identificate col suo gruppo latero-dorsale. Nei rigonfiamenti cervicale e lombo-sacrale i quattro gruppi ganglionari delle corna ventrali si suddividono in gruppi secondari; ma del resto sono costanti per tutta la lunghezza del midollo. Nel concetto di Waldeyer essi formano colonne continue in senso longitudinale, astrazione fatta naturalmente dalle regolari interruzioni segmentali. Vedremo come questo concetto più tardi, ripreso da

Sano e altri, venne per primo strenuamente attaccato ed abbattuto pochi anni dopo da Kaiser, col quale principierò la serie degli autori che hanno studiato l'architettura delle corna ventrali, come risulta dall'apporsi e sovrapporsi dei vari gruppi cellulari e la loro funzione rispettiva specialmente in rapporto alle localizzazioni motorie.

Di Kaiser (1891) possediamo preziose ricerche in quel proposito, contenute in un lavoro *Sulle funzioni delle cellule ganglionari del midollo cervicale* che fu premiato con medaglia d'oro in un concorso bandito dalla Società per la Scienza e le Arti d'Utrecht. Non posso suntuare tutto il lavoro, ma è necessario darne le linee generali. Kaiser, come i termini del concorso volevano, confrontò numero e disposizione delle cellule del tratto cervicale in varie specie animali, in feti, neonati ed adulti con vari metodi istologici. Tenendo conto delle peculiari attitudini e differenze delle funzioni motorie abituali delle varie specie d'animali studiate, formulò alcune conclusioni che qui riporto senz'altro. Kaiser comincia coll'affermare che in base alle sue osservazioni comparative di pura anatomia microscopica, è possibile costruire un'immagine grossolana delle localizzazioni funzionali nelle corna ventrali del tratto cervicale: e ciò specialmente in base al carattere dei raggruppamenti cellulari in esso, che egli afferma tipici e costanti in tutti i mammiferi da lui studiati (uomo, gorilla, cercocebus, talpa, topo, riccio, coniglio, pipistrello). Egli sostiene in primo luogo che costanti e ben delimitati nell'asse rachidiano non vi sono che due gruppi cellulari: l'uno mediale e l'altro laterale. Ma di quelli, uno solo forma in senso longitudinale una vera colonna unica: è il gruppo mediale. L'altro gruppo non è una vera colonna unica, ma è formato da vari gruppi che sorgono a vario livello in parte accanto, in parte di fianco l'uno all'altro e non hanno tra loro di comune nulla che l'occupare, nei tagli trasversali, una posizione laterale rispetto al gruppo mediale costante. Dovremo quindi stabilire da quali vari gruppi è formato il cosiddetto gruppo laterale. Kaiser per il tratto cervicale dà la seguente enumerazione:

1. Il gruppo dell'accessorio, indicato spesso come gruppo antero-laterale. Termina nel 6° o 7° segmento e non ha nulla di comune col gruppo antero-laterale delle sezioni più basse (cioè più caudali) che nel taglio trasverso occupa presso a poco la stessa posizione.

2. Un gruppo anteriore già notato da Dees, che si estende dal 3° al 5° segmento e vi giace fra il gruppo mediale e quello dell'accessorio.

3. Un gruppo laterale in senso ristretto, che si stende dal 3° o 4° segmento fino al principio del midollo toracico. È il gruppo laterale del rigonfiamento cervicale, analogo al grosso gruppo laterale del rigonfiamento lombale. Nel tratto inferiore del rigonfiamento cervicale, il gruppo laterale si scinde in due: un gruppo antero-laterale ed uno postero-laterale. Questo gruppo laterale non ha nulla da fare col gruppo laterale del midollo toracico, che del resto giace un po' più in avanti, tanto da meritare piuttosto il nome di gruppo anteriore del midollo toracico.

Per il significato funzionale di questi gruppi, Kaiser si pronuncia come segue: L'unico gruppo cellulare che forma una colonna veramente ininterrotta e continua attraverso tutta l'estensione longitudinale del midollo, cioè il gruppo mediale, si impone come il nucleo dei muscoli del tronco: muscoli della nuca e muscoli lunghi del dorso. Il gruppo laterale, come abbiamo visto, si stende nel rigonfiamento

cervicale dal 4° segmento cervicale al 1° segmento toracico, cioè precisamente come le radici dei nervi destinati all'arto. Siccome nessun altro gruppo cellulare ha una estensione uguale, ne consegue ad evidenza che il gruppo laterale è il nucleo d'origine dei nervi motori dell'arto: onde Kaiser propone chiamarlo « gruppo dell'estremità superiore ». Il gruppo dell'accessorio è stato già sufficientemente studiato anatomicamente, e Kaiser non si arresta ad esso. Rimane il gruppo anteriore, al quale non rimangono da attribuirsi che i muscoli respiratori; e ciò è tanto più ammissibile in quanto che il n. frenico per l'appunto origina nel 3°, 4° e 5° segmento cervicale. Kaiser propone per il suo gruppo anteriore il nome « nucleo del frenico ».

Fin qui per le localizzazioni in blocco. Analizzando più minutamente le funzioni dei vari gruppi, Kaiser stabilisce, anche in base alle ricerche fisiologiche di Peyer e Krause, di Ferrier e Yeo, e Forgue e Lannegrace, quali muscoli dipendano dai gruppi da lui determinati. Al gruppo mediale spettano i muscoli della nuca motori del capo e quelli del tronco. Al gruppo antero-laterale o nucleo dell'accessorio spettano i Mm laringei, sternocleidomastoideo e trapezio. Al gruppo anteriore o nucleo del frenico spettano i Mm respiratori. Alla parte superiore unica del gruppo laterale spettano i muscoli del cingolo scapolare e del braccio. La parte inferiore è scissa, come già notai, in un gruppo antero-laterale ed in uno postero-laterale. Confronti fra l'uomo e la scimmia portano Kaiser ad assicurare con grande sicurezza che il primo gruppo, cioè l'antero-laterale, che è molto più sviluppato nella scimmia, innerva anch'esso muscoli della spalla e del braccio, che sono in rapporto a funzioni di salto, di corsa ecc., mentre il gruppo postero-laterale, molto più sviluppato nell'uomo, sarebbe in rapporto coi muscoli della mano e dell'avambraccio, meritando così il nome di nucleo della mano.

Riunisco in tabella le localizzazioni spinali desunte da Kaiser (tab. 42).

L'anno dopo Kaiser, Sherrington (1892) pubblicò uno dei suoi primi lavori sulla distribuzione periferica delle paia spinali. In esso egli tocca di passaggio la situazione dei nuclei d'origine delle varie radici nel tratto lombare del midollo. Riporto alcune delle sue conclusioni: « Nel gatto, nel cane e nella scimmia, come nell'uomo, sembra realmente giustificata la distinzione di un gruppo antero-laterale e di uno postero-laterale. Vi sono tre gruppi cellulari evidenti nel corno dell'intumescenza lombare: uno mediale, che è in continuazione di quel gruppo mediale che si stende ininterrotto attraverso tutta la lunghezza del midollo, poi un gruppo antero-laterale ed uno postero-laterale propri del rigonfiamento ».

Sherrington descrive poi la disposizione reciproca di questi gruppi come segue: « Quando si sale lungo il midollo nel rigonfiamento, la prima modificazione che si nota nel corno anteriore (ventrale) è l'apparizione del gruppo postero-laterale; un po' più in alto s'aggiunge il gruppo antero-laterale, ed ancora un poco più alto anche il gruppo mediale raggiunge il suo massimo sviluppo. Se noi esaminiamo il midollo in direzione dal basso in alto, si vede che il corno anteriore (ventrale) subisce un'impressionante modificazione precisamente nello stesso punto ove comincia l'efflusso delle fibre efferenti destinate all'arto inferiore. Ora, noi sappiamo che questo primo efflusso di fibre va ad innervare i muscoli propri del piede, ed abbiamo visto che la modificazione che appare a questo livello nel corno anteriore (ventrale) è appunto l'apparizione del grosso gruppo

postero-laterale. È evidente che però questo gruppo s'impone come il nucleo in rapporto ai muscoli intrinseci del piede *. Al gruppo mediale Sherrington attribuisce l'innervazione dei muscoli assili, che s'inseriscono cioè alla colonna vertebrale.

Tanto per il gruppo mediale che per quello postero-laterale le descrizioni microscopiche di Kaiser per il midollo cervicale sono quindi in perfetto accordo con quelle microscopiche e sperimentali di Sherrington. Invece Lenhossek (1892-95) in base a ricerche puramente istologiche conclude per la natura commisurale del gruppo cellulare antero-mediale almeno nell'uomo.

Onufrowicz (1900) ha dato una buona monografia sulla costituzione del midollo sacrale nell'uomo. Egli basa la sua descrizione sull'esame di due midolli, l'uno dei quali tagliato in serie continua. Le sue induzioni sul significato fisiologico dei vari gruppi cellulari vertono con prevalenza sulle funzioni vegetative e danno un nuovo pregevole contributo di ricerche sulle localizzazioni del simpatico, nel quale campo l'autore, in collaborazione con Collins, aveva già dato un eccellente ed ampio studio.

Fra le osservazioni d'ordine generale fatte da Onufrowicz è notevole quella che riguarda il livello ove il midollo spinale comincia ad acquistare i caratteri che nettamente distinguono il tratto lombare da quello sacrale. Quel cambiamento non avviene fra il 5° L. ed il 1° S., ma fra il 1° e 2° S., sicchè il 1° S. possiede un aspetto molto più simile alla posizione lombare che a quella sacrale del neurasse spinale. I gruppi descritti da Onufrowicz nelle corna ventrali del tratto lombosacrale sono: I Gruppi mediali: 1 antero, 2 postero-mediale; II 3 Gruppo antero-laterale + un 4 gruppo detto, « x » dall'autore; III 5 Gruppo postero-laterale; IV 6 Gruppo post-postero-laterale; V Gruppo centrale e di mezzo: 7 Gruppo centrale, 8 Gruppo di mezzo. In tutto dunque otto. L'estensione in senso longitudinale e l'importanza di quei gruppi ai vari livelli spinali appare assai evidente da una tabella figurata annessa al lavoro di Onufrowicz e che io riproduco (v. fig. 146). Per il significato fisiologico egli considera il gruppo postero-mediale che si stende dal 3° S. all'ingiù, come il centro spinale dei muscoli ano-vescico-perineali. Al gruppo antero-mediale conserva l'attribuzione sostenuta da Kaiser come centro innervatore dei muscoli del dorso. Il gruppo x viene da Onufrowicz proposto come centro dei muscoli striati che cooperano nell'atto dell'erezione del pene (rispettivamente della clitoride) e dell'eiaculazione dello sperma: i muscoli ischio-cavernosus (rispettivamente l'erektor clitoridis) e bulbo-cavernosus (sphincter vaginae).

Mi limiterò a questi pochi cenni sul lavoro di Onufrowicz. Non credo opportuno di seguire l'autore passo per passo nella sua descrizione dei vari segmenti sacrali e nei suoi ampî confronti coi dati comunicati dai precedenti autori e segnatamente da Waldeyer. Basta rilevare che se esiste un accordo generico, non mancano d'altra parte divergenze notevoli.

Notevole anche nella sua parte d'anatomia normale, e come tale da esporsi qui, è un lavoro di De Neeff (1901), cui nella 3^a sezione di questo capitolo dedicherò pure un'ampia analisi. De Neeff dà la descrizione minuta di un midollo di cane e di uno di coniglio, sezionati in serie continua di sezioni dello spessore di 45 μ colorate in blu di metilene. Quella descrizione è illustrata da due tabelle figurate che io

riporto (fig. 147, 148) e da una serie di eccellenti figure di tagli trasversali del midollo a vari livelli. Reso nel suo insieme il modo nel quale De Neeff concepisce l'architettura delle corna ventrali, è affine a quello di Kaiser: un complesso di vere colonne cellulari nettamente delimitate e piriformi, delle quali alcune (l'antero-

SEGMENTO	MEDIALE		LATERALE		Postero-laterale	Post-postero-laterale	Centrale e medio	
	Antero-mediale	Postero-mediale	Antero-laterale	Gruppo X			Centrale	Medio
I Lomb.	●	●	●		●		●	
II Lomb.	●		●		●			●
III Lomb.	●		●		●			●
IV Lomb.		●	●		●		●	
V Lomb.		●	●		●		●	
I Sacr.		●	●		●		●	
II S { parte cran. " caud.	●	●	●	●	●	●	●	●
III S { parte cran. " caud.	●	●	●	●	●	●	●	●
IV S { parte cran. " caud.	●	●	●	●	●	●	●	●
V Sacr.								

FIG. 146. — Schema della distribuzione delle cellule del corno ventrale del rigonfiamento lombosacrale nell'uomo in gruppi individuali, ed estensione relativa di questi, secondo Onufrowics.

Leggenda della figura 146.

Le colonne verticali rappresentano i gruppi cellulari nei piani di sezione trasversale; quelle orizzontali, i segmenti spinali.

interno e l'antero-esterno) si continuano ininterrotte per tutto il neurasse spinale; altre si trovano soltanto per un certo tratto nei due rigonfiamenti. Le colonne proprie dei rigonfiamenti sono al numero di 5, sì in quello cervicale che in quello lombosacrale, tanto nel cane che nel coniglio. De Neeff le distingue rispettivamente colle lettere M (posizione centrale), A (postero-laterale, poi centrale), B (postero-laterale),

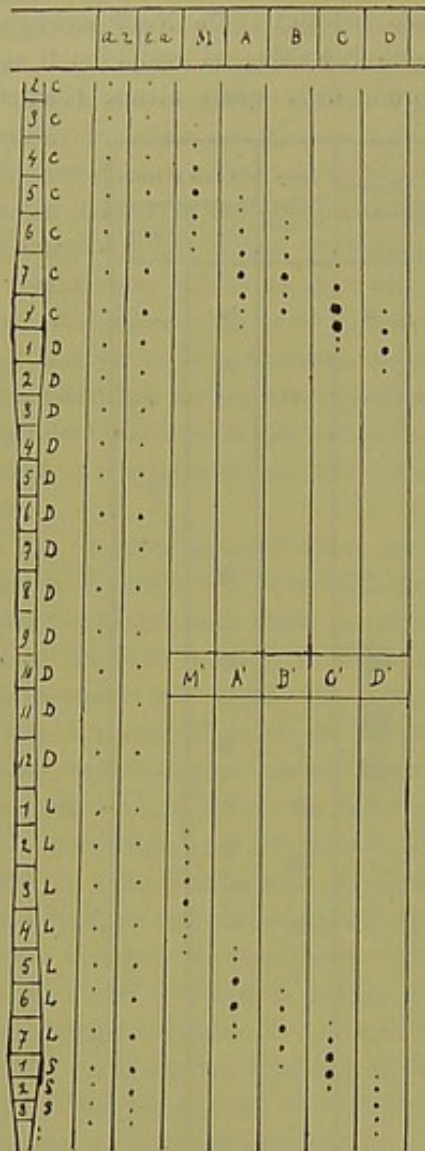


FIG. 147.

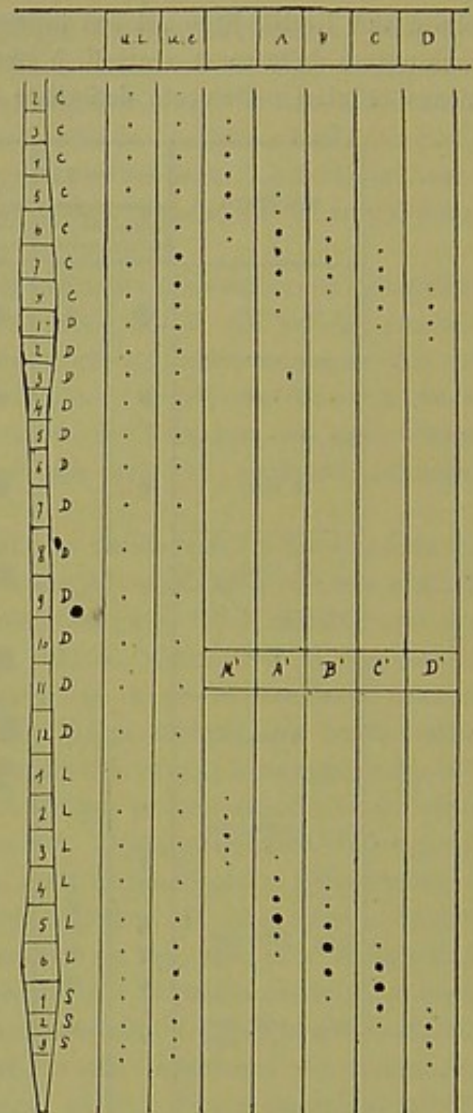


FIG. 148.

Fig. 147. — Schema delle colonne cellulari come si presentano normalmente nel midollo spinale del coniglio, secondo De Neeff.

Fig. 148. — Schema delle colonne cellulari come si presentano nel midollo spinale del cane, secondo De Neeff.

Leggenda delle figure 147 e 148.

2,2 ... 8 C, 2°, 3° ... 8° segmento cervicale spinale. — 1-12 D, 1°-12° segmento toracico. — 1-7 L, 1°-7° segm. lomb. — 1-3 S, 1°-3° segm. sacrale. — a.i., gruppo antero interno (cioè mediale). — a.e., gruppo antero esterno (cioè laterale). — M, gruppo mediano. — A, B, C, D, altri gruppi di cellule, nel rigonfiamento cervicale. — M', A', B', C', D', gruppi analoghi nel rigonfiamento lombo-sacrale.

C (esterna), D (postero-laterale) nel rigonfiamento cervicale ed M' (centrale), A' (laterale, poi centrale), B' (esterno-laterale, poi interno-laterale), C' (postero-esterno, poi più centrale), D' (laterale e posteriore) nel rigonfiamento lombo-sacrale. De Neeff rileva una certa omologia esistente nella disposizione delle colonne cervicali e lombo-sacrali, fatto che, se fosse reale, infatti avrebbe una notevole importanza teorica. E notevole e curioso il fatto, che De Neeff attribuisce al cane soltanto 12 segmenti toracici e 6 lombali. Non so come si possa spiegare questa opinione morfologica eterodossa, certo è che lo schema di De Neeff perde per essa il valore pratico, perchè pur ammettendo che i nuclei e le colonne cellulari da lui descritte esistessero realmente, la loro numerazione segmentale nel suo schema è evidentemente erronea.

Accanto alle descrizioni monografiche ora riportate rimangono da menzionare due lavori topografici sul midollo spinale dell'uomo comparsi quasi contemporanei: l'uno nel 1901 a Londra per Bruce, l'altro nel 1902 a Buenos-Ayres per Borda. Bruce ha raccolto ad atlante gran numero di microfotografie raffiguranti per ogni segmento spinale quelle sezioni che meglio ne rendono l'aspetto caratteristico. L'esecuzione tecnica del lavoro è eccellente, ed il tutto un pregevole contributo alle nostre conoscenze della struttura del midollo spinale. Borda ha tagliato tre midolli umani normali totalmente in serie e tre altri parzialmente. Gran numero di sezioni colorate colla toluidina sono riprodotte su 72 tavole. Nel testo annesso, Borda tenta di schematizzare l'ordinamento delle cellule del corno ventrale come un complesso di colonne più o meno estese. Anch'egli sostiene che nei midolli adulti da lui così accuratamente elaborati, non esisteva traccia di segmentazione interna. Anch'egli è portato a credere che la muscolatura nel tronco sia innervata dalla colonna cellulare mediale, e quella degli arti da quella laterale.

Finalmente rimane da menzionare Lapinsky (1903), che in uno dei suoi importanti lavori sperimentali sulle localizzazioni motrici ha dato una così larga e completa descrizione dell'architettura del corno ventrale nel midollo del cane che credo opportuno riportarlo qui a parte.

Midollo cervicale. — Nei primi quattro segmenti cervicali (I, II, III, IV), per Lapinsky non esistono aggruppamenti reali delle cellule cornuali le quali invece stanno sparse irregolarmente.

Nel V segmento cervicale però si può parlare d'alcuni aggruppamenti costanti. Nella sua parte superiore sono in numero di due: nucleus anterior internus e nucleus anterior medianus. Nella sua parte inferiore se ne contano cinque: 1. nucleus anterior internus, 2. nucleus anterior medianus, 3. nucleus anterior externus, 4. nucleus intermedialis, 5. nucleus lateralis posterior.

Nel VI segm. cerv. si contano costantemente sette gruppi: 1. nucl. ant. int., 2. nucl. ant. medianus, 3. nucl. ant. ext., 4. nucl. ext., 5. nucl. intermedius, 6. nucl. postero-lateralis, 7. nucl. post. inf. Questi nuclei hanno diversa estensione longitudinale.

Nel VII segm. cerv. il nucleo ant. int. scompare verso la metà del segmento. Un nuovo nucleo ant. med. sostituisce quello già nominato che termina alla parte inf. del VI segm. Anche il nucleo ant. ext. del VII segmento è una formazione nuova che possiede molta estensione trasversale. Il nucl. intermedialis è pure nuovo ed ha posi-

zione obliqua dall'alto in basso verso il centro del corno. Il nucleo post. lat. mantiene la sua posizione.

Nel VIII segm. abbiamo soltanto nella parte inf. il nucl. ant. int. Il nucleo ant. ext. è sviluppatissimo. Vi esiste un nuovo nucleo intermedialis. Poi esiste un nucleo centralis come continuazione del nucl. interm. del VII segm. Il nucleo post. lat. mantiene la sua posizione.

Midollo toracico. — Nel I segm. tor. il nucl. ant. ext. diminuisce assai di volume. Il nucl. ant. interm. è pure povero di cellule. Il nucleo centralis è diventato quasi ant. int. Il nucleo post. lat. mantiene anche in questo segmento la sua posizione. Inoltre vi sono due piccoli nuclei post. int. e intermedius.

Nel II segmento si può in certe sezioni parlare di un nucl. ant. int. od ant. ext. in quanto alcune cellule sembrano aggruppate nella parte ant. del corno. Nel resto del midollo toracico le cellule sono poco numerose e sparse irregolarmente.

Midollo lombare. — Nel I, II, III segm. lomb. vi sono ancora poche cellule senza traccia evidente di aggruppamento. Soltanto nella parte anteriore del corno si può talvolta ammettere un nucleo ant. int. ed uno ant. ext. a seconda del decorso delle fibre delle radici ventrali fra le quali giacciono le poche cellule ganglionari. Nella parte inf. del III segmento le cellule accrescono in numero ed ivi si può parlare di un gruppo costante: il nucl. post. lat.

Nel IV segm. lomb. si possono distinguere due gruppi bene sviluppati: il nucleo anterior externus e quello posterior lateralis.

Nel V segm. lomb. oltre ai nuclei descritti v'è il nucleo intermedialis.

Nel VI segm. lomb. vi è una grande ricchezza di cellule e vi si distinguono bene quattro gruppi posteriori e laterali: nucleus posterior internus - posterior lateralis - externus ed internus. Anteriormente vi sono i nuclei anterior internus, anterior medialis ed anterior internus. Nel mezzo del corno si nota un nucleo centralis.

Nel VII segm. lomb. si contengono meno cellule che nel precedente. Gli aggruppamenti cambiano a questo livello, i gruppi posteriori si avvicinano molto, il nucleus centralis confluisce coi nuclei posterior lateralis e posterior internus. Il nucl. intermedialis si accosta al nucleus centralis lateralis.

Midollo sacrale. — Nel midollo dorsale il numero e la configurazione delle cellule si modificano assai. I gruppi posteriori scompaiono del tutto. Dai nuclei centrali ed anteriori si origina un nucleo anterior povero di cellule e che ora sta vicino alla linea mediana formando un nucleo anterior internus, ora se ne allontana formando un nucleo anterior med. ed uno ant. externus.

La conclusione generale cui Lapinsky giunge in base ai suoi studi istologici merita esser qui riportata, perchè, come vedremo, verte intorno ad un argomento assai controverso.

* In generale, scrive Lapinsky, le cellule del corno anteriore (ventrale) del midollo spinale formano dei gruppi di forma irregolare poliedrica. Talvolta uno dei diametri od uno degli assi è più lungo degli altri ed allora il gruppo appare stirato in quella dire-

zione. L'asse maggiore giace parallelo al canale centrale, oppure perpendicolare, oppure forma coll'asse longitudinale del midollo un angolo più o meno acuto. Una disposizione fatta di colonne parallele formate da serie ininterrotte di cellule sovrapposte, non ci fu mai dato di vedere ».

Tenuto conto del grande favore che la rappresentazione schematica delle colonne continue e parallele ha avuto presso i neurologi, ho creduto opportuno chiamare l'attenzione su questa conclusione di uno dei più recenti e coscienziosi studiosi dell'architettura del midollo spinale.

Riassumendo, sono scarsi i dati utili che noi possiamo raccogliere per l'argomento che ci occupa, dagli studi di anatomia microscopica normale e comparata del midollo spinale. È evidente che il contrasto di opinioni esistente sui pretesi raggruppamenti degli elementi nervosi entro il midollo spinale, rende dubbio perfino l'ipotesi fondamentale che realmente la disposizione delle cellule spinali rispecchi in qualche maniera la divisione anatomica degli organi periferici.

CAPITOLO XI.

Le proiezioni spinali degli organi periferici desunte dai dati di anatomia patologica del midollo spinale nell'uomo.

Gli studi d'anatomia microscopica normale menzionati nel precedente paragrafo, diedero soltanto alcune notizie generali sulla disposizione degli elementi strutturali nell'asse rachidiano, emettendo sulle localizzazioni poche ipotesi.

I patologi fecero di più: scoprendo gli intimi rapporti che passano fra gli organi periferici ed i centrali, connessi fra loro dai nervi spinali, trovarono un modo di localizzare con osservazioni di fatto quegli organi spinali che corrispondono a determinati organi periferici ed iniziarono così le vere ricerche sulla localizzazione dei centri spinali e sull'indice segmentale degli organi periferici.

Sono piuttosto incomplete, anche negli autori recentissimi, le notizie storiche e bibliografiche intorno agli inizi ed allo sviluppo di questi nuovi studi; perciò vi dedicherò una più minuta analisi.

Per quel che io personalmente ho potuto trovare, mi sembra fuori dubbio che la priorità cronologica delle osservazioni ed il merito della tenacia nelle ricerche in questo campo spettino unicamente alla gloriosa pleiade di scienziati francesi, quali Prévost, Vulpian, Charcot, che seppero unire in una ideale sintesi, alla perspicacia fortunata di clinici illuminati, l'acuta osservazione anatomica e la finezza nelle ricerche sperimentali. Poi accanto ad essi vi è l'inglese Clarke, il celebre anatomico del sistema nervoso centrale e suoi allievi.

Tutte le ricerche sull'argomento ebbero origine da un'osservazione di Vulpian e Prévost. Questi nel 1865 ad istigazione di Vulpian presentò alla Société de Biologie un caso d'atrofia grassa dei muscoli d'una gamba con concomitante lesione sclerotica del corno ventrale del lato corrispondente della sostanza grigia del midollo lombare. Già fin d'allora Vulpian e Prévost conclusero per l'esistenza d'una relazione fra

l'atrofia muscolare e la scomparsa delle cellule del gruppo esterno del corno ventrale. Quest'osservazione e la conclusione tratta da essa fu il punto di partenza di una triplice serie di studi. Gli uni rivolsero la loro attenzione sulla paralisi infantile e sulle amiotrofie spinali in genere e cercarono se in tutti i casi le tracce del male si manifestassero sul tavolo anatomico, oltre che nei muscoli, anche a carico del midollo spinale e dei nervi. Altri procedendo con un ragionamento d'analogia supposero che identiche alterazioni concomitanti a lesioni muscolari patologiche, dovessero trovarsi nelle lesioni artificiali e studiarono gli effetti lontani delle amputazioni chirurgiche sul midollo e sui nervi. Altri infine ricorsero allo sperimento.

Abbiamo visto come la priorità cronologica delle osservazioni del primo gruppo compete incontestabilmente a Vulpian e Prévost (1865).

Nel secondo gruppo è da annoverarsi per merito di precedenza Clarke che già l'anno dopo (1866) comunicò di non aver potuto trovare nel minuto esame necroscopico d'un uomo, cui era stata praticata lungo tempo prima della morte un'amputazione, nessuna differenza fra le due metà del midollo spinale, mentre Vulpian (1868), poco dopo in due casi simili riuscì a trovare manifeste lesioni spinali. È vero che anche in questo ordine di ricerche un altro francese aveva preceduto e di molto tutti gli altri scienziati; infatti già nel 1829 Berard mostrò alla « Société anatomique » la dissezione della spalla d'un vecchio soldato, cui dopo la battaglia di Waterloo, cioè quattordici anni prima, era stato disarticolato il braccio destro. « L'esame del midollo spinale (così Berard) non ha mostrato una sensibile diminuzione nella parte destra del rigonfiamento cervicale, ma le radici anteriori (ventrali) dei nervi destinati all'arto superiore destro sono parse meno nutrite, più sottili di quelle del lato opposto: nuclei grigi laterali del midollo e le radici posteriori (dorsali) dei nervi brachiali non furono esaminati dovendosi conservare la preparazione ».

È adunque evidente che la priorità dell'idea di questo genere di ricerche in via assoluta spetta a Bérard (*); ma la sua comunicazione, sebbene accolta con grandissimo interesse, fu dimenticata ed è quasi certo che Clarke l'ignorò; in ogni modo a questi, senza far torto a Bérard, va accordato il merito d'aver reso feconda l'idea, applicandola ad un ordine di ricerche che era destinato a gettar molta luce sull'argomento importante e difficile delle localizzazioni nei centri spinali.

Dopo Prévost e Clarke una valanga di osservazioni viene ad arricchire il materiale di fatto, e con esse sorgono numerosi i problemi d'interpretazione.

Il primo di questi era d'ordine molto generico e concerneva il rapporto di causalità esistente fra le lesioni muscolari e quelle spinali. Nei casi d'amputazione era chiaro che la lesione spinale era stata preceduta e causata da quella muscolare, ma non sembrava altrettanto sicura la cosa per le alterazioni spinali riscontrate in casi di antica paralisi infantile, e sorgeva la questione se in quelli non fossero state se-

(*) Giustizia vuole che qui venga anche menzionato che Türck pure nel 1850 comunicò all'Accademia di Vienna d'aver fatto il minuto esame degli organi nervosi centrali di due casi di amputazione. Trovò in uno d'essi, nel quale era stato amputato il braccio nel suo terzo inferiore, due anni prima della morte, un evidente assottigliamento delle tre ultime radici cervicali e della prima toracica del lato corrispondente.

condarie le lesioni muscolari per effetto d'un pregresso processo morboso a carico del midollo spinale ed in ispecie della sostanza grigia.

La soluzione del problema è data definitivamente in pochi anni. Già nel 1868 Vulpian prende occasione dall'accurato esame necroscopico di due casi d'amputazione d'antica data, per dimostrare che l'abolizione d'un complesso d'organi periferici non porta alterazioni confrontabili per gravità a quelle trovate in concomitanza ad atrofie muscolari infantili, e conclude per la priorità della lesione spinale nella paralisi infantile.

Certamente con ciò la questione non era risolta, chè rimaneva il dubbio che le lesioni spinali riscontrate in casi d'antica paralisi infantile fossero tanto più gravi appunto per datar dal periodo dell'infanzia che in un certo modo si può chiamare ancora formativo. Ma altre osservazioni seguirono, fra le quali decisiva quella di Parrot e Joffroy (1870) che esaminarono il midollo d'una bambina di tre anni morta pochi mesi dopo aver subito un attacco di comune paralisi infantile. Essi trovarono nelle lesioni gravi del midollo la prova di fatto della priorità di queste rispetto alle lesioni muscolari.

Poi una dissertazione illustrativa magistrale di Charcot e Joffroy (1870) su un caso di paralisi infantile quasi generale, ed altri di Damaschino e Roger (1871), Pierret, Müller (1871), Duchène, Gombault (1874), Petit, Roth (1873), Dickson (1873).

Intanto anche gli sperimentatori si erano impadroniti della questione: sempre francesi dell'entourage di Vulpian e Charcot; in prima Philippeaux (1869) ad istigazione di Vulpian, poi lo stesso Joffroy, Lionville, Hayem. Anche Prévost (1872) che presentò alla Società di Biologia un topo nel quale una lesione sperimentale del midollo aveva prodotto la completa trasformazione grassa d'uno dei muscoli psoas. Ma di queste e simili ricerche tratterò nel capitolo XII.

Per le amputazioni, nuovi casi erano stati descritti ancora da Clarke (1868) e da Vulpian (1869, '70, '72) e da Dickinson (1868) che per primo dopo Bérard e Türck insistè sull'atrofia parziale delle radici del lato del rigonfiamento spinale corrispondente all'arto leso. Erlenmeyer (1872) diede buone osservazioni sullo stesso argomento.

Troisier (1872), alle osservazioni ormai divenute comuni di casi d'amputazione d'adulti, aggiunse per primo in quest'ordine d'idee, la descrizione d'un caso teratologico. Si trattava d'una ragazza morta a sei anni, il cui braccio destro terminava in moncone al livello del gomito. Nel midollo, verso la metà del rigonfiamento cervicale cominciava a manifestarsi una differenza di sviluppo fra il lato destro ed il sinistro. La diminuzione di volume a destra era quasi totalmente a carico della sostanza grigia, ed era massima nella metà inferiore del rigonfiamento cervicale. Merita anche di esser notato che Friedreich (1873) nel suo lavoro sull'atrofia muscolare progressiva dà molto importanza alle alterazioni spinali osservate dietro amputazioni. Non posso addentrarmi di più nelle questioni molteplici che riguardano le varie specie di miopatia che appunto allora ed in gran parte per merito di Charcot si venivano distinguendo e descrivendo, e passo quindi sopra alle teorie emesse in proposito.

Giova notare però che Friedreich in un suo caso d'amputazione dell'avambraccio, dodici anni prima della morte, non potè trovare nessuna alterazione, nel plesso

brachiale e nemmeno nel midollo spinale. Friedreich considerava le alterazioni midollari, osservate in conseguenza ad amputazioni come tutt'altro che costanti. Veramente non so a quali osservazioni egli si riferisca.

Insomma il lavoro intorno a questi fatti ferveva e le osservazioni più o meno accurate si succedevano. Notevole fra quelle fu una dello stesso Prévost in collaborazione con David (1874), che descrissero un caso d'atrofia muscolare grassa limitata esclusivamente all'eminenza tenar. Quell'atrofia datava dall'infanzia e coincideva con una lesione limitata del midollo spinale caratterizzata da un'atrofia manifesta della radice ventrale di destra dell'8° paio cervicale nonché da un'atrofia molto leggera della radice ventrale destra del 7° paio cervicale. Inoltre vi era un'atrofia del corno ventrale di destra della sostanza grigia al livello dell'8° paio di radici, atrofia che si estendeva per un'altezza da 2 a 3 cm. Non essendosi trovate altre lesioni muscolari nè a carico dell'avambraccio e nemmeno a carico della mano, pareva lecito di poter considerare la lesione muscolare circoscritta del tenar come l'esponente della lesione spinale circoscritta a livello dell'8° paio di radici. Ivi dunque doveva normalmente trovarsi il centro innervatore di quel complesso muscolare.

Dopo quest'ultimo lavoro, le ricerche si moltiplicarono in modo eccezionale e dibordarono dalla frontiera della Francia senza tuttavia abbandonarle del tutto. L'idea geniale che aveva dato l'impulso ad esse si mostrò feconda soprattutto in Germania.

Darò in appresso la serie dei lavori che ho potuto raccogliere. Qui premetto che da un rapido esame dei loro risultati apparirà che il valore definitivo di essi per quel che riguarda il nostro argomento è generalmente esiguo. L'esame di lesioni spinali nei casi di atrofie muscolari di vario genere, come pure la ricerca di modificazioni midollari consecutive ad amputazioni, ha interessato per molti decenni gli scienziati quasi esclusivamente dal lato anatomo-patologico; sicchè le indicazioni dei limiti topografici delle lesioni od alterazioni riscontrate sono per lo più trascurate o vaghe nei lavori dei numerosi autori che pubblicarono le loro osservazioni. Ma vi è di più. Per le paralisi infantili bisogna tenere conto degli spostamenti secondari degli elementi spinali limitrofi al focolaio morbosio rimasti normali. Tali fatti tendono a mascherare le localizzazioni esatte di quei focolai stessi. Per le amputazioni è utile ricordare che valgono le seguenti considerazioni. L'amputazione d'un arto o della parte d'un arto non corrisponde nè ad una estirpazione secondo netti limiti anatomici, nè ad una esatta abolizione di determinati complessi funzionali. È invece la distruzione arbitraria di varie unità scheletriche, articolari, muscolari e cutanee. La modificazione centrale che ne risulta, comunque sia la sua natura, non può quindi già per questo soltanto corrispondere ad un qualche cosa di morfologicamente o fisiologicamente determinato. Poi vi è da aggiungere che la scomparsa di una estremità o di parte d'essa, porta con sè l'alterata funzione di parti scheletriche e muscolari vicine, per diminuito uso d'alcune, per aumentato uso d'altre. Le modificazioni centrali a carico di radici, gangli e midollo saranno dunque in vario senso capricciose, od almeno incostanti nei vari casi. L'origine delle lesioni spinali trovate, non si potranno quindi attribuire senza altro al solo difetto grossolano constatabile, ma si dovrà tener conto anche dei fatti concomitanti, complicanti all'infinito la questione. Ma c'è ancora di più. Nei primi decenni delle ricerche, si può dire fino a che il metodo di Nissl cominciò a diventar

d'uso e d'abuso generale, i mezzi tecnici per constatare modificazioni ed alterazioni delle cellule nervose (per limitarci a questi elementi che più interessano al nostro argomento) erano tutt'altro che perfetti. Inoltre la maggior parte degli autori non aveva altro scopo che cercare e descrivere o negare e polemizzare sulle presunte alterazioni istologiche riscontrate o no, nei vari sistemi di cellule e fibre midollari. Da ciò nasce, non solo che minute indicazioni topografiche mancano del tutto, mentre il poco che se ne trova, è spesso contraddittorio, ma che inoltre per la deficienza dei mezzi d'esame sono contraddittorie anche le stesse notizie di pura istologia patologica. Più sicure invece diventano queste notizie dopo che Nissl ebbe nel 1892 comunicato il suo noto metodo di colorazione delle cellule nervose. Tralascero quindi di menzionare nel testo tutti i lavori eseguiti prima di quell'epoca, di quelli pubblicati dopo e che si servirono del metodo; analizzerò dettagliatamente soltanto quelli che recano un contributo teorico interessante. Riunirò a Tabelle i dati di fatti importanti per il problema delle localizzazioni raccolti da tutti i lavori che mi fu possibile aver sott'occhi. (V. Tabelle 43, 44).

Il primo lavoro che desidero riportare qui è quello di Collins, il quale diede un contributo notevole all'argomento basandosi sullo studio di un caso di paralisi infantile. Collins si accosta a Kaiser nella descrizione generale del midollo cervicale e nell'interpretazione funzionale dei gruppi ganglionari contenuti in esso. Il suo caso concerneva un giovine di 25 anni, che dall'età di due anni aveva paralizzato l'arto superiore destro. L'unico movimento rimasto in esso era una debolissima flessione ed estensione delle dita (*flexor sublimis, extensor communis digitorum*). All'esame microscopico del midollo eseguito su tagli in serie, nel 3° segmento cervicale cominciava a manifestarsi una differenza numerica nelle cellule delle corna ventrali di destra e di sinistra. Nel 4° segmento dal lato dell'arto paralitico non esistono altre cellule che quelle del gruppo mediale (muscoli assili) e di quello dell'accessorio. Nel 5° segmento l'aspetto rimane press'apoco simile come pure nel 6°. Nel 7° segmento appaiono alcune cellule in una situazione laterale periferica nel corno. Queste poche cellule diventano più numerose nell'8° segmento e si continuano in quelli più bassi.

Le conclusioni di Collins sono le seguenti:

1. Il gruppo di cellule situato all'apice mediale del corno ventrale e che si ritiene generalmente dar origine ai nervi dei muscoli assili del tronco era intatto in ambo i lati.

2. Il nucleo dell'accessorio era in ambo i lati apparentemente normale.

3. Il gruppo di Stilling si poteva considerare normale in ambo i lati.

4. Il gruppo mediale che si osserva ordinariamente nella porzione superiore del 4° segmento cervicale e che si estende fino al 6°, era presente dal lato sinistro. Dal lato destro la porzione posteriore (dorsale) era presente per tutta la sua estensione. La porzione anteriore (ventrale) invece non era sempre così manifesta.

5. L'alterazione più rimarchevole era a carico di quei gruppi cellulari, noti come il nucleo dell'arto superiore, che si chiamano ordinariamente i gruppi laterali. Questo nucleo molto evidente a sinistra e composto di tre porzioni, era assente a destra. Al livello del margine inferiore del 6° e 7° segmento vi erano però alcune

cellule nella posizione ordinariamente occupata dal gruppo interno, mentre al livello dell'8° segmento cervicale e del 1° toracico un numero relativamente grande di cellule si trovava nella posizione occupata dal gruppo anteriore del nucleo dell'arto superiore.

Collins mette questo reperto in relazione ai soli movimenti rimasti nell'arto paralizzato, e suppone che le poche cellule trovate in due differenti posizioni del corno ventrale destro presiedessero a punto a quei movimenti. In base poi a confronti coi reperti di vari altri autori egli specifica che il gruppo di cellule situato più vicino alla linea mediana del midollo, sia da considerarsi in rapporto ai muscoli estensori e quello situato più perifericamente nel corno ventrale in rapporto ai muscoli flessori.

Dal lavoro di Collins fino ad oggi, man mano che proseguiremo nell'esame delle ricerche fatte intorno alle localizzazioni spinali, vedremo crescere la tendenza a dare importanza grandissima, non solo alla posizione occupata dai centri nel senso di lunghezza del midollo, cioè al loro livello metameroico puro e semplice, ma anche alla loro estensione trasversale ed al posto reciproco occupato da essi nella sezione trasversa del midollo. Ma tale questione troverà il suo completo sviluppo quando riferirò dei lavori di anatomia sperimentale; qui accennerò appena ad essa. E nemmeno potrò qui approfondire la questione per lungo tempo dibattutissima intorno alla natura delle modificazioni cellulari che si manifestano dopo lesione periferica del cilindrase. Accenno soltanto ad alcune delle varie ipotesi emesse, rammentando le relative definizioni proposte, quali reazioni a distanza, di riparazione, di degenerazione.... Ma in ogni modo l'esistenza costante di tali modificazioni è stabilita sicuramente malgrado qualche reperto negativo. Intanto è sorta un'altra questione di fondamentale importanza, avente rapporto direttamente col problema delle localizzazioni spinali. Si è domandato secondo qual ordinamento dei sistemi periferici fossero costituiti i centri spinali. Sorsero così l'una accanto all'altra la dottrina della localizzazione muscolare, nervosa, segmentaria degli arti, funzionale, radicolare. È necessario commentare brevemente queste dottrine prima di passare oltre.

Il neuropatologo belga Sano ha sostenuto in una serie di lavori che ogni muscolo striato possiede il suo centro più o meno ben delimitato nelle corna ventrali del midollo.

Il neurologo rumeno Marinesco e sua scuola invece tendevano prima a concepire la localizzazione spinale come prevalentemente nervosa: i raggruppamenti naturali alle cellule ganglionari che si possono delimitare più o meno chiaramente nel midollo, rappresenterebbero i nuclei d'origine dei nervi periferici spinali, ad analogia di quanto esiste per i nervi cranici. Poi il loro parere subì un'evoluzione e vennero a concepire la localizzazione spinale come l'espressione di determinate funzioni motrici. Ogni gruppo cellulare o centro spinale presiederebbe ad una data sinergia muscolare. Essi basarono e difesero la loro teoria soprattutto coi risultati di ricerche sperimentali; poi la loro teoria venne seguita anche da De Buck, allievo di Van Gehuchten, che recò alcune osservazioni di anatomia patologica umana in suo favore.

L'insigne neurologo belga Van Gehuchten e sua scuola invece credono che nel midollo spinale sia manifesta la rappresentazione centrale e nucleare dei segmenti articolari degli arti; mano, avambraccio, braccio, spalla; piede, gamba, coscia, anca.

L'insigne clinico francese Brissaud elaborò ancora questa veduta di Van Gehuchten. Ammise che la divisione anatomica degli arti per opera delle articolazioni rappresentasse non soltanto per la cute ma anche per le parti profonde una speciale « metameria » di essi, una metameria « secondaria » cui corrispondesse una metameria secondaria nei rigonfiamenti spinali che sarebbero divisi longitudinalmente in tante fette parallele quanti sono i « segmenti » degli arti.

L'illustre Déjérine invece non ammette che un sol genere di localizzazione: quella radicolare. Nel midollo cioè starebbero vicine le cellule ganglionari d'origine delle fibre radicolari del segmento e non esisterebbe nessun altro ordinamento speciale muscolare nervoso o segmentario che sia. Quest'ultima dottrina che forse può sembrare, e la più semplice e la più logica, trova il suo riscontro nell'opinione del neurologo russo Lapinski che vede nella topografia cellulare spinale soltanto un ordine sparso, senza localizzazione qualsiasi. Bikesles invece poté aggiungere alla concezione di Déjérine qualche particolare importante.

Era necessario enumerare queste dottrine brevemente; le andremo analizzando man mano in appresso nei vari capitoli dove le ricerche relative dovranno secondo le loro indole venir esposte. E cominciamo da quella di Sano (1897-1901), che è basata prevalentemente su osservazioni di microscopia clinica. Non credo opportuno analizzare lavoro per lavoro i contributi dati dal neuropatologo d'Anversa, nè addentrarmi nella polemica susseguita fra lui e Van Gehuchten sull'interpretazione dei rispettivi reperti. Preferisco dar una esposizione d'insieme del suo schema completo dei centri motori spinali. Sano concepisce la massa di cellule ganglionari motrici situate nelle corna ventrali per tutta l'estensione del midollo come ripartita in un certo numero di colonne longitudinali più o meno ben individualizzate. Queste colonne rappresentano i centri motori dei muscoli striati. Nei tagli trasversali del midollo esse appaiono in sezione e formano i gruppi o nuclei cornuali più o meno ben delimitati. Di queste colonne la maggior parte naturalmente è di breve estensione longitudinale; due sole percorrono il midollo in tutta la sua lunghezza. Sono la colonna mediale e la intermedio-laterale che nelle sezioni trasverse appaiono rispettivamente come gruppo o nucleo mediale: *nucleus* o *tractus intermedio-lateralis*. Le altre colonne brevi poi s'interpongono fra queste nel rigonfiamento cervicale e lombo-sacrale. Sano, d'accordo in ciò con Kaiser e vari altri autori, considera la colonna mediale come costituita dai centri motori dei muscoli dell'asse vertebrale: *splenius*, *sacro-spinalis*, *ilio-costalis*, *longissimus*, *spinalis*, *semispinalis*, *multifidus*, *interspinalis*, *intertransversalis*. Nella sua parte dorsale, vicino al canale centrale, la colonna mediale conterebbe poi i nuclei simpatici (oculo-spinale, cardiaco, splancnico, genitale, vescicale, rettale) come in parte è stato dimostrato dalla scuola di Winkler (Hoeben, Huet). Vicino ad esse, nel 3°-6° segmento cervicale si nota la colonna del diaframma ed in posizione analoga nel 3° e 4° segmento sacrale, quella del diaframma pelvico o *m. levator ani*. La colonna intermedio-laterale raccoglierebbe secondo Sano i nuclei dei muscoli del trapezio, del *latissimus dorsi*, degli intercostali ed abdominali, del *cremaster*.

Nel rigonfiamento cervicale s'aggiunge alle precedenti, la colonna dell'estremità superiore, costituita dalle colonne antero-laterale e centrale, che forma i gruppi

latero-ventrale, latero-dorsale e centrale di Obersteiner, il nucleo dell'estremità sup. di Kaiser. Questa colonna comincia nella parte media del 3° s. cerv. col nucleo del m. levator-scapulae, si continua per il 4°, 5°, 6°, 7°, 8° cerv. e 1° torac., composta di più nuclei individuali per i vari complessi muscolari dell'arto superiore. Sano distingue il nucleo del serratus major, dei pectorali, dei muscoli della spalla, del bicipite,

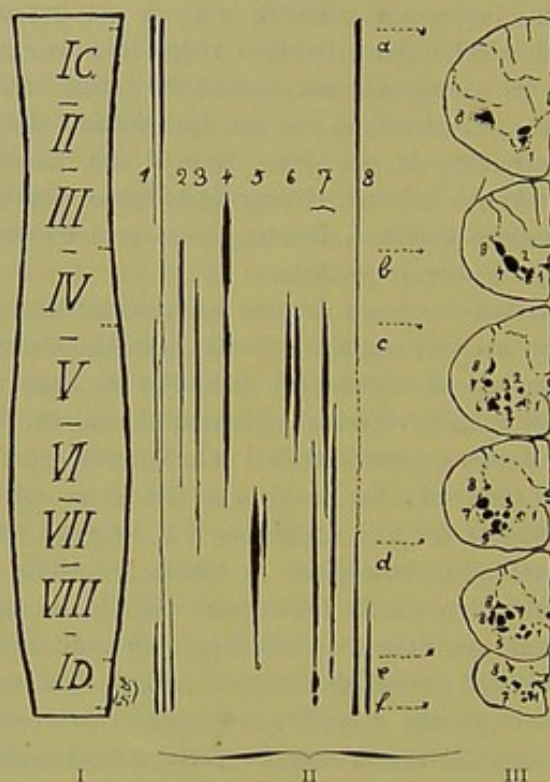


Fig. 149. — Schema delle colonne e dei nuclei motori del rigonfiamento cervicale del midollo spinale dell'uomo, secondo Sano (1898). — I. Schema della proiezione in un piano del midollo spinale dal 1° segm. centrale al 1° segm. toracico. — II. Schema delle colonne cellulari del tratto corrispondente del midollo proiettate in un piano. — III. Sezioni trasverse del midollo al livello rispettivamente del 1° (a), 3° (b), 5° (c), 7° (d), 8° (e) (f), segm. cervicale, per dimostrare la posizione reciproca reale delle colonne e dei nuclei.

Leggenda della figura 149.

- Columna medialis*: 1. a, rotatori brevi del capo, m. sotto ioideo. — b. c. d. e. f, estensori e rotatori della colonna vertebrale. — 2, nucleus diaphragmae, (la serie dei nuclei simpatici, composti di piccole cellule, non è raffigurata. Essa si troverebbe dietro la colonna mediale, vicino al canale centrale).
- Columna intermedio-lateralis*: 8. a, nervo XI encefalico, m. trapezio, sternocleidomastoideo. — b. c, plexus cervicalis, m. trapezio, m. sternocleidomastoideo. — d. e, trapezio, parte media. — f, trapezio, parte inferiore. — 8. c, principio del nucleo del m. latissimusdorsi.
- Columnae extremitatis superioris*: 3. m. m., pectorales. — 4. b, m. levator scapulae. — c, m. serratus major. — d, muscoli della spalla. — 7. c, m. bicipite, più caudalmente: m. m. supinatori, estensori delle dita, tra d ed e, flessori e pronatori. — e, tenar ed ipotenar. — f, ipotenar. — 5. d, m. tricipite. — e, m. anconeus.

dei supinatori ed estensori delle dita, del tricipite, dei flessori e pronatori, finalmente dei muscoli dell'eminenza tenar ed ipotenar. Riguardo alla topografia dei nuclei degli estensori e dei flessori, Sano accoglie l'opinione di Collins, che il nucleo di questi stia all'infuori cioè lateralmente del gruppo di quelli.

Nel rigonfiamento lombo-sacrale troviamo la colonna dell'estremità inferiore coi suoi nuclei. Essa incomincia nella parte inferiore del 1° segmento lombale, col nucleo del quadriceps femoris e dell'ilio-psoas. Altri nuclei ragguardevoli distinti da Sano sono, verso il 4° segmento lombale, quello dei glutei e quello dei gemelli, del pyriformis-

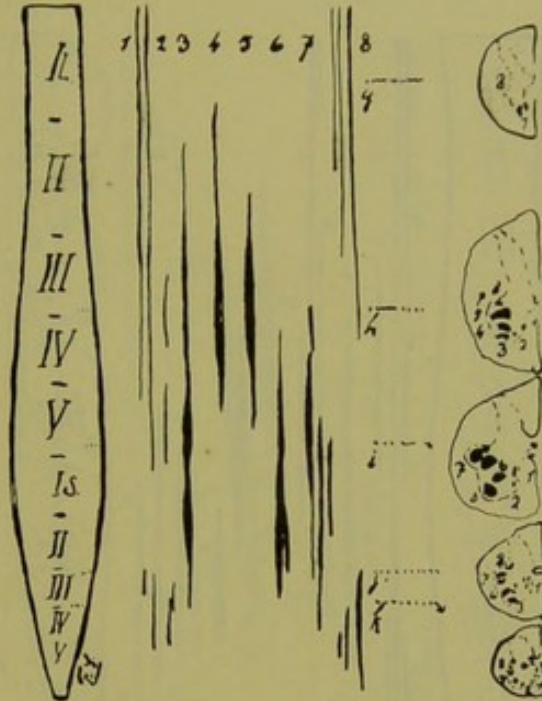


FIG. 150. — Schema delle colonne e dei nuclei motori del rigonfiamento lombo-sacrale del midollo spinale dell'uomo, secondo Sano (1898). — I, II, come nella figura precedente. — III, sezioni trasverse del midollo al livello del 1° (g), 3° (h), 5° (i) segm. lombale e del 2° (j), 3° (k) segm. sacrale.

Leggenda della figura 150.

Columna medialis: 1, g. h. i, m. m. extensores et rotatores spinae. — j, k, m. ischio-occygens et levator ani. — 2, k, sphincter vesicae (ventralmente); sphincter ani (dorsalmente). Non sono segnati i nuclei simpatici viscerali.
Columna intermedio-lateralis: 3, g, m. m. addominali. — h, m. cremaster. — j, k, muscoli perineali.
Columna extremitatis inferioris: 2, i, m. pyramidalis. — 3, h, m. iliopsoas. — i, m. m. glutei. — j, m. m. gemelli, pyriformis. — 4, quadriceps femoris. — 5, m. pectineus, m. m. adductores. — 6, i, muscoli flessori del ginocchio; più caudalmente: m. popliteus, triceps surae. — 7, h, m. tibialis anticus. — i, estensori delle dita, peronei; più caudalmente, m. tibialis posticus, flessori delle dita. — j, k, muscoli intrinseci del piede.

mis e del quadratus; nel 3° e 4° segmento lombale, è anche molto sviluppato il nucleo del pectineus e degli adduttori che raggiunge la parte inferiore del 5° s. l. Poi i nuclei dei flessori del ginocchio: semi-tendinosus, semi-membranosus e biceps, seguito da quello del popliteus e del biceps surae. Finalmente i nuclei degli estensori e flessori delle dita, nel 3° e 4° segmento sacrale.

Per aver un'idea chiara e comprensiva della disposizione dei vari nuclei fin qui esaminati e soprattutto del loro livello segmentale, basta gettare uno sguardo alle due figure tolte dal lavoro di Sano del 1898 ed a quelle della sua recente monografia

(1904), ove con ingegnoso artificio è resa assai evidente la topografia reciproca dei nuclei sia nel senso longitudinale che in quello trasversale. Per attraente che sia lo schema così concepito e rappresentato, è troppo chiaro che esso non regge, nè nel suo concetto fondamentale, nè nelle sue linee generali, nè tampoco nei suoi dettagli. (V. le figure 149, 150, 151, 152).

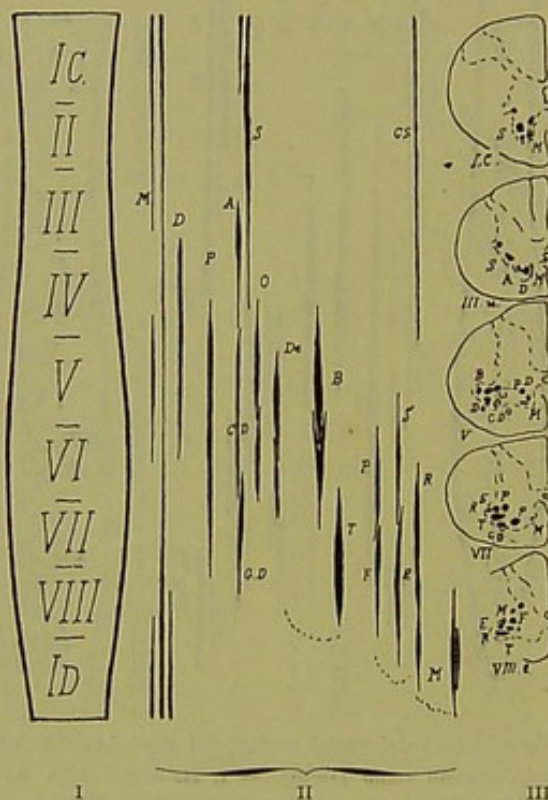


Fig. 151. — Il nuovo schema proposto da Sano (1904) per le proiezioni muscolari nel ringonfiamento cervicale del midollo spinale dell'uomo. — I, II, III, (come nella fig. 149).

Leggenda della figura 151.

M, nuclei mediani: muscoli rotatori del capo, m. grande complesso, m. splenio. — *D*, nucleo del m. del diafragma. — *P*, nucleo dei m. m. pettorali. — *A*, nucleo dei m. m. angolare, romboidale (dorsalmente), scaleni (medialmente). — *G. D.*, m. grande dentato (al 5° segm.). — *S*, nucleo del m. sternocleido-mastoideo, trapezio (lateralmente). — *O*, muscoli dell'omoplatà: soprascapolo, infrascapolo, sottoscapolare. — *D*, m. m. deltoidei, grande e piccolo rotondo. — *B*, muscoli della regione anteriore del braccio: coracobrachiale, bicipite, brachiale anteriore (lateralmente). — *I*, m. tricipite del braccio. — *P*, muscoli pronatori, grande e piccolo palmare, m. m. cubitali. — *E*, muscoli flessori della regione brachiale anteriore. — *S*, muscoli supinatori. — *E*, muscoli estensori della regione posteriore del braccio. — *R*, muscoli radiali; nella parte caudale del nucleo: abducente breve del pollice (?). — *M*, muscoli dell'eminenza tenar ed ipotenar, interossei. — *G. S.*, i nuclei del Gran Simpatice sono rappresentati soltanto nei segmenti craniali. Nell'8° segm. cervicale comincia nel corno laterale un altro nucleo, che si biforca; poi un terzo nucleo si aggiunge ad essi.

Il concetto fondamentale che ogni muscolo abbia il suo nucleo d'innervazione midollare individuale e più o meno ben delimitato, è evidentemente in opposizione con tutto quanto ho esposto finora sull'origine filogenetica ed ontogenetica dei muscoli. Gli individui muscolari adulti dei vertebrati superiori si compongono di porzioni di materiale contrattile, provenienti da parecchi miomeri embrionali: da 2 a 7. Abbiamo

dimostrato che questo fatto trova la sua espressione nell'innervazione spinale dei muscoli che ricevono fibre appunto da tante radici motorie quanti sono i miomeri primitivi dai quali essi stessi sono derivati. I muscoli rappresentano, come abbiamo visto nel capitolo VI, formazioni tutt'altro che costanti, rispetto alla loro origine metamERICA. Abbiamo visto che in ispecie animali vicine, e perfino nella stessa

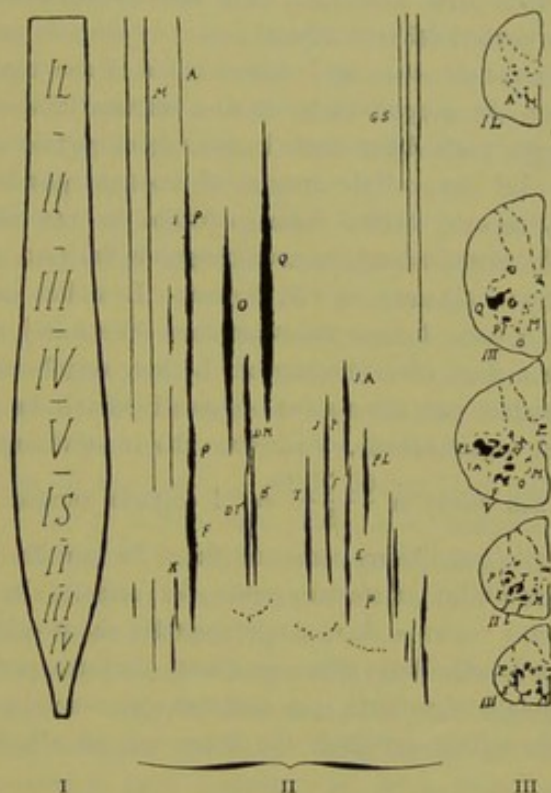


FIG. 152. — Il nuovo schema proposto da Sano (1904) per le proiezioni muscolari nel rigonfiamento lombo-sacrale nel midollo spinale dell'uomo. — I, II, III (come nella fig. 150).

Leggenda della figura 152.

M, nuclei mediani; muscoli della colonna vertebrale. — *X*, nucleo di Onuf. — *A*, muscoli addominali. — *I. P.*, m. m. psoas, iliacus (più caudalmente), sartorius (medialmente), tensor fasciae latae. — *F*, m. m. gluteus medius, minimus; più caudalmente: gluteus maximus, gemelli, pyriformis. — *O*, muscoli innervati dal nervo otturatorio, m. pettineo, m. grande adduttore. — *D. M.*, m. semi-membranosus. — *D. T.*, m. semi-tendinosus. — *B. M.*, biceps surae. — *Q*, m. quadriceps femoris. — *T*, m. triceps surae. — *J. P.*, m. surae posterior. — *F*, muscoli flessori nella regione posteriore della gamba. — *P. L.*, muscoli peronei laterali. — *P*, muscoli del piede. — *G. S.*, i nuclei del Gran Simpatico sono stati disegnati sulle sezioni mediante cerchietti vuoti

specie, i medesimi muscoli ben definiti anatomicamente possono provenire da complessi miomerici diversi. Quei medesimi muscoli hanno dunque volta per volta un nucleo spinale di diversa composizione. Cioè, le cellule ganglionari motrici che nel midollo hanno il loro ordinamento proprio, sono in rapporto d'innervazione fisso, con dati miomeri, indipendentemente dai muscoli che nell'individuo adulto si svilupperanno da quei miomeri.

Il concetto fondamentale dell'ordinamento delle cellule cornuali, è dunque quello segmentale e metamerico. La costellazione degli organi periferici non ha un rapporto fisso coll'ordinamento cellulare del midollo.

Questa obiezione al concetto fondamentale di Sano è naturalmente anche applicabile a quello di Marinesco ed *a fortiori* a quello di Van Gehuchten, mentre è d'accordo colle vedute di Lapinsky e di Déjérine, ed in parte anche con quelle di Bikeles.

Fin qui l'analisi della parte dottrinale della tesi di Sano. Alcune parole sulle linee generali e sui particolari dei suoi schemi.

Amnesso pure il principio che ogni nucleo abbia il suo centro individuale, è inammissibile che questo sia rappresentato da una colonna ininterrotta nel midollo spinale, perchè la maggior parte dei muscoli hanno origine polimerica ed innervazione quindi pluriradicolare. Le loro cellule motrici si trovano quindi in più segmenti spinali, da 2 a 7. Ora, se ogni centro fosse costituito da una colonna continua, il midollo spinale dovrebbe avere estensione assai maggiore del vero, per contenere tutte quelle colonne l'una accanto all'altra nei vari segmenti. Le radici motorie del rigonfiamento cervicale (5, 6, 7, 8, cerv., 1, tor.) innervano circa 60 muscoli, che sono nella loro stragrande maggioranza dimeri ed anche trimeri. Le loro singole colonne nucleari si dovrebbero dunque estendere per almeno due segmenti spinali in media. Distribuiti sui cinque segmenti del rigonfiamento, s'avrebbe che in ogni segmento di esso dovrebbero trovar posto non meno di $\frac{60 \times 2}{5} = 24$ colonne nucleari. Ora, a meno che ogni colonna non si voglia considerare come costituita da una fila di cellule uniche sovrapposte, ciò è insostenibile: in nessun punto del midollo la sezione trasversa rivela 24 nuclei nel corno ventrale. Sano stesso ammette che le colonne nucleari siano come interrotte in molti punti. Basta allargare questo concetto perchè ne venga modificato del tutto l'originale significato, per accostarsi al concetto, che ogni muscolo ha sparso nel midollo le cellule gangliari che danno origine alle fibre radicolari motrici che lo innervano.

Finalmente, per i dettagli di fatto rimane da notarsi che i dati di Sano riguardo al livello d'innervazione dei vari muscoli, non s'accordano sempre con quelli ottenuti prima o dopo di lui, con più esatto metodo. Ma quelle divergenze di dettaglio hanno minore importanza perchè determinate dalla natura del materiale di ricerca, che *a priori* doveva escludere una minuziosa esattezza di risultati. In ogni modo riproduco anche gli schemi recenti che Sano ha disegnati in base ad ulteriori ricerche sue e d'altri autori. (V. fig. 151, 152).

Mi sono fermato alquanto più a lungo a proposito di Sano, perchè i suoi lavori accurati e diligenti meritano, a mio giudizio, molta considerazione, per quanto non si possa accettarne senz'altro le vedute ed i risultati.

Ora passiamo oltre. Poco dopo la prima osservazione di Sano, anche Van Gehuchten, in collaborazione con De Buck (1898), comunicò la sua prima osservazione sull'argomento. Si trattava di un caso di disarticolazione della gamba al ginocchio. Dopo seguirono altre numerose ricerche sue in collaborazione con Nelis, De Neeff, Lubouschkine. Le conclusioni del primo lavoro sono le seguenti:

1. I nuclei d'innervazione dei muscoli della gamba e del piede occupano la parte

posteriore delle corna ventrali del midollo e si stendono dalla parte superiore del 5° segmento lombale fin verso l'estremo inferiore del 4° segmento sacrale. 2. Esistono due grandi nuclei d'innervazione di questo segmento dell'arto inferiore. Un primo assai grande, suddiviso probabilmente in più parti, si stende dal limite superiore del 5° s. l. alla parte inferiore del 3° s. s. Un secondo nucleo pure assai voluminoso verso la sua metà e che sembra unico, comincia dietro il primo, dal 1° s. s. e si stende fin all'estremo inferiore del 4° s. s.

Più tardi Van Gehuchten insieme a Nelis (1899) poté completare la sua prima osservazione; si trattava d'un'amputazione bilaterale del piede al di sopra del malleolo. In quel caso, dei due nuclei innervatori della gamba e del piede, quello superiore era normale, ma quello inferiore postero-laterale secondario, che si stendeva dal 2° al 4° segmento sacrale era totalmente in cromolisi. Van Gehuchten, basandosi su quei reperti, afferma che il gruppo postero-laterale primario che si trova nel 5° s. l. e nel 1°, 2°, 3° s. s. rappresenta il nucleo innervatore della gamba, mentre quello postero-laterale secondario, che si trova nel 2°, 3°, 4° s. s. rappresenta il nucleo del piede. In un terzo lavoro poi Van Gehuchten in collaborazione con De Neeff (1900), viene a localizzare il nucleo della coscia, sul reperto del midollo di un ragazzo di 17, anni cui qualche settimana prima della morte era stata amputata appunto la coscia. Si trovò cromolisi oltre che nelle colonne nucleari precedentemente stabiliti quali nuclei del piede e della gamba, in due nuclei distinti, situato l'uno nel 2°, 3°, 4° s. lombale, l'altro nel 5° s. l. e nel 1° e 2° s. sacr., forse in continuazione del primo.

Basandosi sul confronto di vari dati utilizzabili di altri autori, Van Gehuchten progetta in quello stesso lavoro uno schema delle colonne nucleari del midollo lombosacrale. Riproduco la figura relativa (fig. 153).

Tratteniamoci ora un po' più a lungo sulle conclusioni dottrinali esposte da Van Gehuchten nei suoi lavori sulle localizzazioni in base alle osservazioni descritte. Van Gehuchten insiste sul fatto che nei nuclei da lui trovati si trovino riunite rispettivamente le cellule motrici di tutti i muscoli dei tre segmenti artuali. Ivi si trovano quindi riunite rispettivamente tutte le cellule d'origine dei nervi motori che si recano ad essi. Ne nasce di conseguenza che nè i muscoli (Sano), nè i nervi (Marinesco e scolari) abbiano nuclei o colonne gangliari distinti. Il criterio ordinativo, secondo il quale sono raggruppate le grosse cellule motrici nelle corna ventrali, non è dunque da cercarsi nell'ordinamento del sistema muscolare e nemmeno in quello dei tronchi nervosi periferici, ma bensì nella segmentazione articolare degli arti.

• La localizzazione motrice spinale è una localizzazione dei segmenti degli arti •.
Ecco l'aforisma di Van Gehuchten. È evidente che neanche questo concetto regge di fronte ai postulati della dottrina segmentale. Le divisioni anatomiche degli arti — i segmenti artuali — non hanno nessun rapporto coi segmenti primitivi del corpo. Ogni segmento artuale contiene i derivati di parecchi miomeri e di parecchi dermatomeri primitivi migrati, del tutto o in parte sull'abbozzo artuale. È destituita di ogni fondamento la supposizione che le cellule nucleari spinali di quelle porzioni di miomeri che nell'adulto si vengono a trovare sull'arto, abbiano a costituire gruppi distinti e separati nel midollo.

A questo proposito è opportuno fare una breve digressione. Se noi esaminiamo i criteri secondo i quali si possono supporre disposte in nuclei, le cellule motrici spinali, l'unico ordinamento che si potrebbe *a priori* supporre, sarebbe quello che distinguerebbe due grossi nuclei ganglionari, uno per tutti quei muscoli che sono innervati

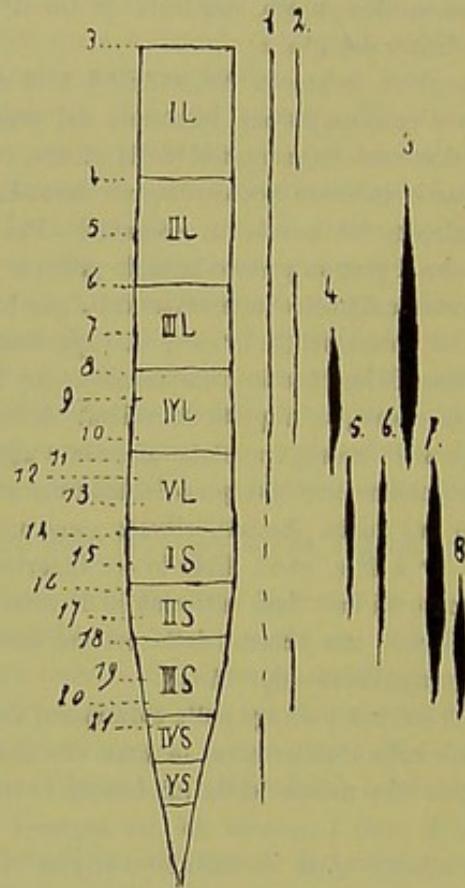


FIG. 153. — Schema dei nuclei motori del rigonfiamento lombosacrale nel midollo spinale dell'uomo, secondo Van Gehuchten.

Leggenda della figura 153.

1, colonna e nucleo cellulare antero-interno, muscoli della colonna vertebrale, cioè quelli che circondano il tubo neurale primitivo. — 2, col. o nucleo antero-esterno del midollo toracico e del 1° segmento lombale, muscoli della cavità splanchnica: muscoli toracici ed addominali. — 3, colonna o nucleo antero-esterno, muscoli della coscia. — 4, colonna o nucleo centrale, diaframma pelvico, muscolo elevatore dell'ano. — 5, colonna o nucleo centrale, muscoli della coscia. — 6, colonna o nucleo antero-esterno, muscoli della cintura pelvica (psaos, iliacus, gemelli, pyramidalis, obturatoris, gluteae). — 7, colonna o nucleo postero laterale del 5° segmento lombale e del 1°, 2°, (3°) segmento sacrale, muscoli della gamba. — 8, colonna o nucleo postero-laterale del 2°, 3°, (4°) segmento sacrale, muscoli del piede.

dai rami della divisione posteriore o dorsale del nervo spinale, ed un altro per tutti i muscoli innervati dai rami nervosi dei tronchi laterale e ventrale.

Questa divisione nell'innervazione è l'espressione del processo di divisione subita dai somiti primitivi e per il quale si scindono in due porzioni, una dorsale, dalla quale deriva la muscolatura dorsale ed una ventrale dalla quale deriva la muscola-

tura laterale e ventrale. Che questa divisione possa aver lasciato traccia nel midollo è ammissibile, e realmente un accenno di tale localizzazione, forse, si può trovare nel fatto sostenuto da quasi tutti gli autori, i quali si sono occupati della questione, che nell'angolo mediale ed anteriore (ventrale) del corno ventrale si trova il centro dei muscoli della colonna vertebrale, innervati appunto dalle divisioni primarie posteriori (dorsali) dei nervi spinali. Gli altri muscoli, innervati dalle divisioni primarie ventrali (anteriori) potrebbero dunque essere localizzati nella porzione rimanente, cioè posteriore (dorsale) del corno. Ma neanche questa semplice e rudimentalissima localizzazione sembra reggere allo sperimento, come risulta dai risultati contraddittori delle ricerche dei diversi autori sicchè per ora sembra doversi concludere che non esiste nel midollo spinale un ordinamento qualunque che rifletta un ordinamento di determinati sistemi periferici anatomicamente definiti come muscoli, nervi, segmenti artuali. Anche la teoria di Van Gehuchten dunque è da ritenersi prematura ed erronea.

A questo punto è indispensabile fare ancora una digressione. Basandosi sui fatti comunicati da Van Gehuchten, l'insigne neurologo francese Brissaud (1900) ha creduto poter allargare e completare la teoria segmentaria emessa dal morfologo belga.

Ho già analizzato nel capitolo VIII il modo curioso nel quale Brissaud concepisce la metameria; la sua dottrina relativa, più che un sistema d'induzioni obbiettive e logiche, sembra veramente una brillante ed infondata fantasia. Su di essa qui non ritornerò, ma la parte che concerne la localizzazione motrice spinale, nell'uomo, deve trovar qui breve menzione.

Brissaud crede poter concludere dalle osservazioni anatomo-patologiche di Van Gehuchten che nei rigonfiamenti spinali, le colonne cellulari che innervano i segmenti degli arti abbiano una disposizione rispettiva regolare secondo il seguente criterio. Le colonne innervanti i segmenti più prossimali dell'arto cominciano un po' più in alto e giacciono anteriormente e medialmente nel corno ventrale. Le altre colonne, per i segmenti artuali più distali, cominciano man mano più in basso e vengono a giacere a mano a mano più posteriormente e lateralmente. Per esempio il rigonfiamento cervicale viene diviso così in un certo modo, in tante fette che giacciono l'una accanto all'altra, come appare chiaramente dalla fig. 140. Brissaud illustra questo concetto con due altre figure (v. fig. 154) ove egli ha disegnato una sezione trasversa schematica del midollo toracico dell'uomo entro una sezione simile presa nel rigonfiamento cervicale, ed una nel rigonfiamento lombosacrale. Siccome in tale disposizione la sostanza grigia dei due rigonfiamenti sporge assai oltre ai limiti di quella del tratto toracico, Brissaud afferma che soprattutto in corrispondenza alle corna ventrali queste figure fanno « divinare il processo di accrescimento laterale che corrisponde alla metamerizzazione secondaria dell'asse spinale ». L'artificio è ingegnoso, non meno però che puerile, perchè è manifesto che dal confronto di due figure, rappresentanti gli stadi terminali dello sviluppo del midollo, cioè dell'aumento numerico degli elementi cellulari nervosi della sostanza grigia, non si può concludere a priori che l'eccedenza di volume delle corna lombosacrali, sia dovuto ad un processo di *appositio* piuttosto che di *intussusceptio* rispetto alle corna toraciche. Anzi, dato che Brissaud non voglia sostenere che i « metameri spinali secondari » si siano sviluppati *ex nihilo* ed addossati alle corna toraciche, sembra senza altro indiscuti-

bile che l'aumento in estensione delle corna delle intumescenze, sia dovuto, nell'epoca della formazione embrionale degli arti, ad una attiva moltiplicazione di tutto il complesso cellulare cornuale preesistente, per la quale ha avuto luogo un accrescimento « per intussuscezione » della sostanza grigia in tutte le dimensioni, sicchè non vi è luogo di parlare di una « apposizione » di fette secondarie ad una colonna cellulare primaria.

Abbiamo visto che questa divisione del midollo in fette longitudinali assume per Brissaud la dignità di « metameria secondaria » corrispondente alla « metameria secondaria degli arti » (cioè i segmenti « naturali », cioè articolari di Van Gehuchten). Brissaud, che in sulle prime si contentò soltanto di prendere argomento dai lavori altrui,

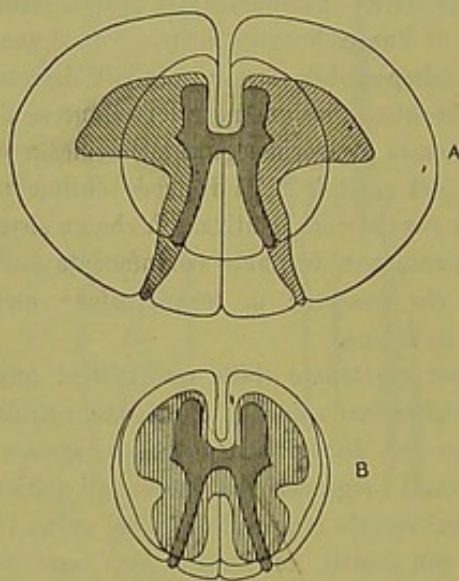


FIG. 154. — Sezione schematica di midollo spinale toracico dell'uomo disegnata entro una simile sezione: — A, del rigonfiamento cervicale: — B, del rigonfiamento lombo-sacrale. Da Brissaud.

nel 1903 pubblicò una ricerca sperimentale propria, che tratteremo nel capitolo XII. Un breve accenno intanto già qui mi pareva necessario. È inutile aggiungere che come è priva di fondamento la teoria di Van Gehuchten, *a fortiori* è inammissibile quella di Brissaud.

De Buck (1902) finalmente, dopo aver con Van Gehuchten collaborato a gettar le basi della teoria segmentaria, più tardi si pronunziò recisamente contro di essa e si accostò piuttosto all'interpretazione seconda, di Marinesco e discepoli, cioè al concetto delle localizzazioni « funzionali », cioè di complessi muscolari sinergici, nel midollo spinale. In base alle sue ricerche di anatomia patologica, De Buck ha compilato gli schemi che qui riproduco e la cui leggenda non richiede ulteriore spiegazione. Nel seguente capitolo poi mi occuperò della teoria di Marinesco e della critica applicabile ad essa. Qui mi limito a riportare la figura schematica delle proiezioni spinali dei gruppi muscolari sinergici dell'uomo secondo De Buck (fig. 155,156).

Ho esaurito di trattare degli autori che hanno formulate le teorie più complesse sulle localizzazioni spinali. Ora rimangono da nominare ancora due autori, le cui osservazioni di istologia patologica del midollo sono atte ad aumentare degnamente il numero dei fatti più o meno controversi posseduti finora sulle localizzazioni spinali.

Bruce (1901), del quale abbiamo già menzionato il magnifico atlante topografico del midollo spinale, ha pure dato due importanti osservazioni di lesioni spinali per

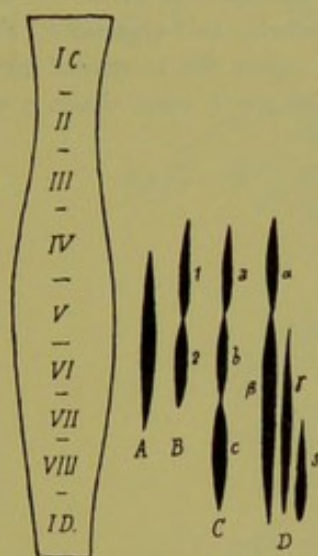


FIG. 155. — Schema delle proiezioni funzionali nel rigonfiamento cervico-brachiale del midollo spinale dell'uomo, secondo De Buck.

Leggenda della figura 155.

A, gruppo centrale, muscoli pettorali, adduzione del braccio. — B, gruppo antero-esterno (laterale) 1, m. grande dentato, 2, m. grande dorsale. — C, gruppo intermediario; α , nervo soprascapolare; β , nervo ascellare; γ , muscolo tricipite. — D, gruppo postero-laterale; α , muscoli anteriori del braccio; β , flessione dell'avambraccio; γ , estensione dell'avambraccio. — δ , muscoli della mano.

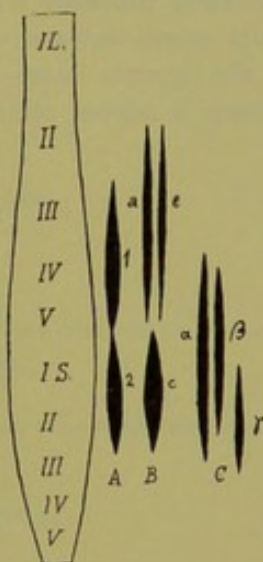


FIG. 156. — Schema delle proiezioni funzionali nel rigonfiamento lombo-sacrale del midollo spinale nell'uomo, secondo De Buck.

Leggenda della figura 156.

A, gruppo centrale. 1, nervo piccolo sciatico, muscolo grande gluteo; 2, muscoli flessori della regione posteriore della coscia. — B, gruppo antero-esterno (laterale) ed intermediario; α , coscia; estensione della articolazione del ginocchio (quadricipite); β , coscia (adduttori); γ , natica (rotazione ed adduzione). — C, gruppo postero-laterale. — α , sottogruppo postero-laterale interno: flessione della gamba; β , sottogruppo postero-laterale esterno: estensione della gamba; γ , sottogruppo postero-laterale: flessione del piede (soltanto?).

amputazioni. Nell'uno dei casi si trattava di amputazione sopra il ginocchio; nell'altro di disarticolazione della coscia. Dai risultati rilevo che certi muscoli, come l'ilio-*ps*oas, il pettineo, il piccolo e medio gluteo, e forse anche il tricipite crurale, hanno il loro centro spinale in due gruppi diversi del midollo, cioè nel gruppo antero-laterale e nel postero-laterale. Pel resto le risultanze topografiche che riguardano il livello spinale dei vari centri dei muscoli concordano interamente coi dati che, come vedremo, gli sperimentatori ed i clinici hanno trovato per l'innervazione radicolare di quei muscoli. Che ogni muscolo o nervo che sia, debba avere i suoi centri nei segmenti omonimi delle radici, dalle quali è innervato, è cosa che pare d'una logica

evidente. Pur tuttavia, per importante che sia questo postulato, la maggior parte degli autori che si sono occupati delle localizzazioni motrici, hanno sorvolato su questo punto e dato poca importanza ai numerosi lavori sperimentali, anatomici ed anche clinici, che hanno ricercato i rapporti innervativi radicolari. Giustamente Déjérine s'è opposto alle ipotesi avventate, agli schemi troppo arbitrari compilati per le localizzazioni spinali ed il suo aforisma: « la localizzazione motrice spinale è una localizzazione puramente radicolare e quindi segmentale », è l'espressione esatta ed ultima delle nostre attuali conoscenze e delle induzioni verosimili sull'argomento, almeno per quel che riguarda l'uomo. Per ritornare a Bruce, rilevo che lo schema che egli dà dei gruppi o colonne cellulari del midollo lombo-sacrale è assai simile a quello

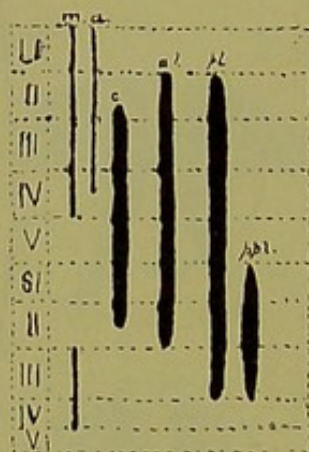


Fig. 157. — Schema delle proiezioni spinali dei muscoli dell'arto inferiore dell'uomo: le colonne nucleari proiettate in un piano longitudinale, secondo Bruce.

Leggenda della figura 157.

m, colonna mediale. — a, col. anteriore. — c, colonna centrale. — a. l., colonna antero-laterale. — p. l., colonna postero-laterale. — p. p. l., colonna post-postero laterale.

dato da Van Gehuchten. Ma però vi sono differenze notevoli. Così la colonna postero-laterale, secondo Van Gehuchten non risale che fino a tutto il 5° segmento lombare, mentre Bruce fa ad essa raggiungere il 1° segmento lombare. Per quel che riguarda le localizzazioni motrici sembra che Bruce ammetta senz'altro l'esistenza di centri per piede, gamba, coscia, ecc.; almeno ciò appare dalla sua figura e dai termini da lui usati, sebbene non si pronunzi in proposito. Anch'egli dunque sarebbe in un certo modo da ascrivere ai seguaci della teoria segmentaria degli arti del neurologo belga. Noto ancora che dalle figure che dà e dai reperti che comunica, per Bruce si verifica in un certo modo la pretesa regola di Brissaud, che i « centri » per i segmenti più distali degli arti giacciono nel midollo sempre più bassi e più postero-esterni di quelli per i segmenti più prossimali. Bruce ritiene erronea l'opinione emessa da Kaiser ed accertata da quasi tutti gli autori, che la colonna mediana sia innervatrice dei muscoli assili del corpo. (V. le figure 157, 158).

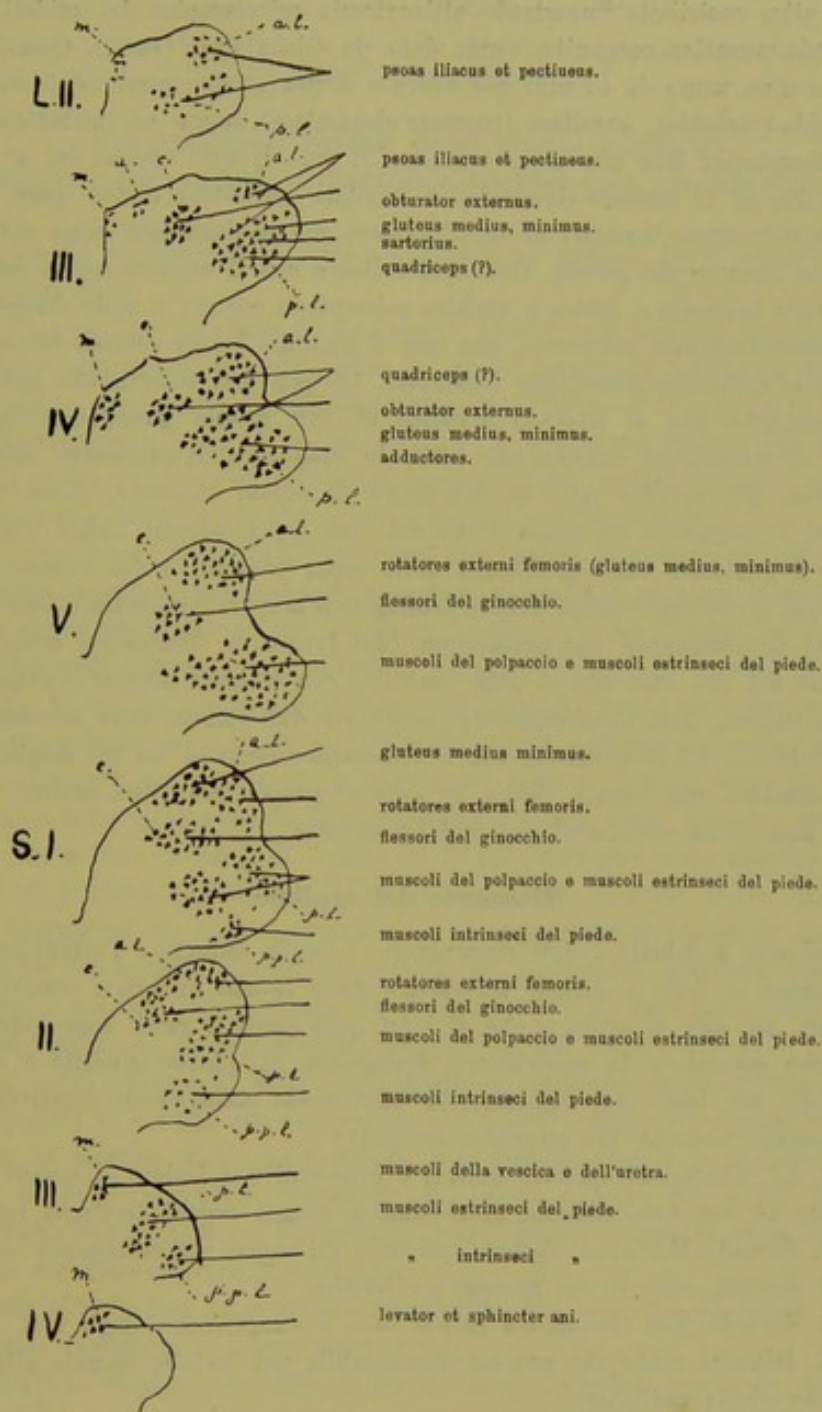


FIG. 158. — Schema delle proiezioni spinali dei muscoli dell'arto inferiore dell'uomo: nuclei motori del rigonfiamento lombo-sacrale come appaiono in sezioni trasversali, secondo Bruce.

Leggenda della figura 158.

m, gruppo mediale. — a.l, gruppo antero-laterale. — p.l, gruppo postero-laterale. — p.p.l, gruppo post-postero-laterale. — c, gruppo centrale. — a, gruppo anteriore.

Un altro contributo importante all'anatomia microscopica del midollo spinale nelle atrofie muscolari congenite, venne dato da Obersteiner (1902). Questi esaminò il midollo d'un uomo di 48 anni che aveva a destra atrofia quasi totale dei muscoli sterno-cleido-mastoideo, cucullare (porzione clavicolare), sopra- ed infraspinati e romboidei. Obersteiner fece una serie continua di più di 800 sezioni dal 4° segmento cervicale fino al 1° toracico (inchiuso). I risultati dell'esame furono quasi completamente negativi come tentativi di localizzazione, ma preziosissimi come contributo di critica alle ricerche del genere. Obersteiner rileva che il numero totale delle cellule contate varia talmente a destra e sinistra nelle stesse regioni e nelle diverse sezioni, anche immediatamente successive, che non è possibile basare nessuna ipotesi localizzatrice sulle differenze numeriche constatate. Di più egli osserva che queste variazioni numeriche che si rilevano a carico di vari gruppi ganglionari delle corna ventrali, si riscontrano sempre, per tutta la lunghezza di qualunque midollo normale. Come illustrazione egli dà due figure di sezioni trasverse, prese arbitrariamente nel 5° segmento cervicale, l'uno del caso in questione, l'altro d'un suicida normale. A giudicare dalla grandezza delle corna ventrali e del numero rispettivo delle cellule, si riterrebbe senza dubbio patologico il preparato normale, e normale quello patologico. Le conclusioni che scaturiscono dal lavoro di Obersteiner sono, in particolare, che nel suo caso non si potè stabilire con certezza alcuna alterazione realmente patologica, cioè, manifestamente eccedente dall'ambito delle accennate variazioni individuali, ed in generale, che è necessario conoscere un po' meglio appunto quelle variazioni individuali prima di potersi pronunziare sulla natura vera delle supposte anormalità strutturali nel midollo spinale.

RIASSUNTO DEL CAPITOLO.

Ho riunito a tabella i dati riguardanti il livello spinale e l'estensione longitudinale nonchè la sede in sezione trasversale delle lesioni midollari osservate da vari autori (tab. 43, 44). È evidente che di tutti quei risultati molti sono indeterminati, molti anche erronei, e la motivazione dettagliata di questo giudizio è stata data estesamente nel testo del capitolo. In ogni modo riassumendo obiettivamente le varie opinioni moderne più spiccate, concludo:

1. Le alterazioni spinali, causali o consecutive a lesioni d'organi periferici si prestano ad una localizzazione grossolana di quegli organi periferici nel midollo.
2. Secondo Marinesco (prima opinione) gli organi più nettamente localizzabili in nuclei distinti, sono le vie nervose periferiche.
3. Secondo Van Gehuchten invece sono i « segmenti » degli arti.
4. Déjérine crede che non sia dimostrabile nel midollo spinale altra localizzazione che quella radicolare.
5. De Buck accetta la seconda opinione di Marinesco, ammettendo che nel midollo spinale siano localizzati complessi funzionalmente sinergici di muscoli.
6. Obersteiner ritiene che moltissime pretese localizzazioni siano basate su varietà individuali nel numero e nel raggruppamento delle cellule nervose nel midollo. varietà che, troppo poco note, vennero talvolta interpretate per scomparsa patologica degli elementi.

CAPITOLO XII.

Le proiezioni spinali degli organi periferici, studiate con metodi di anatomia microscopica sperimentale.

Le ricerche sperimentali relative alle proiezioni spinali degli organi periferici sono di antica data.

Già Vulpian fece ricercare da Philippeaux (1869) se il taglio di un grosso tronco nervoso desse alterazioni spinali, simili a quelle osservate nell'uomo consecutive all'amputazione di un arto. Philippeaux tagliò lo sciatico ed il crurale in 3 conigli giovani. Egli lasciava sopravvivere gli animali un tempo che variava dai 34 ai 60 giorni. All'esame del midollo notò assottigliamento dei cordoni dorsali, soprattutto nel rigonfiamento lombale. Anche il corno dorsale era rimpiccolito.

Pochi anni dopo, Prévost (1872) presentò alla Società di biologia di Parigi un topo cui una lesione spinale aveva prodotto degenerazione grassa di un muscolo psoas. Simili esperimenti fecero nello stesso anno Lionville e Joffroy. Anche Hayem (1872) fece ricerche sperimentali ritornando però al metodo Vulpian-Philippeaux. Strappò in due giovani conigli lo sciatico e li tenne in vita per due mesi. All'esame trovò atrofizzato tutto il lato corrispondente del midollo al livello delle paia d'origine dello sciatico. Detta atrofia si mostrava massimamente a carico dei cordoni e delle corna dorsali, ma anche a carico delle corna ventrali. L'alterazione ed atrofia degli elementi cellulari si estendeva fino a circa 2 cm. più in alto del 1° paio d'origine dello sciatico.

Bufalini e Rossi (1876) per i primi iniziarono ricerche nelle quali limitavano la lesione ad un sol paio spinale. In conseguenza non trovarono che alterazioni a carico dei cordoni dorsali. I metodi di colorazione cellulare del tempo, specialmente i preparati al carminio, non permettevano di constatare nelle cellule delle corna ventrali le leggere modificazioni *retrograde* ed *a distanza*.

Mayer (1877) invece ne trovò. Egli studiò su preparati della collezione di Von Gudden; midolli di conigli cui von Gudden aveva poco tempo dopo la nascita tagliato e strappato lo sciatico. Egli trovò atrofia dei cordoni dorsali a diminuzione numerica ed atrofia delle cellule, soprattutto del corno dorsale, ma anche del corno ventrale (specialmente a carico del gruppo postero-esterno) verso la metà e la parte caudale del rigonfiamento lombale.

Erlitzky (1880) fece amputazioni sperimentali sui cani, ma i risultati non portarono nessun vantaggio al nostro argomento.

Più proficuo sembrava a tutta prima il nuovo metodo messo in pratica da Mendel (1887). Anzichè tagliare un nervo egli estirpava in animali giovani un muscolo o lo rendeva inattivo col taglio di un tendine. L'idea era buona, perchè limitava la lesione ad una sola unità anatomica contrattile. Ma i risultati non corrisposero molto.

Essendo piccola la lesione periferica, non era da aspettarsi che la lesione centrale dovesse esser grande. Ora siccome i metodi di tecnica istologica necessitavano

un lungo periodo d'aspetto, perchè le alterazioni strutturali divenissero dimostrabili, e siccome per lo stesso motivo l'operazione si doveva eseguire in animali giovanissimi, si verificavano coll'andar del tempo nella sostanza grigia spostamenti degli elementi cellulari, tali da mascherare, od almeno rendere dubbia la localizzazione dei fatti atrofici limitati a piccoli focolai.

È evidente che ciò non succede, od almeno in minor grado, quando la lesione periferica è più estesa. Epperò Von Sass (1888) dopo aver fatto sotto Schultze un tentativo vano col metodo di Mendel ritornò a quello di Vulpian-Philippeaux, che per gli autori tedeschi ha il nome di Von Gudden, con una piccola serie di sperimenti, tagliando nei conigli e nelle cavie varî nervi, ed impedendone la rigenerazione. Riunisco a tabella i suoi risultati minuti (tab. 45), e do qui le due sue conclusioni generali che sono importanti per il nostro argomento. Egli innanzi tutto stabilisce che i centri d'origine dei nervi da lui tagliati (mediano, ulnare, radiale, sciatico), non hanno « centri » unici continui, ma multipli e discontinui. Poi trova che « i muscoli situati più in alto nell'estremità, hanno corrispondentemente le loro cellule ganglionari delle corna ventrali in tratti più alti del midollo ».

In questo modo confermò Peyer e Krause che, come vedremo, erano giunti allo stesso risultato per via ben diversa. Invece Homèn (1887, 1888, 1890) si servì nuovamente del metodo delle amputazioni sperimentali. La pubblicazione per esteso del suo lavoro (1890) è ricca d'una abbastanza buona rivista della letteratura, cui tolsi parecchi dati. Egli non conosce Von Sass e non trovò alterazioni importanti a carico delle corna ventrali, ma soltanto a carico delle vie sensitive, s'accostò in conseguenza alle conclusioni che Friedlaender e Krause avevano formulate in base ai reperti trovati in amputazioni d'antica data nell'uomo.

Altrettanto sfortunato, come Von Sass, fu pure Lehmann (1890) nella sua ricerca sul nucleo motore del muscolo quadricipite, fatta col metodo di Mendel. Egli estirpava detto muscolo in conigli ed in gatti giovani, anche allo scopo di studiare l'intima natura del riflesso rotuleo. Ma non ottenne un risultato sicuro, perchè tutti i suoi animali morirono anzi tempo. Soltanto in un coniglio poté constatare manifesta atrofia delle cellule del corno ventrale dal lato corrispondente del midollo fra la 5^a e 7^a radice spinale lombale. L'atrofia era più spiccata nei gruppi ganglionari laterali. Lehman credè però poter stabilire in quel punto il nucleo spinale d'origine del nervo crurale.

Noto per incidente che fino a quest'epoca quasi nessuno s'era occupato di verificare quali fatti si dessero a vedere nei gangli intervertebrali dopo lesione del nervo periferico.

Vejas (1853), Joseph (1887), Pregaldino (1887) vi dedicarono uno studio, e costatarono alterazioni a carico delle cellule ganglionari. In questo stesso tempo la comunicazione fatta da Marchi (1886) sul noto suo metodo per render manifeste le degenerazioni cellulifughe nelle fibre nervose diede origine a più lavori. Singer e Münzer (1890) l'applicarono in una ricerca sperimentale tanto al moncone centrale che a quello periferico di un nervo tagliato. L'intento era di stabilire se l'alterazione supposta nel moncone centrale fosse come nel moncone periferico: reale degenerazione. Se ciò fosse, la legge di Waller era inesatta.

Alla questione si connetteva un altro problema assai discusso allora: di qual natura cioè fossero le modificazioni notate dietro lesione del nervo periferico. Se si trattasse di vera degenerazione nel moncone centrale si dovrebbe ammettere che un processo di degenerazione retrograda percorrendo anche il moncone centrale arrivasse fino al centro cosiddetto trofico. Se invece non si constatava una vera degenerazione nel moncone centrale, si era propensi ad attribuire ad atrofia per mancata funzionalità, i fatti di modificazione cellulare osservati.

Singer e Münzer non trovarono degenerazione cellulipeta e dichiararono di non aver trovato eccezione alla legge di Waller; Von Hochmar (1887) invece era venuto al risultato opposto.

Darkschewitsch (1892) pure col Marchi esaminò dopo 6 settimane il midollo nel rigonfiamento lombale di cani adulti cui aveva tagliato lo sciatico. Tralascio i suoi reperti per i sistemi di fibre e ricordo soltanto che trovò impiccolite le cellule della parte esterno-laterale del corno ventrale nel lato corrispondente al taglio.

Anche Sherrington (1892) eseguì amputazioni sperimentali. In un gatto dell'età di un mese amputò il piede posteriore di sinistra. Alcuni anni dopo esaminò il midollo e trovò macroscopicamente impiccolito soprattutto il gruppo postero-laterale in tutto il 9° segmento sotto-toracico. Anche il numero delle cellule era ivi notevolmente diminuito. Il numero delle sezioni (35) sulle quali Sherrington si basa è veramente troppo esiguo per fidarsene molto. Ma in ogni modo l'osservazione dell'acuto sperimentatore ha certamente un valore generale grandissimo, e la sua conclusione che il gruppo postero-laterale al livello della 9^a radice sotto-toracica (la quale porta il maggiore efflusso di fibre motrici ai muscoli del piede) rappresenti appunto il centro del piede stesso, è certamente interessante se pensiamo che precede di quasi un decennio le teorie di van Gehuchten e Brissaud.

Van Lair (1891) in un lavoro critico sperimentale al quale ho già accennato, rispetto alle presunte alterazioni midollari dopo amputazioni, viene dopo lungo esame sulla natura dei fatti osservati, alla conclusione che nell'uomo non l'amputazione stessa, ma la malattia che rese necessaria quella, sia da ritenersi come la causa delle modificazioni ed alterazioni trovate. Negli animali egli crede che vi siano lesioni reali soltanto quando l'amputazione o la nevrectomia è stata bilaterale. In un caso nel quale erano stati tagliati i due sciatici in un cane, egli trovò degenerato il gruppo cellulare centrale del corno ventrale. Le conclusioni molto scettiche di Van Lair sono forse in parte giustificate per tutte le ricerche fatte coi vecchi metodi, ma quando Nissl divulgò i suoi, il fatto che nella cellula nervosa avviene una modificazione resa apprezzabile, divenne incontestato (¹).

I lavori di Nissl stesso (1890, 1894) sulla questione non hanno diretta importanza per il mio argomento, sicchè accenno soltanto ad essi. Dopo di lui comincia ininterrotta la serie degli autori che in parte per studio di biologia della cellula nervosa, in parte anche nell'intento principale di determinare le localizzazioni spinali, tagliarono, recisero, strapparono od estirparono radici, nervi, muscoli lembi di cute

(¹) Sorvolo all'incresciosa polemica avvenuta a questo riguardo tra Van Gehuchten e Marinresco e rispettivi scolari.

ed arti o segmenti artuali. Esaminerò ad uno ad uno i contributi di quegli autori fermandomi di più a quelli che offrono più diretto interesse per il mio argomento.

Onufrowicz (1895) in un lavoro d'intenti anzitutto isto-patologici, diede notizie interessanti sull'ipotesi che nelle corna ventrali il gruppo ganglionare d'origine delle divisioni primarie posteriori (dorsali) si possa distinguere da quello delle divisioni primarie anteriori (ventrali o latero-ventrali) dei nervi spinali. Egli in un gatto tagliò il 9° nervo intercostale che costituisce la divisione primaria ventrale dell'omonimo nervo spinale. Trovò alterate soltanto le cellule dei gruppi laterali e posteriori del corno ventrale al livello corrispondente. Il gruppo ventrale o mediale era intatto. D'accordo con Kaiser e Collins, Onufrowicz ritiene che quel gruppo innervi i muscoli del dorso. Nessun altro fatto importante per le localizzazioni si può ricavare dal lavoro di Onufrowicz.

Un secondo lavoro d'istopatologia che deve esser menzionato qui è quello di Biedl (1897), sul quale però non mi dilungherò perchè in esso non è contenuta nessuna indicazione topografica delle alterazioni cellulari intorno alle quali versa.

Un terzo lavoro simile è quello di Bikeles (1898) che estirpò nel gatto gangli invertebrali nelle regioni lombale e toracica inferiore. Trovò che i collaterali degenerati delle radici dorsali si portano in contatto cogli elementi delle colonne di Clarke e penetrano in parte anche nel corno ventrale, mettendosi in rapporto con tutti i gruppi cellulari; in alcuni preparati a preferenza coi gruppi laterali, in altri coi gruppi mediali. Di altri lavori di Bikeles mi occuperò nella fine di questo capitolo.

Un quarto lavoro da menzionarsi è quello di Marinesco (1898) sulla natura delle modificazioni dei centri nervosi dopo lo strappo di un nervo. In quel lavoro egli definisce quelle modificazioni come reazione a distanza, non vera degenerazione.

Più importante invece è una triade di lavori comparsi press'a poco contemporaneamente ed avente lo scopo comune di localizzare il nucleo d'origine del nervo frenico o del muscolo diaframmatico.

Sano (1898) tagliando il n. frenico nel gatto e nel coniglio trovò dopo circa un mese alterato un certo numero di cellule nel midollo cervicale le quali erano raggruppate sia in senso trasversale sia longitudinale, in modo da formare un vero nucleo individuale. Sano lo chiamò, non nucleo del frenico, ma del diaframma, giusta la sua dottrina delle localizzazioni muscolari nel midollo spinale, desunta da ricerche cliniche. Egli vide che la topografia del nucleo da lui trovato sperimentalmente, corrisponde a quella già da lui ammessa per l'uomo in base ai lavori di Kaiser e di Collins. Esso si estende dalla parte caudale del 3° segmento cervicale a quasi tutto il 6° segmento cervicale e giace fra il nucleo mediale (muscoli dell'asse vertebrale) e quello laterale (muscoli della spalla e del braccio).

Kohnstamm (1898) tagliò il frenico nel coniglio e trovò situato il suo nucleo dalla metà inferiore (caudale) del 3° alla parte superiore (craniale) del 5° segmento cervicale. Per la localizzazione topografica di quel nucleo nelle sezioni trasversali del midollo, traduco la descrizione che dà l'autore stesso.

* Rappresentando schematicamente il corno ventrale all'altezza del nucleo del frenico come un rombo, il cui lato posteriore prolungato divida il canale centrale

in due metà, una ventrale ed una dorsale, se si dimezza il rombo per una linea parallela ai lati mediale e laterale, e si divide quella linea in tre parti uguali, il nucleo del frenico giace costantemente sul limite del terzo anteriore e medio di quella linea. Nessuna figura accompagna il lavoro di Kohnstamm, ma Sano che ne ottenne un disegno, dice che la localizzazione non corrisponde a quella suggerita da Kaiser, ma che bensì è perfettamente analoga a quella da lui (Sano) ammessa per l'uomo e trovata sperimentalmente nel gatto.

Kohnstamm negò il fatto interessante, sostenuto da Forgue, cioè che la parte anteriore del diaframma che si inserisce al processo ensiforme ed alla 6^a-8^a costola, sia innervata da fibre che nascono dalla parte craniale del nucleo, e che la porzione lombare sia innervata dalla parte caudale di esso.

Finalmente rimane da menzionare Marinesco (1898) che in una Nota presentata da Souques alla Società medica degli Ospedali di Parigi comunica d'aver tagliato il n. frenico nei cani e nei conigli. Gli fu possibile in tal modo di localizzare il nucleo, che, secondo lui, s'estende dalla parte inferiore del 4° segm. cervicale alla metà inferiore del 6° segm. cervicale. Esso occupa presso a poco il centro del corno ventrale. Dalle ricerche indipendenti dei tre autori citati parrebbe dunque che il nervo frenico od il muscolo del diaframma, abbia realmente un nucleo individuale e nettamente delimitato nel midollo cervicale. A mia saputa non esiste nessun lavoro posteriore di controllo in proposito, sicchè convien accettare il fatto, non senza rammentare però che tutte le altre localizzazioni date con altrettanta sicurezza e con maggior o minor accordo dalla stessa schiera di autori: Sano, Marinesco e scolari, Van Gehuchten e scolari, sono stati dimostrati erronei dai lavori di controllo di Knape prima e poi da quelli diligentissimi di Lapinsky e Bikeles. Fatta questa riserva ora possiamo innanzi ed abordiamo i lavori di Marinesco e discepoli.

Ho già detto che il neurologo di Bucarest tendeva ad ammettere nel midollo la localizzazione nucleare più o meno netta dei nervi periferici. Dopo il suo primo lavoro già analizzato sul centro del frenico, una serie di comunicazioni sue e dei suoi allievi Parhon, Goldstein, Popesco, Savu, diedero conto d'un insieme interessante di ricerche di anatomia microscopica sperimentale.

Riassunta nelle sue grandi linee la primitiva dottrina di Marinesco si può enunciare nei seguenti postulati:

1. I nervi delle estremità hanno nel corno ventrale del midollo un nucleo principale e nuclei accessori.
2. I limiti di questi nuclei non sono sempre nettissimi.
3. I nuclei dei nervi che innervano più segmenti artuali non costituiscono una colonna unica e indivisibile, ma una colonna che si biforca nel suo decorso.
4. I raggruppamenti cellulari nelle corna ventrali rappresentano in un certo modo combinazioni funzionali sinergiche.
5. Quell'ordinamento in gruppi si può concepire avvenuto per il principio di teleologia meccanica espresso da Ramon y Cajal, colla triplice legge dell'economia di tempo, di spazio e di materiale protoplasmatico.

Dai risultati di dettaglio delle ricerche di Marinesco rilevo ancora tre che hanno interesse generale.

6. I nuclei del mediano e dell'ulnare formano confusi insieme un sol gruppo.
7. La forma ed estensione dei gruppi cellulari che appaiono al taglio trasversale

del midollo variano, non solo nei vari segmenti, ma nello stesso segmento da sezione a sezione. 8. Quando si strappano tutti i nervi che costituiscono il plesso brachiale (cane, coniglio), entrano in reazione tutte le cellule, anche dei gruppi antero-interni (mediali).

Ho cercato di riunire a Tabella i dati di fatto risultanti dei lavori di Marinesco, sia per quel che riguarda le localizzazioni dei nuclei d'origine dei nervi, sia per l'ordinamento dei gruppi cellulari nelle corna ventrali del rigonfiamento cervicale (Tabella 46, 47).

Ora passiamo ai lavori sperimentali degli allievi del neurologo di Bucarest. Parhon in collaborazione ora con Goldstein, ora con Popescu, ora con la signora Parhon, ha pubblicato una serie di ricerche di localizzazione in base ad estirpazioni muscolari e resezioni nervose. Non è possibile dar conto ad una ad una di quelle ricerche. Ho cercato d'espone in due tabelle i risultati dei loro lavori (Tabella 48, 49) ed aggiungo alcune parole su i loro concetti teorici, riguardo la localizzazione motrice spinale. Per Parhon e suoi collaboratori, sulle tracce di quanto ultimamente ebbe ad esprimere Marinesco nel congresso medico a Karlsbad (1902), il criterio direttivo secondo il quale sono ordinate le cellule ganglionari nelle corna ventrali, è funzionale nel senso che gli aggruppamenti semplici o composti, primari o secondari delle cellule cornuali, sono l'espressione di complessi funzionali periferici più o meno semplici. Ogni muscolo a funzione isolata ed individuale, ha nel midollo il suo centro distinto ed individuale. Ogni nervo che presiede ad una data unica ed individuale funzione ha nel midollo il suo nucleo distinto ed unico. Ogni gruppo muscolare, funzionalmente connesso (come i flessori e gli estensori dell'avambraccio) hanno il loro gruppo distinto e complessivo. Perfino negli animali (cane) certi segmenti artuali come il piede, colla sua massa muscolare prevalentemente palmare, ha la sua colonna propria nel midollo. D'altra parte i muscoli a funzione comune hanno centro comune, come abbiamo già visto per i flessori e gli estensori. Così i nervi a funzione comune, come il mediano e l'ulnare (flessori dell'avambraccio) hanno nucleo comune, mentre invece nervi che innervano muscoli a funzione diversa come l'accessorio (sternocleidomastoideo e cucullare) hanno due nuclei distinti. I segmenti artuali, nella loro grande maggioranza composti di complessi funzionali diversi, non hanno gruppo o colonna unica e distinta. Con tale teoria si viene a dare un tentativo di conciliazione di alcune svariate teorie concesse precedentemente. La dottrina di Sano: « ogni muscolo ha il suo centro », viene accettato ma *sub conditione*: purchè abbia funzione isolata. Parimenti l'impressione generale, avuta ed espressa prima da Marinesco: « ogni nervo spinale ha il suo nucleo », con la stessa riserva; purchè abbia funzione unica ed isolata. Soltanto la dottrina di Van Gehuchten viene ripudiata insieme a quella di Déjérine.

È innegabile che presentata in tal modo la teoria di Marinesco e Parhon può sembrare logica ed ammissibile, specialmente perchè spiegherebbe molte apparenti contraddizioni di fatto e di teoria, risultate dei lavori di molti autori. Badando bene alla funzione dell'organo periferico che si lede od estirpa, sarebbe a priori possibile di dire per quanti centri o nuclei esso debba esser rappresentato nel midollo e come situati. Molti gruppi creduti unici si potrebbero scindere in più gruppi secondari in

rapporto agli organi innervati. « Più si osserva il midollo, più ci si vede ». Con questa frase Parhon esprime la sua opinione, che ulteriori studi ci porteranno a poter distinguere nel midollo un numero sempre più grande di gruppi cellulari distinti, sempre più minuti. Vedremo che Lapinsky ha negato la base di fatto alle teorie degli egregi scienziati rumeni. O piuttosto, se si vuole, egli le ha condotte alla loro ultima conseguenza ed è venuto alla conclusione che la disposizione delle cellule ganglionari nella corna ventrale è pressochè sparsa e che non esiste un ordinamento qualunque che rifletta una qualunque condizione o disposizione degli organi periferici. Ma non voglio già preventivamente analizzare il lavoro di Lapinsky. Mi limiterò quindi ad indicare soltanto una obiezione dottrinale al concetto fondamentale espresso da Marinesco e sua scuola. Quando si esamina il concetto di Sano, gli si può opporre che i muscoli, ontogeneticamente non sono formazioni semplici, ma sono composti polimerici, come indica la loro innervazione pluriradicolare e plurisegmentale. Ora, ove i rapporti dei muscoli colle vie nervose (odoneuromeri) mantengono ancora nell'adulto così tenacemente lo schema metamerico e segmentale, è evidente che anche la ubicazione dei centri d'origine di quelle vie debba rispecchiare quello stesso schema: le localizzazioni motrici spinali si devono dunque innanzi tutto concepire come semplicemente segmentali o radicolari, come ha sostenuto Déjérine. Entro ogni segmento, le cellule nervose centrali stanno sparse senz'alcun ordinamento che abbia rapporto colla disposizione reciproca degli organi periferici. E tanto meno colla funzione di questi. Giacchè l'innervazione radicolare dei miomeri dimostra ad evidenza di non esser affatto influenzata dalla destinazione dei derivati muscolari di essi, ma di essere determinata unicamente dalla evoluzione ontogenetica, è, per non dir più, molto improbabile che le cellule ganglionari d'origine delle vie nervose, ne abbiano esse subito una influenza tale da essersi disposte come a mosaico regolare, secondo le attribuzioni funzionali degli individui muscolari dell'adulto.

L'unica divisione che potrebbe logicamente supporre nelle cellule cornuali è quella che distinguerebbe i centri della muscolatura dorsale (innervata dalla divisione primaria dorsale del nervo spinale) da quelli della muscolatura del corpo innervata dalla divisione primaria anteriore o latero-ventrale del nervo spinale. Anche questa divisione però se accettata da alcuni è negata da altri. Il più strenuo difensore di questa tesi è come vedremo Bikeles i cui lavori saranno riportati in fine al presente capitolo.

Ma quasi tutti coloro che si sono occupati delle localizzazioni spinali motrici hanno negletto i risultati importantissimi di fatto e dottrinali, ai quali aveva già portato una ampia serie di ricerche embriologiche, filogenetiche, anatomiche e sperimentali. Nei capitoli passati io ho svolto mano mano quegli studi, e dai confronti retrospettivi appariranno chiaramente le deficienze delle vedute e delle ricerche che ora stiamo esaminando. E non è tutto. Vi sono altri gravi motivi che rendono dubbioso l'animo di chi tenta farsi un concetto obiettivo del valore intrinseco delle risultanze materiali e speculative degli studi fino a qui esposti. Troppe incertezze si notano nei lavori degli autori riguardo a questioni di capitale importanza per l'argomento. Cito alcuni errori che possono occorrere e che sono occorsi in quel genere di ricerche, come gli stessi autori rispettivamente riportano.

I. Errori di numerazioni delle radici spinali.

Sano ha sostenuto che Van Gehuchten abbia sbagliato il computo delle radici nel caso comunicato da lui insieme a De Buck (1898) Van Gehuchten ha ammesso il fatto, ma ritiene che lo stesso errore sia stato commesso da Müller e da Onuf: Parhon e Sano lo attribuiscono giustamente a De Neeff, come ho rilevato sopra.

II. Errori di numerazione dei segmenti spinali.

Marinesco nel dividere il midollo in segmenti, taglia volta per volta immediatamente sotto le radici ventrali. Parhon e suoi collaboratori tagliano sopra le radici. Evidentemente l'estensione e la posizione dei segmenti ottenuti col metodo di Marinesco non corrispondono esattamente a quelli ottenuti col taglio secondo Parhon e le localizzazioni ottenute non si possono più confrontare senz'altro. Ma vi è di più. Parhon comunica d'aver diviso in segmenti un midollo nella porzione lombo-sacrale, basandosi sul punto di uscita delle radici dalla dura madre. Evidentemente i segmenti così ottenuti sono assolutamente artificiali.

III. Errore nell'interpretazione dei preparati.

A Parhon e Goldstein occorre il caso curioso di interpretare per il lato destro d'un midollo quel che era realmente il lato sinistro, sicché attribuirono al bicipite crurale il centro del semimembranoso e viceversa.

È più che chiaro che ricerche passibili di tali errori e di divergenze simili, non si possono accettare nei loro risultati che con la massima circospezione (*).

Passiamo ora a riferire delle ricerche importanti di De Neeff (1901), i cui schemi del midollo spinale del cane e del coniglio furono già riportati nella sezione prima del presente capitolo. In un lavoro premiato dall'Accademia Medica di Bruxelles, De Neeff s'occupa primieramente della questione, quali siano negli animali gli effetti spinali della lesione d'un nervo. Van Gehuchten aveva alcuni anni prima sostenuto contro Marinesco che negli animali tali effetti siano assai mediocri. De Neeff cercò allora con ingegnosa sebbene forse non felice innovazione di aumentare l'alterazione delle cellule nervose diminuendo la resistenza generale degli animali mercè iniezioni di varie tossine (difterica, streptococcica ecc.). I risultati non furono troppo soddisfacenti, ed allora egli ricorse allo strappamento ed alla rottura brusca dei nervi ottenendo buoni esiti, specialmente con l'ultimo metodo. Riunisco a tabella i risultati ottenuti da lui per alcuni dei più importanti tronchi nervosi attuali nel cane e nel coniglio (Tabella 50). La conclusione generale che De Neeff ne trae è, che le localizzazioni nucleari dei nervi dell'arto superiore sono ancora più diffuse di quanto Marinesco aveva già sostenuto. I nervi sciatico, otturatorio e crurale dell'arto posteriore si localizzano diffusamente nell'unica colonna B'. In genere quindi non esiste una vera localizzazione nucleare nervosa.

In quanto ai particolari rileviamo che le sue localizzazioni non combinano rispettivamente nè con quelle di Marinesco, nè con quelle di Parhon, nè con quelle di Von Sass, come uno sguardo alle relative tabelle insegna immediatamente. Non credo sia pos-

(*) Io mi limito a notare qui gli errori più fondamentali, di giudizio e di tecnica degli autori incriminati; Sano, nel § 35 del suo Rapporto sulle localizzazioni motrici (1904), raccoglie inoltre una intera collezione di strani «propositi, anche materiali, occorsi nelle loro pubblicazioni.

sibile decidere da queste divergenze altro che questo: il problema delle localizzazioni spinali è impostato male quando si formula come la ricerca di localizzazioni muscolari o nervose, e tanto peggio come localizzazioni segmentarie degli arti, come crede Van Gehuchten e come vuole Brissaud. La divergenza dei risultati quindi non dipende esclusivamente da peculiari errori od inesattezze d'osservazione dei singoli studiosi, ma piuttosto da un difetto generico nel concetto direttivo delle ricerche: essendo stato impostato male il problema, i risultati delle ricerche non potevano non essere vaghi. Aggiungasi poi, che, data la vaghezza dei risultati, è facilitata anche la naturale tendenza di ogni studioso di selezionare, nei propri risultati, piuttosto quelli che appoggiano che quelli che infirmano la propria ipotesi preconcepita. E così si spiega che, per modificare leggermente una frase di Parhon, nel midollo ognuno ci vede quel che ci volle vedere.

In un'altra serie di esperienze De Neeff ha tentato di venire in chiaro sull'ipotesi della localizzazione segmentaria degli arti emessa e sistemata dal suo maestro Van Gehuchten. Egli però non esarticolava i segmenti artuali, ma stritolava i diversi nervi che innervano insieme rispettivamente i muscoli di quei segmenti. Così rompeva il muscolo-cutaneo ed il radiale nell'ascella per il braccio, il radiale più il mediano e l'ulnare al livello del gomito per l'avambraccio. Similmente procedeva per l'arto posteriore. I risultati che egli ne ricava sono i seguenti:

1. La localizzazione motrice midollare è una localizzazione segmentaria degli arti, conforme all'opinione emessa da Van Gehuchten e Nelis, in base ad osservazioni di patologia umana. — **2.** Esistono nel rigonfiamento superiore o cervico-toracico nel cane e nel coniglio, quattro colonne cellulari, ognuna delle quali è in rapporto con un segmento dell'arte toracico, cioè: *a*) una colonna cellulare che si stende dalla parte mediana del 5° segmento cervicale fino alla parte superiore del 1° segmento toracico, le cui cellule sono probabilmente in rapporto coi muscoli della spalla. *b*) Una colonna cellulare che si stende dalla parte più alta del 6° segmento cervicale fino alla parte superiore dell'8° segm. cerv. e che forma il nucleo d'origine dei rami nervosi che innervano i muscoli del braccio. *c*) Una colonna cellulare la quale si stende dalla parte prossimale del 7° segm. cerv. fino alla parte distale del 1° segm. tor., e che costituisce il nucleo d'origine dei nervi che innervano i muscoli dell'avambraccio. *d*) Una colonna situata al livello dell'8° segm. cerv. e del 1° segm. tor. e che forma il nucleo motore dei muscoli della mano. — **3.** esistono nel rigonfiamento inferiore o lombo-sacrale del cane e del coniglio quattro colonne cellulari in rapporto ciascuna con un segmento del membro addominale, cioè: *a*) una colonna cellulare che si stende nel cane dalla parte inferiore del 3° segm. lomb. fino alla parte superiore del 6° e nel coniglio dal 5° fino al 7° segm. lomb. I cilindrassi delle cellule di questa colonna vanno a terminare probabilmente nei muscoli dell'anca. *b*) Una colonna cellulare che nel cane comincia verso la parte mediana del 4° segm. lomb. per terminare nella parte superiore del 1° segm. sacrale, e che differisce nel coniglio in quanto comincia al livello del 6° segm. lomb. Questa colonna costituisce il nucleo d'origine dei rami nervosi che innervano i muscoli della coscia. *c*) Una colonna cellulare che comincia nel cane al livello del 6° segm. lomb. e nel coniglio al livello del 7° segm. lomb., e che continua fino al 2° segm. sacr. Questa colonna

forma il nucleo d'origine dei nervi che innervano i muscoli della gamba. *d*) Una colonna cellulare che si stende nel cane e nel coniglio nel dominio del 2° e 3° segm. sacrale e che costituisce il nucleo motore dei muscoli del piede.

Quasi contemporaneo al lavoro di De Neeff sono da menzionare due studi di Knape, fatti a Helsingfors sotto Homèn. Egli prese per oggetto il cane ed anche il coniglio. Esegui semplici resezioni nervose ed esaminò coi metodi di Nissl e di Marchi. Come scolaro di Homèn dedicò molta attenzione alla natura istologica delle modificazioni cellulari nel midollo, consecutive alle lesioni periferiche. Di quelle questioni non mi occuperò, limitandomi ai risultati che riguardano le localizzazioni motrici spinali.

Giova osservare che per le ricerche fatte col metodo di Nissl, Knape tenne conto soltanto delle alterazioni evidenti e sicure. Riunisco a tabella (tab. 51) i dati di Knape per la topografia dei nuclei dei vari tronchi nervosi e raccolgo alcune delle sue conclusioni generali più importanti.

1. I diversi gruppi di cellule del corno ventrale hanno probabilmente funzione diversa. — 2. I gruppi flessori si trovano principalmente nelle parti laterali, quelli estensori piuttosto nelle parti mediane del corno. — 3. Ogni gruppo ganglionare dei segmenti spinali che danno origine ad un dato nervo spinale concorre in parte alla funzione di quel nervo. — 4. Ne segue che se noi consideriamo il *nucleo* d'origine di un nervo come un gruppo cellulare ben delimitato — come lo sono i nuclei dei nervi cerebrali —, i nervi spinali non hanno un nucleo. — 5. Inoltre ne segue il gruppo ventro-midiale (secondo la terminologia di Ziehen) non è da ascriversi esclusivamente alla muscolatura del dorso. — Si possono confrontare i nervi spinali ad alberi vicini, le cui radici in gran parte s'intrecciano.

Knape quindi non ammette una localizzazione nervosa nel midollo, ed è più propenso ad accettare la teoria muscolare, intorno alla quale però non ha fatto nessun esperimento.

È qui il luogo di ricordare ancora una volta accanto alla teoria « segmentaria » di Van Gehuchten, la teoria di Brissaud che, allargando quella di Van Gehuchten, divide il rigonfiamento cervicale in tante fette longitudinali giacenti l'una accanto all'altra in direzione laterale.

Nel 1900 Brissaud comunicò al congresso internazionale medico di Madrid i risultati sommarî d'alcune sue ricerche personali, fatte in collaborazione con Bauer. Essi estirparono uno o più segmenti dell'arto posteriore dei girini della rana, animale che a qualcuno forse può sembrare non precisamente il più indicato per ricerche in quest'argomento. Riporto delle conclusioni generali degli autori, alcuni importanti per la nota controversia.

1. Le alterazioni spinali consecutive ad imputazioni di segmenti artuali in generale non interessano la totalità degli elementi del corno ventrale. Gli elementi più gravemente alterati stanno nella parte esterna del corno. — 2. Nell'amputazione del tarso le alterazioni si stendono dalla metà del segmento compreso fra le radici 11^a e 10^a fino alla parte media del segmento compreso fra la 10^a e 9^a radice. A questo livello le alterazioni occupano successivamente, dal basso in alto, tutta la colonna motrice laterale per una estensione piccolissima, poi la sua parte esterna

o finalmente la sua parte postero-esterna soltanto. Nell'amputazione della gamba le alterazioni si innalzano fino al 2° terzo del segmento compreso fra la 8^a e 9^a radice. Esse occupano necessariamente dal basso in alto tutta la colonna motrice laterale per un'altezza più estesa che nell'amputazione del piede; poi la parte esterna e mediana della colonna cellulare, infine la sua parte postero-esterna. Nell'amputazione della coscia le alterazioni si innalzano fino a verso la 8^a radice. Esse occupano tutta la colonna motrice laterale fin verso il mezzo del segmento compreso fra la 10^a e

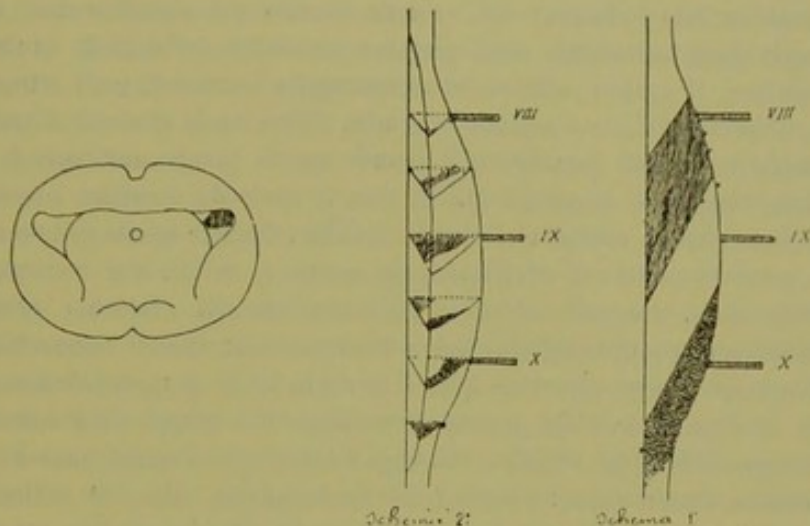


FIG. 159.

FIG. 160.

FIG. 159, 160. — Schemi della reciproca posizione e disposizione dei pretesi nuclei motori, « segmentarii » degli arti posteriori nel rigonfiamento lombale del midollo spinale del girino della rana, secondo Brissaud.

Fig. 159, sezione trasversale. — Fig. 160, due sezioni longitudinali.

Leggenda delle figure 159 e 160.

VIII. IX. X, 8^a, 9^a, 10^a paio di radici spinali. Schema 1^a, proiezione in un piano, schema 2^a rappresentazione tridimensionale della disposizione dei nuclei segmentarii a diversi livelli. — Zona nera punteggiata = nucleo segmentario del piede. — Zona bianca intermedia = nucleo segmentario della gamba. — Zona nera tratteggiata = nucleo segmentario della coscia.

9^a radice, poi successivamente la parte esterna e postero-esterna di questa colonna cellulare. — 3. Ne risulta che ad ogni segmento attuale corrisponde al livello del rigonfiamento lombale un gruppo più o meno limitato di cellule radicolari. Quei gruppi sembrano embricarsi l'uno nell'altro sovrapponendosi in modo che il gruppo inferiore (corrispondente ad un segmento più distale dall'arto) tenda sempre a disporsi all'esterno o all'indietro del gruppo superiore.

Tre anni dopo, Brissaud, in collaborazione con Bauer (1903) pubblicò per esteso le sue ricerche sul girino. Io riporto qui le figure schematiche colle quali egli illustra i suoi risultati. Dalle conclusioni del lavoro riporto ancora quanto segue: « Nel girino le amputazioni di segmenti articolari delle estremità (posteriori) determinano nelle corna ventrali del rigonfiamento lombale, lesioni relativamente limitate. Noi consi-

deriamo la zona delle alterazioni nette indiscutibili, come rappresentante in un certo modo il territorio cellulare corrispondente al segmento amputato, e noi pensiamo che nel girino, ad ogni segmento attuale corrisponda al livello del midollo lombale, un gruppo più o meno limitato di cellule radicolari, non differenziato (cioè non delimitabile) normalmente ».

Riporto qui ancora la descrizione sintetica dei gruppi spinali dei segmenti attuali secondo Brissaud; « I gruppi sembrano embricarsi superponendosi. Il gruppo inferiore, rappresentante i muscoli posti intorno alle articolazioni del piede, è costruito principalmente dalle cellule radicolari dell'estremo caudale del rigonfiamento, e più in alto da quelle poste soprattutto nella porzione posteriore della metà caudale della colonna cellulare. Il gruppo cellulare che rappresenta i muscoli posti intorno all'articolazione tibio-tarsea e che occupano la gamba, è formato da elementi situati innanzi ed all'indietro dei gruppi precedenti; e quando questo gruppo inferiore è esaurito, le sue cellule vengono a disporsi sopra di esso, in modo da occupare a poco a poco la regione posteriore ed esterna del gruppo laterale. Mentre queste cellule si dispongono nella porzione posteriore ed esterna, del corno, le cellule che corrispondono ai muscoli della coscia, gruppati intorno all'articolazione del ginocchio, occupano la parte antero-interna (ventro-mediale) del gruppo laterale: esse si comportano poi in riguardo al gruppo precedente come questo in riguardo al gruppo inferiore ».

Questa la descrizione della pretesa disposizione dei gruppi « segmentari » nella direzione cranio-caudale del midollo. Nei tagli trasversali poi appare secondo Brissaud schematicamente quanto segue: « Sotto (cioè caudalmente) alla 10^a radice, per un piccolo tratto, il gruppo cellulare non contiene quasi più che gli elementi corrispondenti ai muscoli del piede. Al livello della 10^a radice e poco al di sopra (cioè cranialmente) la porzione posteriore (dorsale) ed esterna del gruppo laterale, corrisponde al piede, la porzione antero-interna (cioè ventro-mediale) alla gamba ».

Le ricerche di Brissaud sembrano quindi confermare pienamente le sue vedute teoriche aprioristiche. Di queste è necessario ripetere qui ancora una parte. Per Brissaud, il fatto che i segmenti attuali sembrano aver la loro localizzazione in determinate colonne cellulari del midollo, assume un significato speciale che egli esprime in modo ingegnoso, ma non troppo in armonia con tutto quello che l'embriologia e l'anatomia comparata ci insegnano sul modo di sviluppo degli arti. Per Brissaud l'apparente rapporto che esiste tra la divisione segmentaria degli arti per mezzo delle articolazioni e le pretese singole colonne cellulari nei rigonfiamenti spinali, acquista il valore di una *metameria secondaria*, sia degli arti sia del nevrasso spinale. Come il tronco ed il collo si compongono di metameri i quali si possono rappresentare come dischi cilindrici sovrapposti, così la massa muscolare degli arti presenterebbe la stessa architettura d'una serie di cilindri sovrapposti, impiantata perpendicolarmente sul tronco. Ora però i dati dell'embriologia, della fisiologia e della clinica concordemente affermano che gli arti si compongono di porzioni di miomeri migrate bensì in senso trasversale, ma disposte in strisce parallele all'asse dell'arto stesso, in modo che i singoli segmenti attuali contengono più d'una di queste porzioni di metameri.

Brissaud, come abbiamo visto, obietta che tutto questo concetto è basato sul modo di distribuzione delle radici spinali, ed egli lo accetta pienamente come tale, ma pretende

che da questa metameria radicolare si debba distinguere quella realmente spinale. Nei precedenti capitoli mi sono sforzato a dimostrare che una simile distinzione fra metameria radicolare e « metameria segmentale spinale » è del tutto arbitraria nel riguardo dell'innervazione sensitiva della cute. Più evidentemente erronea ancora è la veduta di Brissaud applicata all'innervazione motoria. Il segmento spinale esiste, in quanto lo consideriamo come il blocco di cellule che danno origine ad un dato paio di radici spinali ventrali. Paio radicolare e segmento spinale non sono due concetti dissociabili ma assolutamente identici, tanto più che l'uno si può dire, non esiste che per effetto dell'altro. Ora supporre che una data radice spinale innervi un dato complesso di muscoli di un arto, mentre il segmento omonimo che le dà origine innervi un complesso diverso, è materialmente impossibile ed assurdo.

Vedremo come la base di fatto anatomica della ipotesi di Brissaud è stata scalfata da tutti gli autori che si sono in appresso occupati della questione. Qui non aggiungo che un'osservazione sul vario modo di concepire il segmento spinale quale appare nei vari autori; Marinresco delimita i segmenti fra due piani che passano immediatamente *sotto* due radici dorsali successive. Pahron e Goldstein invece le delimitano fra due piani che passano immediatamente *sopra* due radici successive. Brissaud e Bauer sembrano delimitare i segmenti in modo ancora più peregrino, almeno stando alla descrizione data qui sopra nella conclusione 2^a ove parlano di segmenti *compresi* fra due radici. Come si debbano concepire in tal modo i segmenti spinali non lo riesco a comprendere. Mi pare che la cosa sia assai semplice. I segmenti spinali sono delimitati da piani che passano *in mezzo* a due paia radicolari successive. Praticamente non è sempre facile di eseguire il taglio secondo questo principio, ma teoricamente mi sembra di gran lunga preferibile ai criteri degli altri autori esposti or ora. E con questo abbandono Brissaud, per venire a parlare di tre autori italiani i cui contributi isolatamente e complessivamente scalzano le basi alle concezioni di Van Gehuchten e Brissaud.

Tre autori italiani, Cerletti, Perusini e Ferrannini hanno nello stesso anno 1903 pubblicate ricerche sulle alterazioni midollari consecutive ad esarticolazioni. Tutti e tre sono venuti a risultati che contrastano colle vedute di Brissaud e con quelle degli autori sui quali questi si basa. Cerletti in un accuratissimo lavoro sulla neuronofagia comunica d'aver trovato nel midollo in seguito a disarticolazione del ginocchio e dell'anca nel gatto, alterazione in poche cellule nervose sparse senza alcuna regolarità. Tuttavia in seguito alla disarticolazione dell'anca ha potuto notare che si trova costantemente qualche cellula alterata nella porzione di sostanza grigia immediatamente anteriore alle cellule della colonna di Clarke. Ferrannini che eseguì pure disarticolazioni nel cane, viene a conclusioni alquanto diverse, avendo, come asserisce, potuto talvolta notare la scomparsa d'interi gruppi cellulari. Però egli insiste nel fatto che il diradamento cellulare anzichè serbar l'ordine descritto da Brissaud, non serba nessun ordine: « L'intensità e la distribuzione delle lesioni non sono uguali neanche in sezioni molto vicine ».

Perusini lavorò sul coniglio disarticolando vari segmenti artuali. Egli distingue nel rigonfiamento cervicale 3 gruppi ganglionari: antero-mediale, anteriore laterale esterno e posteriore. Nel rigonfiamento lombo-sacrale ne distingue quattro: antero-

interno, antero-laterale, postero-interno, postero-esterno. Nelle sue varie esperienze di disarticolazione, Perusini non potè mai trovare un'alterazione costantemente limitata ad un gruppo ben definito. Le ricerche indipendenti di questi tre sperimentatori portano dunque al risultato concorde, che l'abolizione di segmenti artuali non conduce mai ad alterazioni midollari localizzabili in gruppi o nuclei costanti e tanto meno in colonne nettamente delimitate.

Dietro a questi lavori mi pare che si possa considerare come risolta la questione relativa, e non rimangono che a riportare le conclusioni importanti di due altri autori che hanno scalzato press'a poco tutte le altre teorie avventate: muscolari, nervose, segmentarie, funzionali, che abbiamo visto emesse sulla localizzazione motrice spinale. Il primo di questi autori che hanno pubblicato i più recenti contributi sperimentali sulle localizzazioni motrici, è Lapinsky (1903). Ho già dato il suo schema per l'anatomia normale dei raggruppamenti cellulari spinali nel cane e posso quindi passare senz'altro alle sue ricerche sperimentali. I lavori di Lapinsky si basano principalmente su resezioni, legature ecc. di nervi a varia altezza del loro percorso e sulle alterazioni spinali consecutive. Oggetto delle sue ricerche fu il cane.

A questo riguardo raccolgo senz'altro le conclusioni che si possono desumere dai risultati ottenuti da lui:

I. Per la teoria che ogni muscolo abbia il suo centro distinto nel midollo, valga quanto segue:

1. Nè per i grandi, nè per i piccoli muscoli si avvera la teoria citata. I grossi muscoli specialmente hanno numerosi gruppi separati che non si possono ridurre a centri unici o colonne uniche.

II. Per la pretesa localizzazione nervosa valga quanto segue:

2. I singoli tronchi nervosi originano da più gruppi cellulari giacenti di solito in parecchi segmenti spinali. — 3. È difficile sceverare i diversi centri dei singoli nervi l'uno dall'altro, perchè i vari nervi originano dai medesimi gruppi, in varia combinazione. I complessi di tronchi nervosi innervanti la muscolatura dei diversi segmenti degli arti, ottengono parimenti le loro fibre da numerosi gruppi giacenti in diversi segmenti del midollo e separati l'uno dall'altro da gruppi di cellule gangliolari di diversissime attribuzioni.

III. Per la localizzazione di complessi muscolari a funzione analoga, semplice od antagonista, vale quanto segue:

4. Non è possibile sceverare un centro per i flessori, da un centro degli estensori fra i piccoli muscoli della mano. — 5. Non è possibile sceverare un centro per i lunghi flessori della mano da uno per gli estensori. Questi muscoli antagonisti dell'avambraccio hanno centri confusi nel 7° e 8° segmentale cervicale. Soltanto c'è da osservare che quello degli estensori arriva più in alto fino nel 6° segm. cerv., ed è ivi solo, mentre quello dei flessori arriva più in basso fino nel 1° segm. tor. ed è ivi pure solo. — 6. Non esiste un centro isolato ed individuale per i muscoli flessori dell'avambraccio e nemmeno uno per quelli estensori che compenetra in parte quello dei muscoli della spalla. Gli antagonisti del braccio non hanno quindi centri distinti. — 7. Gli adduttori della coscia hanno un centro poco netto, il quale in alto (2°-5° segm. lomb.) si confonde e compenetra coi centri dei flessori ed estensori, in basso

(4°-6° segm. lomb.) si perde completamente nei centri per gli estensori e per i flessori della zampa e delle dita. — 8. I centri dei muscoli plantari e del polpaccio che si possono considerare come i flessori del piede e delle dita, giacciono dispersi nel 4°-7° segm. lomb. e nel 1° segm. sacrale. I centri dei flessori della zampa e delle dita giacciono del 5°-7° segm. lomb. e nel 1° e 2° s. sacrale. Essi acquistano una certa individualità soltanto nel 1°-2° s. sacrale, negli altri segmenti sono confusi coi centri dei flessori del piede e delle dita, con quelli degli estensori della gamba, degli adduttori della coscia e con quelli dei muscoli pelvici.

IV. Per il concetto della pretesa localizzazione segmentaria degli arti valga:

9. Il « centro » per la zampa anteriore giace nell'8° s. cerv. e nel 1° s. tor. Questo « centro » è contemporaneamente sede dei centri per i muscoli dell'avambraccio, del braccio e perfino di quelli del cingolo scapolare. — 10. I 12 centri dell'avambraccio giacciono nel 1° segmento toracico e nell'8° segmento cervicale confusi col centro della mano, nel 7° e 6° s. cerv. confusi coi centri del braccio e del cingolo scapolare. — 11. I tre gruppi cellulari innervanti il braccio si estendono dal 5° all'8° segmento cervicale. Gran parte di essi concorre anche all'innervazione della mano, nel 7° e 6° s. cerv. confusi coi centri del braccio e del cingolo scapolare. — 12. I gruppi innervanti i muscoli del cingolo, compenetrano, come già è stato detto, i centri della mano, dell'avambraccio, e del braccio. — 13. I 16 centri del piede e della gamba si stendono per sei segmenti spinali (4°-7° lomb., 1°, 2° sacr.) e si confondono coi numerosi centri dei segmenti prossimali dell'arto inferiore. — 14. Ne segue che gran parte dei centri della coscia sono confusi coi centri della gamba e del piede. — 15. I centri dei muscoli del cingolo pelvico in gran parte si confondono coi centri della coscia, della gamba e del piede.

V. Per riguardo al concetto che nel midollo spinale esistano colonne cellulari longitudinali, rettilinee e parallele, Lapinsky nota:

16. In tutto il midollo si trovano numerosi gruppi cellulari separati e frammentati, che in lunghezza giacciono in diversi piani e sotto diversi angoli l'uno rispetto all'altro: è dunque impossibile distinguervi vere colonne e tanto meno colonne rettilinee e parallele. Nemmeno l'esistenza di una colonna mediale viene ammessa da Lapinsky.

VI. Per riguardo al concetto di Brissaud che i gruppi o le colonne che innervano i segmenti distali degli arti giacerebbero lateralmente ed i gruppi o colonne che innervano i segmenti prossimali degli arti invece medialmente (teoria della metamorfosi spinale secondaria), c'è da osservare che:

17. Fra i centri della mano alcuni sono situati nel gruppo centrale del 1° segmento toracico e dell'8° segmento cervicale, e dunque medialmente. — 18. I centri del piede e della gamba occupano una posizione principalmente centrale e schiettamente mediale. — 19. I centri della coscia anzichè giacere anteriormente e medialmente dei centri delle gambe e del piede, giacciono posteriormente e lateralmente.

Ultimamente poi Lapinsky (1904) ha pubblicato una grossa Memoria nella quale dopo i suoi precedenti lavori sperimentali di controllo e di critica, egli viene a dare un tentativo d'interpretazione e di sintesi teorica. Non posso analizzare tutto il suo ragionamento; ne riproduco soltanto alcuni punti salienti. Egli comincia per ribadire

sui risultati ottenuti nelle numerose serie di ricerche da lui fatte antecedentemente, e cioè che il midollo non contiene colonne cellulari, ma gruppi polimorfi diversamente disposti; che non esistono centri « muscolari », nè « nervosi », nè « segmentari », nè « flessori » od « estensori » e nemmeno « metameri secondari »; insomma che non esistono centri per alcuna unità anatomica periferica. Quest'affermazione è identica a quella che io ho ripetuto parecchie volte nel corso degli ultimi due capitoli: nel midollo spinale esiste una sola sorte di localizzazione: quella metamerica vera, cioè segmentale e radicolare. Le unità anatomiche sviluppatesi dallo spostamento o dalla fusione di parti di metameri somatici non hanno e non possono avere centri individuali nel senso anatomico, ma soltanto centri nel senso fisiologico, cioè frammentari, sparsi in tanti segmenti spinali, quali sono appunto i metameri da cui sono derivati. Poi Lapinsky passa a riaffermare questo stesso concetto partendo da un altro punto di vista, ricordando che tutti i singoli nuclei o gruppi cellulari spinali danno origine a più nervi (2, 3, 4), ed innervano quindi numerosissimi muscoli (fino a 40!).

Finalmente egli viene a formulare la sua ipotesi. Appunto perchè un sol nucleo spinale innerva tanti muscoli o porzioni di muscoli, s'affaccia la supposizione che quei vari complessi di muscoli o di parti di muscoli possono rappresentare coordinazioni funzionali spinali. A favore di questa ipotesi cita i risultati di ricerche fisiologiche e di speculazioni cliniche.

L'ipotesi non è originale: giova infatti osservare ch'essa è poco più d'una parafrasi della dottrina ultima di Marinesco, comunicata già nel 1902 al Congresso medico di Karlsbad, e di poi svolta ampiamente da lui e dai suoi allievi, Parhon, Goldstein, ecc.

Soltanto mentre Lapinsky s'esprime: « ogni nucleo rappresenta una coordinazione funzionale », Marinesco aveva detto: « ogni funzione individuale ha il suo centro o nucleo spinale ». Mi si concederà che le due affermazioni sono in fondo identiche e perciò rinvio il lettore a quanto ho detto più sopra sulla teoria della localizzazione « funzionale » di Marinesco, e non torno a ripetere le stesse considerazioni in riguardo alla teoria di Lapinsky.

Finalmente, e con questo breve cenno terminerò il capitolo, devo qui rammentare il non indifferente contributo sperimentale e teorico portato da un ultimo autore al problema delle proiezioni spinali degli organi sensitivi e neuromuscolari periferici. Ho già avuto occasione di accennare alle ricerche di Bikeles, in proposito delle proiezioni spinali dei gangli intervertebrali. Recentemente lo stesso autore (1903-1905) ha ripreso questo ordine di studi, coll'intento di determinare specialmente l'estensione e la situazione delle alterazioni cellulari cornuali e delle degenerazioni nelle fibre radicolari intramidollari, dopo le recisioni di svariate unità nervose sensitivo-motorie. I risultati di queste ricerche, oltrechè contribuire alla miglior conoscenza dell'esatta origine segmentale di diversi nervi periferici in diverse specie di mammiferi (cane, gatto, cercopiteco) hanno anche recato un notevole contributo dottrinale la cui attendibilità mi sembra sufficiente e la cui importanza è notevole.

Bikeles innanzitutto si schiera tra coloro che sostengono che nel corno ventrale del midollo spinale siano separate le cellule innervatrici dei derivati muscolari dorsali e ventrali dei somiti: quando si estirpa un intero plesso attuale (cioè le divi-

sioni primarie ventrali di una serie di nervi spinali, il gruppo ventromediale di cellule non entra in reazione. Questo gruppo quindi conterrebbe oltre ad alcuni grossi elementi commisurali, le cellule motrici per i muscoli della colonna vertebrale, cioè per i muscoli innervati dalla divisione primaria dorsale dei nervi spinali.

Le rimanenti cellule appartengono tutte al territorio innervativo della divisione primaria ventrale, e per ogni segmento spinale i gruppi formati da esse innervano sull'arto ciò che Bikeles chiama con Sherrington « un segmento muscolare raggiato », (cioè un vero miotoma o parte di miotoma: una striscia longitudinale, non un segmento articolare). Per ogni segmento spinale vi sono poi complessi cellulari che innervano sezioni ventrali, altri che innervano sezioni dorsali della muscolatura dell'arto. La disposizione reciproca di questi complessi cellulari ha carattere nettamente morfologico. Quando in una medesima sezione trasversa del midollo spinale si trovano cellule motrici sia per muscoli ventrali sia per muscoli dorsali di un miotoma attuale, allora le cellule situate più lateralmente innervano i muscoli dorsali, quelle medialmente, i muscoli ventrali.

Inoltre si trova espresso nell'ordinamento delle cellule motrici del midollo spinale, la distinzione tra muscoli prossimali e distali degli arti. Per ogni segmento spinale le cellule innervatrici dei muscoli più prossimali (muscoli tronco- e zono-stelepodiali) giacciono in vicinanza al margine ventrale del corno, mentre le cellule motrici dei muscoli apicali degli arti invece giacciono nel limite dorsale di esso.

Infatti Bikeles trovò che p. es. le cellule motrici pel *M. latissimus dorsi* (dorsale) giacciono sempre lateralmente di quelle per i *Mm. pectorales* (ventrali), le quali sono situate nel gruppo centrale del corno. Così le cellule d'origine del *N. crurale* (dorsale) situate nei gruppi laterali, giacciono senza eccezione più lateralmente degli elementi motori di origine del *N. otturatorio* (ventrale). Così le cellule dei *Mm. glutei* ed *ileopsoas* giacciono vicino al limite ventrale del corno ventrale. Le cellule dei muscoli del braccio (p. es. del *M. triceps brachii*) e della gamba (p. es. del *M. triceps femoris*) occupano una posizione tra il limite ventrale e quello dorsale del corno ventrale, nel cosiddetto gruppo intermedio.

La conseguenza teorica di questi fatti è per Bikeles che l'ordinamento delle cellule motorie nel corno ventrale del midollo spinale è, come dissi, a tipo nettamente morfologico, e probabilmente in rapporto con le condizioni dello sviluppo ontogenetico dei muscoli delle estremità. Il primo gruppo cellulare che si differenzia è quello per i muscoli della porzione dorsale del miomero primitivo: il gruppo ventromediale, il quale si trova quasi contiguo al miomero stesso finchè questo si trova situato accanto alla corda dorsale. Quando poi comincia la crescita in direzione laterale del corno attuale, le cellule nervose per il materiale contrattile delle gemme miomeriche che sono supposte anche nei mammiferi di migrare nell'arto, si dispongono dietro alle prime, cioè dorsalmente al gruppo ventromediale, e man mano che l'abbozzo dell'arto cresce, man mano nuovi gruppi si differenziano, disposti sempre più dorsalmente dei precedenti. Perciò i muscoli prossimali degli arti hanno il loro nucleo innervatore spinale nel limite ventrale, quelli apicali il loro nucleo nel limite dorsale, e quelli situati nei segmenti intermedi degli arti, i loro elementi nervosi spinali, nei gruppi intermedi del corno ventrale del midollo.

Per la dottrina delle localizzazioni spinali da tutto ciò consegue che l'ordinamento delle cellule motrici del nevrasso spinale, non rispecchia secondo Bikeles nessuna divisione anatomica periferica rappresentata da segmenti artuali, da nervi o da muscoli, e ancora meno rispecchia condizioni o complessi funzionali, sinergie motrici ecc.

L'opera di Bikeles completa quindi in modo soddisfacente la tesi di Déjérine.

Riassunto del capitolo.

Le conclusioni sintetiche risultanti dalle ricerche analizzate nel capitolo sono:

1. Le teorie sulle localizzazioni « muscolari », « nervose », « segmentarie », dei « flessori » od « estensori » la teoria della « metameria spinale secondaria » espresse da vari autori in base a ricerche d'anatomia patologica hanno trovato numerosi controlli sperimentali.

2. La teoria strettamente « muscolare » mantenuta da Sano anche in base a lavori sperimentali (sul « nucleo del diaframma », ecc.) è oppugnata da tutti gli altri.

3. Le localizzazioni « nervose », teoria primitiva di Marinesco, modificata poi dall'autore stesso, venne negata da tutti gli altri autori, che prima o dopo di lui, fecero gli esperimenti relativi (Von Sass, Knape, Lapinsky, Bikeles).

4. La teoria « segmentaria » di Van Gehuchten e quella delle fette midollari (metameria spinale secondaria) di Brissaud, furono confermate dai controlli sperimentali degli autori stessi, ma oppugnati da tutti gli altri che li ripeterono (Ferranini, Cerletti, Perusini, Parhon, Knape, Lapinsky, Bikeles).

5. Sembra quindi accertato che la definizione negativa di Lapinsky « la localizzazione spinale non può essere una localizzazione d'unità anatomiche periferiche » sia pienamente giustificata.

6. Ma non perciò sono più ammissibili le teorie equivalenti emesse in ultimo prima di Marinesco e suoi allievi (Parhon, Goldstein) e poi da De Buck e da Lapinsky e che si possono riassumere così: « la localizzazione spinale è una localizzazione funzionale (di sinergie coordinate) ».

7. Infatti in base ad una serie di considerazioni teoriche e di fatti, anche questa teoria si può considerare erronea, sicchè rimane intatta soltanto quella semplice di Déjérine; « la localizzazione spinale è una localizzazione radicolare », cioè segmentale e metamerica.

8. Entro i segmenti spinali poi, esiste soltanto un ordinamento puramente morfologico delle cellule, potendosi secondo Bikeles distinguere in tutto il midollo il gruppo ventromediale come innervatore dei muscoli derivati della porzione dorsale del miomero primitivo (divisione primaria dorsale del nervo spinale) mentre a livello degli arti si dispongono separatamente gli elementi innervatori dei muscoli della faccia dorsale, e di quella ventrale degli arti stessi.

PARTE QUINTA.

Obiettivo dell'anatomia segmentale e sintesi del lavoro.

È tempo oramai di riunire le fila sparse e tessere all'intreccio, il nodo finale che raggruppi a sintesi, le nozioni analitiche fin qui esposte. Ciò mi propongo di fare brevissimamente nell'ultimo capitolo della presente Memoria.

CAPITOLO XIII.

L'obiettivo dell'anatomia segmentale.

Nelle pagine precedenti ho esposto che concordemente i risultati delle ricerche anatomiche, sperimentali e cliniche dimostrano la tenacia dei nessi morfologici e funzionali che nella regione somatica dei vertebrati collegano i derivati cutanei e muscolari dei somiti primitivi ai segmenti di sostanza nervosa centrale (i polioneuromeri) del neurasse spinale. Ed innanzi agli occhi e nella mente del lettore si sono succedute le serie svariate di ricerche, le più diverse per natura ed indole, tutte proclamanti, che non v'è punto della superficie cutanea, che non v'è fibra muscolare del corpo vertebrato, la cui innervazione spinale non attesti il fondamento segmentale della trama architettónica di esso. Purtroppo però tutto sommato, il complesso delle conoscenze in questo riguardo è ancora frammentario: soltanto del macaco (Sherrington, R. Russel) e dell'uomo (Bolk ed i clinici) possiamo dire di possedere sulla dermatomeria e sulla miomeria indicazioni complete.

Per tutte le altre specie animali esiste appena, se pur esiste, qualche dato isolato; per l'intera classe dei rettili non possediamo neppure l'inizio d'una ricerca; per gli anfibi contiamo numerose notizie ripetute e controllate sulla sola rana: per gli uccelli non c'è che l'unica ricerca di Sparvoli, per i pesci quelle di Van Rynberk sugli scilli e sui pleuronettidi.

Dal punto di vista dell'anatomia comparata vi è quindi ancora un campo quasi illimitato da dissodarsi, e non occorre nemmeno mettere in rilievo quale interesse hanno già da per se stessa, la esatta conoscenza dell'innervazione segmentale, spinale degli organi periferici a complemento delle notizie puramente descrittive dell'innervazione per opera dei nervi periferici. Il problema affascinante e difficile delle omologie e paraomologie muscolari, ed aggiungasi: cutanee, riceve dalla concezione segmentale degli organismi una nuova luce, tanto improvvisa quanto rivelatrice.

Ma vi è di più. L'obiettivo dell'anatomia segmentale è più ampio, e soprattutto più elevato, e non consiste soltanto nell'enumerazione pura e semplice delle origini segmentali dei nervi o dei muscoli o delle zone cutanee, non consiste soltanto nel-

l'assegnare agli organi periferici od alle loro parti, una cifra d'ordine nella serie metamerica. Essa innanzi tutto deve tendere a rimbastire tutte le conoscenze anatomiche sullo schema dell'architettura segmentale, deve cioè studiare gli animali vertebrati come aggregati lineari di metameri, deve studiare il corpo degli individui nei singoli somiti dai quali risulta. Deve cioè far sorgere accanto alla descrizione anatomica dei sistemi (anatomia descrittiva) e delle regioni (anatomia topografica) quella

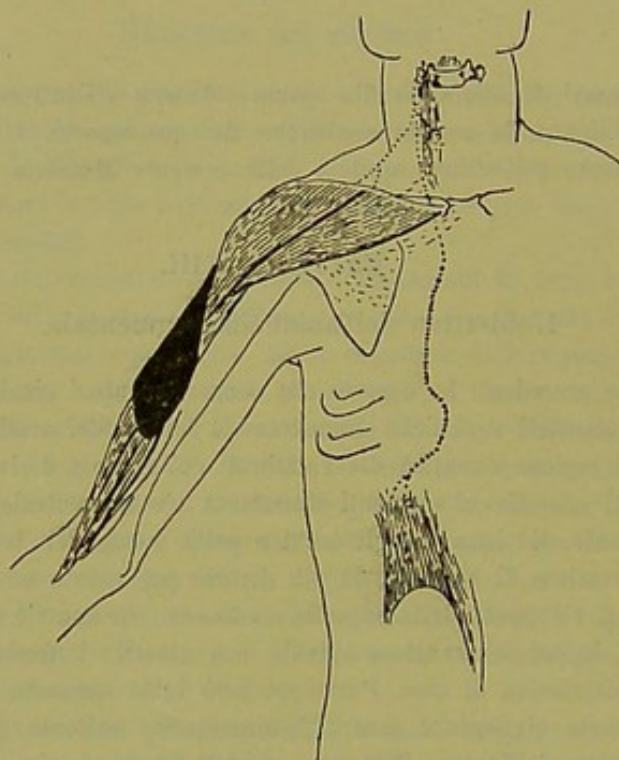


FIG. 161. — I derivati muscolari (miotoma) cutanei (dermatoma) e nervosi (polioneurotoma) del 5° metamero somatico dell'uomo raffigurati schematicamente, da Sano.

non meno feconda dei segmenti del corpo. Ma per giungere a ciò è necessario un lavoro che raggruppi opportunamente i sparsi dati analitici. Bolk, fin dal 1898 ha indicato nettamente questa finalità quale meta cui debba attendere l'anatomia segmentale. Un primissimo tentativo in questa direzione è stato poi fatto da Sano (1901) del quale bisogna lodare la felice iniziativa.

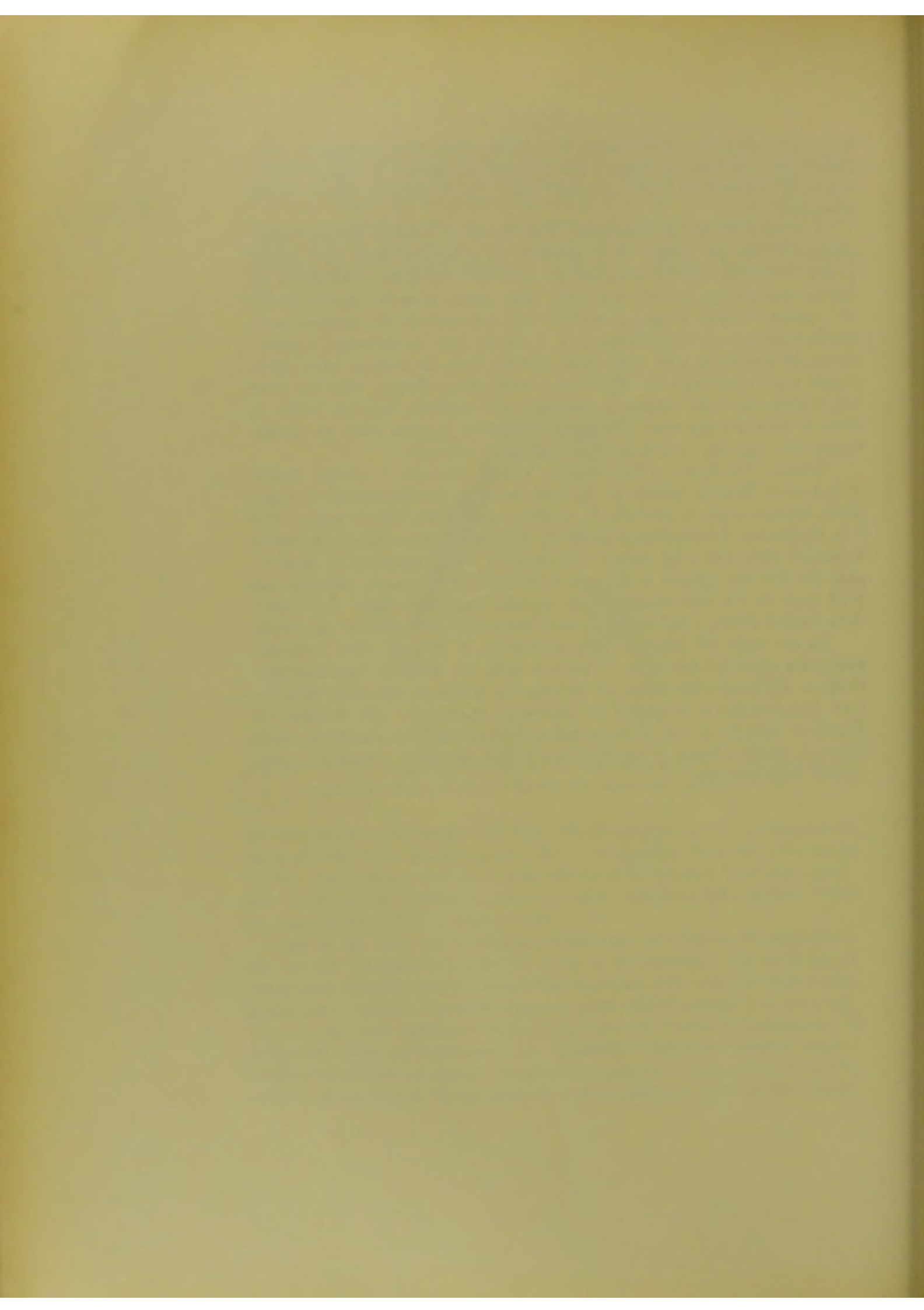
Egli fin dal 1901, nel V Congresso Fiammingo per le Scienze Mediche e Naturali, non solo proclamò la necessità di riunire i dati anatomici segmentali per la ricostruzione ideale dei singoli metameri del corpo, ma come esempio raffigurò schematicamente i derivati muscolari, cutanei e nervosi del 5° metamero somatico dell'uomo (v. fig. 161) aggiungendovi una eloquente perorazione sulla necessità per il biologo, sull'utilità per il patologo e per il clinico, di conoscere i rapporti reciproci e l'influenza reciproca che possono esercitare per mezzo del sistema nervoso, l'uno sull'altro, i diversi derivati di uno stesso segmento embrionale. Certo io credo nessun

fatto, come esponente e dimostrazione della tenacia della trama metamERICA fondamentale dell'organismo vertebrato, è più eloquente che appunto la discesa del diaframma nei mammiferi e la pertinacia colla quale il nervo frenico lo segue in questa migrazione.

È evidente che per la ricostruzione ideale dei singoli metameri del corpo occorre conoscere anche, per quanto ciò è possibile, la metameria degli altri sistemi d'organi e del capo: innanzi tutto quel che resta dell'angiomeria o metameria del sistema vascolare, poi l'origine segmentale degli organi splancnici (splancnomeria) ed i rapporti d'origine dei singoli tratti del tubo gastroenterico coi metameri mesodermici (l'enteromeria *ampliore sensu*). E finalmente tutta la cefalomeria, o segmentazione del mesoderma e del tubo neurale cefalico. Tutto ciò è ancora terra vergine o quasi e per quanti siano gli sforzi fatti e quelli che si faranno, forse non verrà mai il giorno nel quale sapremo tracciare per ogni vertebrato, compreso l'uomo, le divisioni ideali che agli occhi della mente lo facciano apparire quasi un anellide segmentato, come una serie di metameri distinti ed individuali!

Intanto i dati di fatto nella metameria cutanea, muscolare e nervosa, raccolti nella presente Memoria, possono già fin d'ora fornire un prezioso materiale di notizie per la fisiologia e per la patologia. In riguardo a quest'ultima, tutto il capitolo VIII è la illustrazione dell'imperiosa necessità che il clinico conosca a fondo l'innervazione segmentale della cute e dei muscoli e le proiezioni spinali segmentali di questi organi. Per quel che riguarda la fisiologia è indubbio che un grande vantaggio essa potrà trarre da una equa valutazione dei rapporti segmentali, specie nello studio delle funzioni riflesse, i cui problemi s'incardinano tutti nella dottrina segmentale.

Ma non voglio ora precorrere sulle applicazioni in fisiologia delle conoscenze anatomiche segmentali perchè di ciò tra non molto mi occuperò esaurientemente. Compreso dall'irremovibile logica del dettame, che in biologia, allo studio della funzione deve precedere la conoscenza del *substratum* morfologico; alla indagine del dinamismo della forma viva, la sicura nozione delle sue condizioni statiche, ho voluto intanto in questo « Saggio di anatomia segmentale » raccogliere modestamente l'inventario delle cose note.



APPENDICI

- A) TABELLE ILLUSTRATIVE DEL TESTO.
 - B) LETTERATURA DEI SINGOLI CAPITOLI.
-



A) TABELLE

TABELLA 1.

Nervi spinali concorrenti all'innervazione dell'arto pelvico in diversi pesci, secondo Davidoff (1879).

SPECIE	Nervi spinali
<i>Scyllium</i>	25, 26, 27 — 35
<i>Carcharias</i>	27, 28, 29 — 35
<i>Acanthias</i>	31 — 39, 40 — 47
<i>Triakis</i>	31 — 34, 35 — 41
<i>Galeus</i>	32 — 35, 36 — 37
<i>Heptanchus</i>	34, 36, 37 — 45

NB. — Le cifre in grassetto rappresentano nervi concorrenti a formare il *nervus collector*; gli altri nervi entrano direttamente nella pinna. Dalla tabella risulta lo « spostamento » dell'arto.

TABELLA 2.

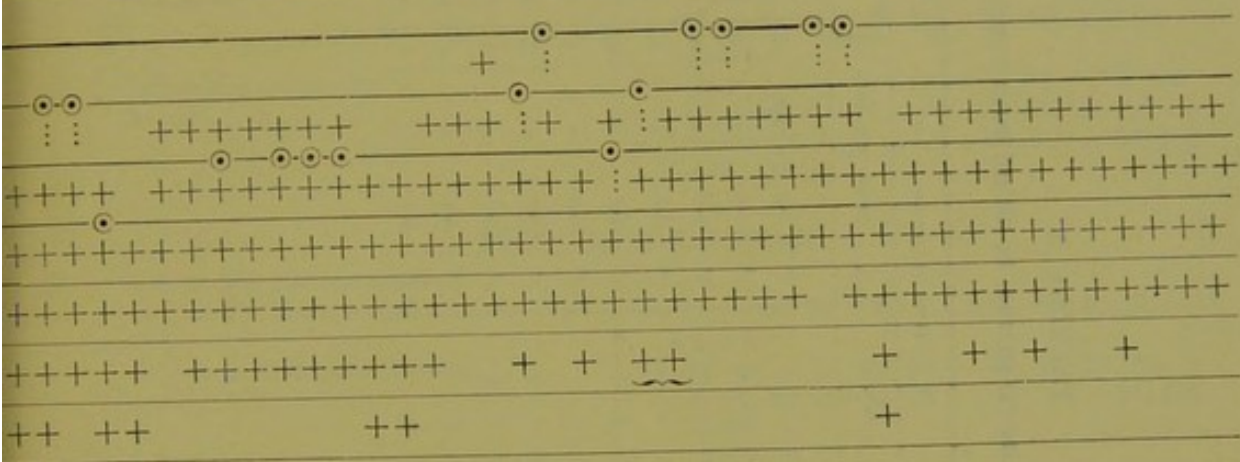
Nervi spinali concorrenti all'innervazione delle pinne toraciche di alcuni selacei, secondo Braus (1892).

SPECIE	Nervi spinali penetranti nella pinna	Nervi formanti plesso
<i>Acanthias</i>	2° — 13°	4° — 8°
<i>Scymnus</i>	3° — 11°	
<i>Odontaspis</i>	8° — 22°	12° — 16°

TABELLA 3.

Composizione del plesso brachiale d'alcuni anfibi e rettili, secondo Fürbinger (1873-75).

SPECIE	RADICE
<i>Proteus anguineus</i>	3 4 5
<i>Salamandra maculata</i>	2 3 4 5
<i>Siredon pisciformis</i>	2 3 4 5
<i>Cryptobranchus japonicus</i>	2 3 4 5 6
La maggior parte degli anuri (eccettuata <i>Pipa americana</i>)	(2) 3 4
<i>Trumpe japonicus</i>	6 7 8
<i>Emys europaea e serrata</i>	6 7 8 9
<i>Testudo tessellata</i>	6 7 8 9
<i>Platydictylus aegyptiacus</i>	5 6 7 8 9
<i>Trachysaurus rugosus</i>	6 7 8 9
<i>Lacerta ocellata</i>	6 7 8 9
<i>Uromastix spinipes</i>	6 7 8 9
<i>Phrynosoma cornutum</i>	6 7 8 9
<i>Varanus niloticus</i>	7 8 9 10
<i>Pseudopus Pallascii</i>	4 5 6
<i>Chamaeleo vulgaris</i>	3 4 5 6 7
<i>Crocodylus acutus</i>	7 8 9 10 11



- "
- "
- "
- Psalacus erithacus*
- Chrysotis autumnalis*
- Gypogeranus serpentarius*
- Pandion haliaeetus*
- Urucectos audax*
- "
- Tinnunculus alaudarius*
- Buteo vulgaris*
- Misus communis*
- Ketupa javanensis*
- Glaucidium passerinum*
- Syrceus aluco*
- Otis vulgaris*
- Corythaix persa*
- Cinulus canorus*
- Harpactes Temminckii*
- Ceprenulagus europaeus*
- "
- Podargus humeralis*
- Momotus brasiliensis*
- Todus domini*
- Merops apiaster*
- Bucerus convexus*
- Bucorvus abyssinicus*
- Pelargopsis javana*
- Cypselus apus*
- Megaloema australis*
- Rhamphastur piscivorus*
- Picus medius*
- "
- Gecinurus viridis*
- "
- Urocissa sinensis*
- Garrulus glaudarius*
- "
- Corvus corone*
- Turdus pilaris*

TABELLA 5.
La costituzione dei plessi brachiale e lombo-sacrale in alcuni mammiferi, secondo Paterson (1886).

SPECIE	Numero rispettivo di radici						PLESSO BRACHIALE				PLESSO LOMBO-SACRALE				Totale
	c	t.	l.	s.	c.	30	r. corr.	r. torac.	Numero progressivo	30	r. lomb.	r. sacr.	Numero progressivo		
														30	
Topo	8	11	6	2	3	80	5, 6, 7, 8	1*	5-9 (compr.)	5	2, 3, 4, 5, 6	—	21-25 (compr.)	5	
Cavia	8	13	6	2	1	80	5, 6, 7, 8	1*	5-9 "	5	3, 4, 5, 6	1	24-28 "	5	
Coniglio	8	12	7	3	4	84	5, 6, 7, 8	1*	5-9 "	5	4, 5, 6, 7	1*	24-28 "	5	
Riccio	8	14	5	4	5	86	6, 7, 8	1*	6-9 "	4	1*, 2, 3, 4, 5	1*	28-28 "	6	
Entellus	8	12	7	3	4	84	4*, 5, 6, 7, 8	1*	4-9 "	6	3, 4, 5, 6, 7*	—	23-27 "	5	
Gatto	8	13	7	3	6	87	6, 7, 8	1*	6-9 "	4	4*, 5, 6, 7	1*	25-29 "	5	
Koala	8	11	8	2	1	80	5, 6, 7, 8	1*	5-9 "	5	4*, 5, 6, 7, 8	—	23-27 "	5	
Capucinus	8	13	5	4	5	85	5, 6, 7, 8	1*	5-9 "	5	2, 3, 4, 5	1*	23-27 "	5	
Camello	8	12	7	5	5	87	6*, 7, 8	1*	6-9 "	4	4*, 5, 6, 7	1	24-28 "	5	
Gnu	8	13	6	4	6	87	6*, 7, 8	1*	6-9 "	4	4, 5, 6	1, 2	25-29 "	5	

* Partecipa soltanto in parte.

TABELLA 6.

Le variazioni nelle origini radicolari dei nervi derivati dal plesso lombo-sacrale dell'uomo, secondo Eisler (1892).

PLESSO LOMBARE.

N E R V I	Origini radicolari
Rami ad M. Quadratum lumborum	L1 - L1, D12 - L1, L2. Una volta si trovò nello stesso cadavere dall'uno dei lati D12, L1, L2, e dall'altro L1, L2, L3.
Ileo-hypogastricus et ileo-inguinalis	L1 - L1, D12, (D11) - (D12).
Genito-cruralis	L2 - L2, L1 - L1 (L12).
Obturatorius	L4, L3, L5, L2 - L4, L3, L2 - L3, L4, L2, (L1) - L3, L2, L4, L1 - L3, L2, L1, L4 - L3, L2, L1.
Obturatorius accessorius	L4, L5 - L4, L3 - L3, L4 - L3 - L3, L2.
Cruralis	L4, L3, L5, L2, (L1) - L4, L3, L2, L5 (L1) - L4, L3, L2, L1, - L3, L4, L2, L1 - L3, L2, L4, L1, (D12).

PLESSO SACRALE E COCIGEO.

Rami ad Mm rotatores femoris	
" ad M quadr. femoris	S1, L5 - L5, S1 - L5, L4, S1 - L4, L5, (S1) - L4, L5.
" ad M obturator. internum.	S2, S1, S3 - S1, S2, S3, - S1, S2, L5, S3 - S1, S2, L5, (S3 - L5, S1, S2, L4 - S1, L5, L4, S2.
Tibialis:	
Rami ad Mm. flexores cruris	
" ad Caput longum m. bicipitis.	S2, S3, S1, (S4) - S2, S3, S1, L5.
" ad m. semitendinosum	S1, S2.
" ad m. semimembranosum	L5, S1 - L5, S1, L4.
" ad m. adductorem magnum.	L5, S1 - L5, S1, L4.
Glutaeus superior	L5, S1, S2 - (S1, L5, S2) - L5, S1, S2 - L5, S1, L4, (S2) - L5, L4, S1 - L4, L5, S1.
Glutaeus inferior	S1, S2, S5, (S3) - S1, L5, S2 - L5, S1, L4.
Rami ad M pyriformem	(S1, L5) - (S1) - S1, S2 - S2, S1 - (S2) - (S2, S3).
Peroneus	L5, L4, S1 - L5, L4, S1, L3 - L5, L4, S1, S2 - L5, S1, S2, L4 - S1, L5, S2, (L4) - S1 S2, L5, (L4) - S1, S2, S5 (S3).
Cutaneus femoris posticus:	
truncus comunis (Luschka)	S3, S2, S4 - S3, S2, S1 - S2, S3, S1 - S2, S1, S3 - S2, S1 - S1, S2 - S1, S2, L5.
portio dorsalis	S1, S2 - S1, S2, L5 - S1, L5, S2.
portio ventralis	S3, S4, S2 - S4, S2 - S2, S3, (S1) - S2, S1, (S3) - S1, S2.
Perforans ligamenti sacro-tuberosi (Voigt, Schwalbe)	S2 - S3 - S2, S3 - S3, S2 - (S4).

TABELLA 6 (Seguito).

N E R V I	Origini radicolari
Plexus pudendalis: (pudendo-haemorrhoidalis)	S3 — S2 — Con rispettive aggiunte di S4, S3, S1, (L5).
n. pudendus	S3, S4, S2, S1 — S3, S2, S4, S1 — S3, S2, S1, S4 — S3, S2, S1, L5 — S2, S3, S1, L5.
n. haemorrhoidalis	S4, S3, — S4, S3, S2 — S3, S4, S2 — S3, S2, S4 — S3, S2.
r. ad M. levat. ani	S4, S3, (S5) — S4, S3, S2 — S3, S4, S2, — S3, S2, S4, — S3, S2.
r. ad M. cocygeum	S3, S4 — S4, S3 — S3, S2 — S4, S3 S1.
Plexus cocygeus:	
n. perforans cocyc. major.	S4, S5 — S5 — S4, S3, (S2).
nn. perforantes coc. minores.	S4, S5 — S5 Cos.

TABELLA 7.

Composizione radicolare del plesso brachiale nei Primati, secondo Bolk (1902).

S P E C I E	Radice cervicale							Numero totale di radici
<i>Propithecus</i>	—	5	6	7	8	9	10	6
<i>Lepilemur</i>	—	5	6	7	8	9	—	5
<i>Perodicticus</i>	—	5	6	7	8	9	—	5
<i>Lemur</i>	—	5	6	7	8	9	—	5
<i>Midas</i>	—	5	6	7	8	9	(10)	5
<i>Nyctipithecus</i>	—	5	6	7	8	9	—	5
<i>Chrysotrix</i>	—	5	6	7	8	9	10	6
<i>Ateles</i>	—	5	6	7	8	9	—	5
<i>Mycetes</i>	—	5	6	7	8	9	—	5
<i>Cebus</i>	—	5	6	7	8	9	—	5
<i>Cynocephalus</i>	—	5	6	7	8	9	10	6
<i>Cercopithecus</i>	—	5	6	7	8	9	10	6
<i>Macacus</i>	—	5	6	7	8	9	10	6
<i>Colombus</i>	—	5	6	7	8	9	—	5
<i>Semnopithecus</i>	—	5	6	7	8	9	—	5
<i>Hylobates</i>	4	5	6	7	8	9	—	6
<i>Orang</i>	4	5	6	7	8	9	10	7
<i>Chimpanse</i>	4	5	6	7	8	9	—	6
<i>Gorilla (Eisler)</i>	4	5	6	7	8	9	—	6

TABELLA 8.

La distribuzione delle fibre motorie delle radici spinali ai muscoli dell'arto superiore, secondo Herringham (1886).

RADICI	MUSCOLI
3, 4, 5 . . .	Levator anguli scapulae.
5	Rhomboidei.
5 (6)	Supraspinatus, Infraspinatus, Teres minor.
6, 6	Subscapularis, Deltoideus, Biceps, Brachialis anticus.
6	Teres major, Pronator teres, Flexor carpi rad., Supinator longus, brevis. Muscoli superficialia eminentiae thenaris.
5, 6, 7 . . .	Serratus magnus.
6, 7	Extensores carpi radiales.
7	Coraco-brachialis. Latissimus dorsi. Extensores ante-brachii. Triceps. (Caput externum).
7, 8, 9 . . .	Flexor sublimis, profundus carpi ulnaris. Flexor longus pollicis. Pronator quadratus.
8	Triceps (caput longum). Muscoli eminentiae hypothenaris. Interossei. Muscoli profondi em. thenaris.
6, 7, 8, 9	Pectoralis major.
7, 8, 9.	Pectoralis minor.

TABELLA 9.

Le origini dei nervi periferici dalle divisioni dorsale e ventrale dei plessi brachiale e lombo-sacrale nei mammiferi, secondo Paterson (1885).

PLESSO BRACHIALE.

RAMI NERVOSI	MUSCOLI
Rami ventrali:	
Nervo toracico anteriore . . .	Muscoli pettorali.
" muscolo-cutaneo	" sulla faccia anteriore dell'omero. Cute della faccia esterna ed anteriore dell'avambraccio.
" mediano ed ulnare	Muscoli e cute della faccia ant. dell'avambraccio della mano.
" cutaneo interno	Cute della faccia interna ed ant. del braccio e dell'avambraccio.
Rami dorsali:	
Nervo soprascapolare.	Muscoli della faccia dorsale della scapola.
" sotto-scapolare breve	Muscolo sotto-scapolare.
" circonflesso	Muscoli deltoideo e teres minor. Cute della faccia posteriore ed esterna della spalla e del braccio.
" sotto scapolare medio	Muscoli sotto-scapolare e teres major.
" muscolo-spirale	Muscoli della faccia posteriore dell'omero dell'avambraccio e della mano. Cute della faccia posteriore dell'avambraccio e della mano.
" sotto scapolare lungo	Muscolo latissimo del dorso.

PLESSO LOMBO-SACRALE.

Rami ventrali:	
Nervo crurale	
" otturatore	Muscoli della faccia interna della coscia e flessori del ginocchio.
" popliteo interno	Muscoli e cute della faccia posteriore della gamba e della pianta del piede.
Rami dorsali:	
Nervo crurale anteriore	Muscoli della faccia anteriore della coscia e della faccia interna della gamba e del piede. Cute della faccia interna della gamba e del piede.
" gluteo superiore	Muscoli gluteo, medio e minimo; tensor fasciae femoris.
" popliteo esterno	Muscoli e cute della faccia esterna ed anteriore della gamba e del piede.

TABELLA 10.

Origine radicolare dei rami nervosi cutanei destinati all'arto superiore dell'uomo, secondo Bolk (1908).

RADICI	NERVO	RAMI CUTANEI
4 (IV Cerv.)	—	Supraclaviculares.
5 (V ")	Muscolo-cutaneus	R. cutaneus brachii internus.
"	Axillaris	" humeri posterior.
6 (VI Cerv.)	Muscolo-cutaneus	" brachii externus.
"	Medianus	R. palmaris.
"	Axillaris	Rr. digitorum volares.
"	Radialis	R. cutaneus humeri posterior.
"		R. cutaneus brachii posterior-inf.
"		R. superficialis.
7 (VII cerv.)	Medianus	R. palmaris.
"	Ulnaris	Rr. digitorum volares.
"	Radialis	R. cutaneus brachii posterior-inf.
"		R. superficialis.
8 (VIII cerv.)	Medianus	Rr. digitorum volares.
"	Ulnaris	R. palmaris.
"		Rr. digitorum volares.
"	Cutaneus brachii internus major	R. dorsalis.
"	Radialis	R. cutaneus brachii posterior-inf.
"		R. superficialis.
9 (I thorac.)	Medianus	Rr. digitorum volares.
"	Ulnaris	Rr. digitorum volares.
"		R. palmaris.
"	Cutaneus brachii internus major.	R. dorsalis.
"	" "	

TABELLA 11.

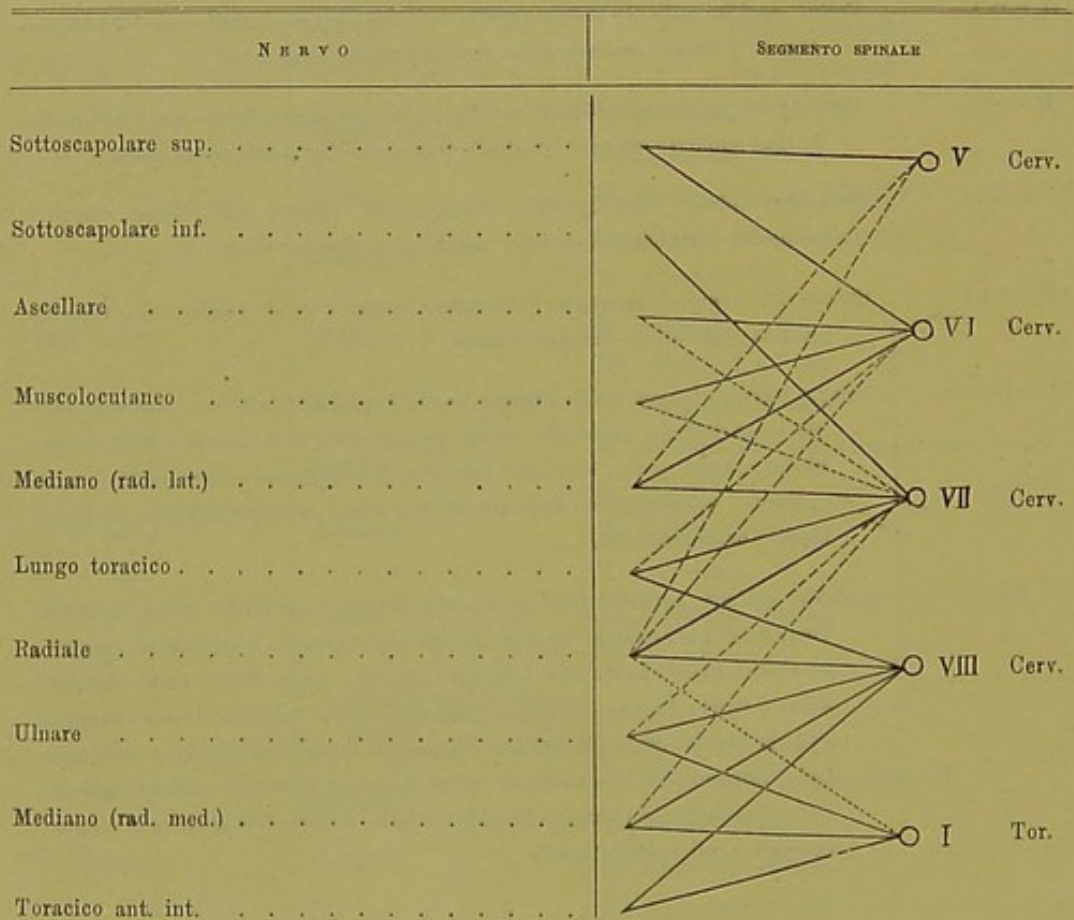
L'innervazione segmentale dei muscoli nell'uomo,
secondo Bolk (1898-1900) (1).

SEGMENTO	MUSCOLI
1. (I cerv.)	Rectus capitis anticus - rectus capitis lateralis - longus capitis - geniohyoideus - thyreoideo - omohyoideus - sternohyoideus - (linguales).
2. (II cerv.)	Geniohyoideus - thyreoideo - omohyoideus, sternothyroideus - sternohyoideus - longus capitis - scalenus medius - trapezius - sternocleidomastoideus.
3. (III cerv.)	Sternothyroideus - sternohyoideus - omohyoideus - longus colli - longus capitis - trapezius - diaphragma - levator scapulae - scalenus medius.
4. (IV cerv.)	Sterno thyroideus - diaphragma - trapezius - longus capitis - longus colli - scalenus medius - subclavius - levator scapulae.
5. (V cerv.)	Longus capitis - longus colli - scalenus medius - scalenus posticus - scalenus anticus - subclavius - pectoralis major (paraclavicularis) - biceps caput breve - biceps caput longum - brachialis internus - rhomboideus - subscapularis - supraspinatus - infraspinatus - teres minor - deltoideus - serratus anticus - supinator brevis - brachioradialis.
6. (VI cerv.)	Scalenus anticus - scalenus medius - scalenus posticus - pectoralis major (para clavicularis et pars externus costalis, biceps caput breves - biceps caput longum - coracobrachialis - brachialis internus - pronator teres - flexor carpi radialis - flexor pollicis longus - pronator quadratus - flexor pollicis brevis - abductor pollicis brevis - opponens pollicis - latissimus dorsi - rhomboideus - subscapularis - infraspinatus - teres minor - terer major - deltoideus - serratus anticus - auconaeus externus - longus - brachio radialis - extensor carpi radialis longus - extensor carpi radialis brevis.

(1) Riproduco in elenco i soli dati finora pubblicati.

TABELLA 12.

Composizione segmentale dei nervi uscenti dal plesso brachiale nell'uomo,
desunta dalle ricerche di Walsh (1877) e Kahan (1882).



Leggenda della tabella 12.

Le linee intere ——— indicano tronchi principali dei nervi
 Le linee tratteggiate - - - - " " secondari " "
 Le linee punteggiate " " incostanti " "

N. B. Questa Tabella è riportata dalla Memoria di Kaiser (1901).

TABELLA 13.

Effetto della stimolazione meccanica delle 3 radici anteriori che formano il plesso lombosacrale della rana, secondo Joh Müller (1834).

RADICI	EFFETTO
1 ^a rad. (= 7 ^a)	Contrazioni della parte interna della coscia.
2 ^a rad. (= 8 ^a)	Scosse nei muscoli della coscia e della gamba.
3 ^a rad. (= 9 ^a)	Movimenti della coscia, della gamba e del piede.

TABELLA 14.

Effetto della stimolazione delle 4 ultime radici spinali anteriori della rana, secondo Kronenberg (1836).

7 ^a radice	Contrazioni nella parte interna ed anche in quella esterna della coscia. Muscoli: Iliacus, Pectineus, Adductores et Tensor fasciae latae.
8 ^a "	Contrazioni fortissime nella coscia, minori nella gamba ed eziandio, sebbene lievi, nel piede.
9 ^a "	Contrazioni veementi nei muscoli del piede e della gamba ed anche in alcuni della coscia.
10 ^a "	Nessuna contrazione.

TABELLA 15.

Distribuzione delle radici motorie del plesso brachiale nei muscoli dell'arto anteriore del coniglio (A), ed effetti complessivi della loro stimolazione (B), secondo Kronenberg (1836).

SEGMENTO	MUSCOLI
5 ^a cerv.	A. latissimus dorsi, triceps, deltoideus, teres. B. L'intero braccio viene alzato ed un po' abdotto. L'avambraccio e la mano, per solito piegati, non si muovono.
6 ^a "	A. latissimus dorsi, triceps, biceps, pronator, flexores manus. B. L'intero braccio viene alzato ed un po' abdotto, l'avambraccio è steso; la mano rimane senza eccezione immobile.
7 ^a "	A. latissimus dorsi, pectoralis, teres, deltoideus, triceps, biceps, brachialis internus, extensores antebrachii (Omnes flexores manus et pronator teres). B. L'estremità del braccio viene attratta contro il petto: l'avambraccio ora flesso ora steso, la mano viene sempre stesa.
8 ^a "	A. Pectoralis, latissimus dorsi, teretes, triceps, flexores manut et digitorum, pronator teres, biceps, extensores manus et digit. B. Il braccio è attratto al petto, l'avambraccio viene steso, la mano flessa, le dita poco flesse.
1 ^a tor.	A. Gli stessi dell'8 ^a cerv. B. Lo stesso effetto come per la stimolazione dell'8 ^a cerv.

TABELLA 16.
Distribuzione nei muscoli delle quattro ultime radici spinali della rana, secondo Eckhard (1849).

7 ^a RADICE	8 ^a RADICE	9 ^a RADICE	10 ^a RADICE
<p>si contrassero sempre i seguenti muscoli: triceps psoas et iliacus semimembranosus semitendinosus sartorius adductores femoris tensor fasciae pectineus obliquus externus abdominis <i>inoltre si contrassero in alcune espe- rienze:</i> adductor magnus ileo-coccygeus gluteus medius et minimus</p>	<p>si contrassero sempre i seguenti mu- scoli: triceps psoas et iliacus semimembranosus semitendinosus sartorius adductores femoris tensor fasciae pectineus biceps adductor magnus rectus internus tibialis anticus, portio superior et externa peroneus anterior et lateralis 1^{us} & 2^{us} gastrocnemius tibo-astragaleus et tarsus calcaneo-scaphoideus et metatarsus flexor longus communis extensor primae phalangis digiti quarti, portio superior et inferior, duo extensores quartae phalangi di- giti quarti, extensor secundae pha- langis digiti tertii, duo extensores tertiaae phalangis digiti tertii, in- termetarsus secundus, calcaneo- metarsus digiti minimi. <i>inoltre si contrasse in alcune espe- rienze:</i> pyramidalis <i>in altra esperienza invece non si con- trasse:</i> flexor longus communis.</p>	<p>si contrassero sempre i seguenti mu- scoli: triceps psoas et iliacus semimembranosus semitendinosus sartorius adductores femoris obturatores gluteus medius et minimus biceps adductor magnus rectus internus pyramidalis obturatores ileo-coccygeus peroneus lateralis secundus gastrocnemius tibo-astragaleus tibo-tarsus calcaneo-scaphoideus lumbicales digiti 3ⁱ et 2^{ae} phalangis digiti 4ⁱ, interosseus plantaris digiti 4ⁱ, flexor brevis digiti minimi, fle- xor br. communis, abductor obliquus digiti 2ⁱ, flexor 4^{us} phalangis di- giti minimi, interosseus plantaris digiti minimi, intermetarsus 2^{us} 3^{us} et 4^{us}. <i>in altre esperienze invece non si con- trassero:</i> pyramidalis ileo-coccygeus</p>	<p>si contrassero in una esperienza i seguenti muscoli: triceps adductor magnus pyramidalis peroneus lateralis secundus gastrocnemius sphincter ani <i>in altre esper. si contrassero invece:</i> ileo-coccygeus sphincter ani <i>oppure:</i> sphincter ani pyramidalis</p>

TABELLA 17.

Distribuzione delle fibre del plesso brachiale
nei muscoli dell'arto anteriore del coniglio, secondo Peyer (1853)

MUSCOLI	5 ^a rad. cervicale	6 ^a rad. cervicale	7 ^a rad. cervicale	8 ^a rad. cervicale	1 ^a rad. toracica
serratus (porzione cervicale)		+			
serratus (porzione toracica)			+	+	
scalenus			+		
latissimus dorsi			+	+	
teres major			+		
latissimus pectoris		+	+		
pectoralis major			+		
pectoralis minor		+	+		
cutaneus maximus				+	
deltoides	+	+			
supraspinatus	+	+	+		
infraspinatus		+	+		
subscapularis		+	+		
teres minor		+	+		
abductor brachii superior		+	+		
abductor brachii longus		+	+		
coraco-brachialis		+			
flexor longus antebrachii	+	+			
flexor brevis antebrachii		+			
extensor parvus antebrachii				+	+
anconaeus longus				+	+
anconaeus externus			+	+	+
anconaeus internus			+	+	+
anconaeus quartus				+	+
pronator			+		+
flexor carpi int.			+	+	+
flexor digit. prof.				+	+
flexor digit. sublimis				+	+
palmaris				+	+
flexor carpi externus				+	+
abductor carpi				+	+
extensor carpi ext.				+	+
extensor digitor. comm.				+	+
extensor pollicis				+	
extensor carpi internus		+	+		
adductor carpi				+	+
flexor digiti minimi					+
lumbricales					+
interossei					+
Diaphragma			+	+	

TABELLA 18.

Distribuzione delle fibre del plesso brachiale nella cute dell'arto anteriore del coniglio, secondo Peyer (1853).

5^a radice cervicale.

Innerva la pelle del lato antero-interno dell'articolazione della spalla, quella sopra la clavicola e della regione infero-esterna del collo fino a mezza via fra spalla e mascella inferiore.

6^a radice cervicale.

La cute del lato anteriore del braccio fino al suo terzo inferiore; quella sopra il capo superiore del muscolo anconeus esterno e lungo fino alla scapola, quella sopra il lato esterno dell'articolazione della spalla e sopra il punto d'inserzione del muscolo latissimo del petto.

7^a radice cervicale.

Faccia anteriore dell'avambraccio fino oltre la metà di esso; la pelle soprastante alla parte inferiore del m. anconaeus-longus fino all'olecrano; la parte interna del braccio e dell'avambraccio; la pelle del pollice del secondo dito, insieme alla faccia dorsale e volare della parte corrispondente della mano media e della radice della mano.

8^a radice cervicale.

Lato antero-esterno dell'avambraccio; verso la mano più posteriormente (cute soprastante al tendine del m. flexor carpi ext.); faccia volare della mano; pelle del 5° dito e della faccia volare ed esterna del 2°, 3°, 4° dito.

1^a radice toracica.

Faccia posteriore dell'avambraccio; verso la mano più esternamente, inoltre la faccia volare e laterale del 2°, 3°, 4° dito.

TABELLA 19.

Disposizione seriale dei campi radicolari del cane, secondo Türck 1856 (1869).

ARTO ANTERIORE.

5^a radice cervicale.

a) ramo posteriore (dorsale).

Il campo cutaneo del ramo posteriore della 5^a rad. cervicale si trova a livello della apofisi spinosa della prima vertebra toracica. Il suo limite superiore tocca il campo cutaneo della 4^a radice cervicale, ed il limite inferiore arriva fino al campo della radice toracica 2^a.

b) ramo anteriore (ventrale).

Il campo ne giace parallelo a quello della 4^a radice, sopra la cintura della spalla, e raggiunge in un mezzo arco la linea mediana anteriore (ventrale) del corpo. Esso giace sopra la fossa sopra-spinata, e sopra parte della fossa infra-spinata; e sopra quella regione che corrisponde alla clavicolare nell'uomo. Raggiunge l'incisura semilunare dello sterno. Il limite inferiore raggiunge il campo cutaneo della seconda radice toracica.

6^a radice cervicale.

a) il ramo dorsale non possiede ramificazioni per la pelle.

b) ramo ventrale.

Il ramo ventrale possiede un campo cutaneo proprio ed una zona in comune colla 7^a radice.

TABELLA 19 (*Seguito*).

Il campo proprio s'addossa a quello della seconda radice cervicale, presso alla faccia estensoria dell'articolazione della spalla e giace sul lato anteriore, esterno e posteriore del braccio.

La zona comune della 7^a radice cervicale è descritta con quella.

7^a radice cervicale.

a) il ramo dorsale non possiede ramificazioni cutanee.

b) ramo ventrale.

Il campo comincia presso la fossa infraspinata, in contatto col campo della 4^a radice cervicale; continua nella parte mediana della faccia esterna del braccio fra i campi della 6^a radice cervicale e della 2^a radice toracica. Prosegue sulla faccia flessoria ed esterna dell'articolazione del gomito, lungo il margine radiale ed una parte della faccia interna della radice della mano. Si trova anche sul pollice e sulla prima falange dell'indice. Dall'articolazione del gomito si continua in alto come un lembo sottile, che abbraccia in parte il campo della 6^a radice cervicale. Probabilmente questo campo dovrebbe in parte o in tutto considerarsi come zona comune della 6^a e 7^a radice cervicale; poi esso ha ancora una zona in comune colla 8^a radice cervicale e con la 1^a toracica.

8^a radice cervicale.

a) il ramo dorsale non ha ramificazioni cutanee.

b) ramo ventrale.

Non possiede un campo proprio, bensì una zona principalmente in comune colla 7^a radice cervicale. Questa zona principia all'olecrano, giace ristretta la lunghezza dell'avambraccio, e sulla parte antero-esterna della faccia dorsale della mano; abbraccia la faccia laterale e volare del pollice, la faccia laterale e dorsale delle altre dita, eccettuata la faccia dorsale del mignolo. Sul lato radiale del dorso della mano e della faccia dorsale delle prime dita prevalgono le fibre originarie dalla 7^a radice cervicale. La radice 6^a ed 8^a cervicale non hanno zona in comune.

1^a radice toracica.

a) il ramo dorsale non ha ramificazione centrale.

b) ramo ventrale.

Possiede una zona comune con le radici cervicali 7^a ed 8^a ed inoltre un campo proprio. Questo ha per limite il margine ulnare dell'avambraccio, include però il margine ulnare del condilo medio del braccio e termina a livello del polso. La zona in comune colla radice cervicale 8^a forma la continuazione del campo proprio della radice della mano, della mano media, del dito mignolo ed anulare. In comune colla radice 1^a cervicale è ancora una zona per la quale si trova allargato il campo proprio sopra descritto lungo il margine ulnare dell'avambraccio.

Probabilmente ha inoltre un campo in comune colla 7^a ed 8^a sulla faccia volare della mano e delle dita e delle membrane interdigitali.

2^a radice toracica.

a) ramo dorsale.

Un campo cutaneo a livello delle apofisi trasverse della 2^a e 3^a vertebra toracica. Esso arriva fino un poco oltre il margine mediale della scapola, in forma d'una striscia perpendicolare all'asse maggiore del corpo, limitato in avanti dal campo della 5^a radice cervicale ed all'indietro da quello della 5^a radice toracica. Esso non raggiunge del tutto la linea mediana.

b) ramo ventrale.

Un campo proprio che comincia a livello della 2^a e 3^a vertebra toracica, passa sopra la fossa infraspinata, continua come una striscia perpendicolare dell'asse maggiore del corpo, lungo il margine esterno della plica ascellare, e va fino un poco oltre l'articolazione del gomito.

Del tutto separato da questo campo ve ne è un altro più piccolo quadrato sulla faccia ventrale del torace, che giace sopra la cartilagine della seconda o terza costa e raggiunge la linea mediana dello sterno.

3^a radice toracica.

a) ramo dorsale.

Giace in corrispondenza della 3^a e 4^a vertebra toracica sotto il campo della seconda radice toracica.

b) ramo ventrale.

Giace sotto al campo del ramo ventrale della 2^a radice toracica. Risale lungo la faccia inferiore dell'ascella fino al braccio.

Le rimanenti radici toraciche formano bande circolari intorno al tronco. Il campo della 4^a radice toracica manda spesso un lembo nell'ascella

TABELLA 20.

Distribuzione periferica delle radici del plesso brachiale nella pelle e nei muscoli del coniglio, secondo Krause (1865).

	MUSCOLI		PELLE
C. IV		Deltoideus	
C. V		Deltoideus	Lato antero-mediale dell'articolazione della spalla. - Regione di cute sopra la clavicola. - Regione infero-laterale del collo fino alla metà fra spalla e mascella inferiore.
		Supraspinatus Flexor antebrachii	
C. VI		Pectoralis tenuis et minor	Lato anteriore del braccio fino al 3° inf. - La cute situata sopra la parte sup. dei muscoli anconeo, lungo e laterale fino alla scapola. - Regione situata sulla faccia laterale dell'articolo della spalla. - Cute sopra l'inserzione d'origine del muscolo pectoralis tenuis.
		Abductor brachii sup. et inf.	
		Deltoideus	
		Coracobrachialis	
		Supra et infraspinatus	
C. VII		Subscapularis	Faccia anteriore dell'avambraccio fin oltre alla metà di esso - Articolaz. del gomito. - Pelle situata sopra la porzione inf. del muscolo anconeo laterale. Pelle situata sopra la porzione inferiore del muscolo anconeo lungo fino all'olecrano. - Faccia mediale del braccio e dell'avambraccio.
		Teres minor	
		Pronator teres	
		Supra et infraspinatus	
C. VIII		Serratus anticus major	Faccia antero-laterale dell'avambraccio. - Pelle situata sopra il tendine del M. flexor carpi radialis. - Faccia volare della mano. - Faccia volare e dorsale del pollice, del 2° dito e del 3° dito. Faccia latero-radiale del 4° dito.
		Flexor carpi medialis	
		Extensor carpi radialis	
		Extensor parvus antebrachii	
		Flexor digit. profundus et sublimis	
		Anconaeus, longus, lateralis medialis	
Th. I		Extensor et abductor pollicis	Faccia posteriore dell'avambraccio. - Vicino alla mano, parte ulnare della faccia posteriore dell'avambraccio. - Faccia ulnare della mano. - Faccia ulnare del 4° dito. - Faccia volare e dorsale del 5° dito.
		Extensor carpi radialis	
		Palmaris	
		Extensor parvus antebrachii	
Th. I		Palmaris	
		Extensor digiti IV	
		Extensor digiti communis	
		Anconaeus quartus	
Th. I		Abductor pollicis	
		Flexor digiti V	
		Flexor carpi, ulnaris et radialis	
Th. I		Lumbricalis et Interossei	
		Flexor digit. profundus et sublimis	

TABELLA 21.

Distribuzione periferica dell'8° e 9° paio di radici spinali, nella rana, secondo Meyer (1869).

ESPERIMENTO 9°.		ESPERIMENTO 8°.	
Taglio del nervo VIII; dopo 3 giorni fu constatata degenerazione secondaria a carico dei segmenti muscoli e zone cutanee.		Taglio del nervo IX. Degenerazione consecutiva nei seguenti muscoli e zone cutanee.	
MUSCOLI	PELLE	MUSCOLI	PELLE
Lumbricales 5-2. Flexor long. dig. 3-4-5. Abductor dig. 5. Transversus plantae ant. Transversus plantae post. Transversi metatarsi 3-2. Extensor long. et brevis dig. 5. Extensor long. et brevis dig. 4. Extensor long. et brevis dig. 3. Extensor tarsi. Extensor long. et brevis dig. 2. Interossei 10-5. Flexor long. 1-2. Flexor metatarsi 3-2.	Faccia fibulare del dorso e della pianta del piede. Dorso del 5°, 4°, 3°, 2° dito. Membrana fra 3° e 2° dito.	Lumbricales 1-3. Transversus plantae ant. Transversus plantae post. Transversi metatarsi 1-3. Opponens. Flexor brevis dig. 1. Extensor tarsi post. Extensor long. et brevis dig. 2. Flexor long. dig. 2-1. Extensor long. et brevis dig. 1. Interossei 1-8. Abductor long. dig. 1. Abductor hallucis. Abductor long. dig. 1.	Faccia fibulare del dorso del piede. Faccia plantare del piede. Dorso del 1°, 2°, 3° dito. Membrane fra 1°-4° dito. Faccia tibiale del 1° dito. Faccia plantare del 1°, 2°, 3°, 4° dito.

TABELLA 22.

Partecipazione delle varie radici spinali ventrali della rana ai diversi movimenti dell'arto posteriore, secondo Hein (1869).

MOVIMENTO	ARTICOLAZIONE				
	Anca	Ginocchie	Piede	Tarso	Dita
Flessione	1. 2	2. 3	2. 3	2. 3	2. 3. 4
Estensione	3. 4	2. 3	3. 4	3. 4	— 3. 4
Rotazione all'esterno	1. 2	2. 3	2. 3	—	—
" all'interno	3. 4	2. 3	3. 4	—	—
Adduzione	2. 3	—	—	—	2. 3. 4
Abduzione	1. 2	—	—	—	— 3. 4

(1, 2, 3, 4 = 1°, 2°, 3°, 4° radice del plesso = 7°, 8°, 9°, 10° radice spinale ventrale).

TABELLA 23.

Innervazione radicolare sensitiva della cute dell'arto posteriore della rana, secondo Hein (1869).

C U T E	NERVO DEL PLESSO
Coscia, faccia dorsale	1. 2. 3. 4.
" " esterna	1. 2. 3. —
" " interna	— — 3. 4.
" " ventrale	1. 2. — —
Ginocchio	1. 2. — —
Gamba, faccia dorsale	— 2. 3. —
" " esterna	1. 2. — —
" " polpaccio	— — 3. 4.
Tallone	— — 3. 4.
Articolazione del piede, faccia esterna	1. 2. — —
" " " " dorsale	— — 3. 4.
" " " " ventrale	— 2. 3. —
Tra tallone e pianta del piede	— 2. 3. —
Margine antero-laterale del piede	— 2. 3. 4.
" postero " " "	— — 3. 4.
Dorso del piede	— 2. 3. —
Pianta " "	1. 2. 3. —
Faccia piantare delle dita	1. 2. 3. —
" dorsale " "	— 2. 3. 4.

(1, 2, 3, 4 = 7^a, 8^a, 9^a, 10^a radice spinale dorsale)

TABELLA 24.

Gli effetti motori della stimolazione delle radici spinali ventrali nella scimmia, secondo Ferrier e Yeo (1881).

PLESSO BRACHIALE (4, 5, 6, 7, 8 rad. cerv. 1^a toracica).

RADICI	MOVIMENTO
1 ^a torac.	Adduzione del pollice, flessione delle dita nelle articolazioni metacarpo-falangee. Inoltre contrazione dei muscoli del collo dello stesso lato, per la quale il capo è piegato verso la spalla.
8 ^a cerv.	Il pugno si chiude fortemente: pronazione e flessione del polso, estensione dell'avambraccio con retrazione del braccio.
7 ^a cerv.	Il braccio è addotto, rotato in dentro e retratto. L'avambraccio è steso in modo da portar il dorso della mano contro il tronco, mentre il polso e le dita sono flesse nelle loro seconde falangi in modo da portar i polpastrelli verso la faccia radiale e verso il tronco. L'atto qui descritto è quello dello <i>sculptor ani</i> . Il M. teres major, il latissimus dorsi e il sottoscapolare sembrano partecipare all'azione.
6 ^a cerv.	Il braccio è addotto e retratto, l'avambraccio steso e pronato, il polso flesso, e la palma della mano portata contro il pube. Sembra esser l'atto per slanciarsi sopra un trapezio, sopra un ramo, servendosi della mano come di punto fisso.
5 ^a cerv.	Il braccio è alzato in alto ed in dentro, l'avambraccio flesso e supinato, il polso e le falangi basali stese. Il risultato dell'atto è di portar la mano alla bocca.
4 ^a cerv.	La spalla ed il braccio sono alzati e portati indietro, l'avambraccio è fissato e supinato ed il polso steso. L'azione della 4 ^a rad. cerv. in altri esperimenti fu simile a quella della 5 ^a eccettuato l'innalzamento all'indietro del braccio.

PLESSO LOMBO-BRACHIALE: nella scimmia 4, 5, 6, 7 rad. lombale, 1^a radice sacrale, nell'uomo 3, 4, 5 lomb., 1, 2 sacrale.

2 ^a , 3 ^a , 4 ^a sacr. . .	Movimenti della coda.
1 ^a sacr.	Adduzione e flessione dell'alluce (falange basale), flessione delle falangi prossimali delle dita, con lieve separazione delle falangi ditali. Anche la coda è mossa verso il lato stimolato.
7 ^a lomb. (1 ^a sacr. nell'uomo)	Flessione della gamba, flessione della pianta e delle dita nelle falangi prossimali come nella 1 ^a radice sacrale, coll'addizione della flessione dell'alluce nella falange distale (flessor lungo).
6 ^a lomb.	Rotazione all'infuori della coscia, la quale assume una posizione media fra estensione e flessione; rotazione all'indietro della gamba che è flessa. Flessione plantare dell'alluce e delle dita nelle loro falangi distali.
5 ^a lomb.	Estensione della coscia e della gamba mentre l'alluce s'impunta. Il risultato composto è l'irrigidimento dell'arto intero all'indietro e sembra essere il movimento che precede immediatamente l'alzarsi del piede da terra per far un passo in avanti durante la deambulazione.
4 ^a lomb.	Flessione della coscia sulla pelvi ed estensione della gamba.
3 ^a lomb.	Contrazione nei muscoli del fianco, ma nulla nell'arto.
2 ^a , 1 ^a lomb. . . .	Contrazione in alcuni muscoli del fianco e della regione ipogastrica.

TABELLA 25.

Gli effetti motori delle stimolazioni delle radici spinali ventrali del plesso lombare del cane e del gatto, secondo Bert e Marcacci (1881).

PLESSO LOMBARE.

RADICI	EFFETTO
1 ^a Radice del plesso	Contrazione dei muscoli sartorio, retto anteriore e psoas. Questi muscoli sono flessori della coscia sul bacino.
2 ^a rad.	Contrazioni nella parte anteriore del <i>vasto esterno</i> in una porzione della <i>fascia lata</i> , e del <i>vasto interno</i> . Vale a dire dei fasci muscolari che presiedono ai movimenti d'estensione della coscia.
3 ^a rad.	Funzione analoga alla precedente con qualche differenza di particolarità che rimangono da precisarsi: la sua eccitazione mette in gioco una parte del <i>vasto esterno</i> , la parte anteriore del muscolo <i>renforci</i> dei flessori. La parte posteriore rimane immobile.
4 ^a rad.	Movimenti: nella parte posteriore del renforci } flessori della gamba. nel semitendineo } nel semimembranoso } corrispondenti ai 3 ⁱ adduttori nell'uomo. nel curvatus } nell'arquatus } estensori della coscia. nel prismaticus } Vi sono dunque due ordini di movimenti comandati dalla 4 ^a radice; i movimenti non sono però in nulla nè opposti nè contraddittori. Essa è quindi dal punto di vista funzionale una radice complessa.
5 ^a rad.	Presiede ai movimenti della coda (radice della gioia).

TABELLA 26.

La partecipazione rispettiva delle radici motorie dei plessi brachiale e lombo-sacrale all'innervazione dei muscoli ed alla formazione dei nervi degli arti (1), secondo Fergue e Lannegrace (1884).

PLESSO BRACHIALE

RADICI	NERVI	MUSCOLI
5 ^a cerv.	rami muscolari sottoscapolare muscolo-cutaneo mediano (branca est.) tronco che fornisce i nervi toracici ant. toracico laterale. circonflesso	angolare, romboidei. sottoscapolare. coraco-brachiale, bicipite, brachiale ant. pronatore rotondo, palmare lungo (queste fibre possono mancare). porzione clavic. del grande pettorale e del sottoclavic fasci superiori del gran serrato. sottojoideo.

(1) Gli Autori introducono il loro elenco colle seguenti parole: « Combinando i risultati degli esperimenti sugli animali (cane e scimmia) colle nozioni fornite dall'Anatomia umana, siamo arrivati alle conclusioni che seguono relative alla funzione speciale di ciascuna radice del plesso brachiale nell'uomo ».

TABELLA 26 (Seguito).

PLESSO BRACHIALE.

RADICI	NERVI	MUSCOLI
5 ^a cerv. . . .	radiale frenico	supinatore lungo, radiali. porzione post. del diaframma. (La parte ant. è inner- vata dalla 3 ^a e 4 ^a rad. cerv.).
6 ^a cerv. . . .	muscolo-cutaneo mediano (branca est.) tronco comune dei nervi to- racici ant. ramo muscolare frenico	bicipite, coraco brachiale, brachiale ant. pronatore rotondo, palmare lungo. sottoclavicolare, porzione clavic. del grande pettorale. fasci medi del serrato ant. parte post. del diaframma.
7 ^a cerv. . . .	muscolo-cutaneo mediano (branca est.) rami muscolari circonflesso tronco comune dei nervi to- racici sup. radiale	bicipite, coraco-brachiale, brachiale ant. pronatore rotondo, palmare lungo (ed anche un poco i flessori superficiali e profondi). gran rotondo, gran dorsale. deltoideo (queste fibre possono mancare). porzione sterno-costale dei Mm. pettorali. tricipite, supinatore lungo, Mm. radiali della re- gione esterna dell'avambraccio, tutti i Mm. della regione post. dell'avambraccio.
8 ^a cerv. . . .	mediano (branca int.) ulnare radiale tronco comune dei nervi to- racici ant.	flessore superficiale, flessore lungo del pollice, Mm. dell'eminenza tenar. ulnare ant., parte interna del flessore profondo, Mm. dell'eminenza ipotenar, Mm. interossei. tricipite, Mm. della regione post. dell'avambraccio.
1 ^a tor.	mediano (branca int.) ulnare radiale	rami muscolari, grande rotondo, grande dorsale. flessore superfic., flessore lungo del pollice, parte esterna del flessore profondo, Mm. dell'eminenza tenar. ulnare, parte interna del flessore profondo, Mm. del- l'eminenza ipo-tenar, Mm. interossei. Mm. della regione post. dell'avambraccio.

PLESSO LOMBO-SACRALE.

1 ^a lomb. . . .	—	(non concorre all'innervazione del membro inferiore).
2 ^a lomb. . . .	crurale	ilio psoas (fortemente), pettineo, sartorio, retto ant., vasto interno.
	otturatore	retto interno, 1 ^o adduttore.
3 ^a lomb. . . .	crurale	ilio psoas, pettineo, sartorio, retto ant., vasto interno ed esterno.
	otturatore	tutta la massa degli adduttori e del retto interno.
4 ^a lomb. . . .	crurale	psoas, vasto esterno.
	otturatore	grande adduttore
	tronco lombosacrale	
	" dei nn. glutei	glutei.
	" dei nn. collaterali del gran sciatico	bicipite, semi-membranoso, semi-tendineo, porzione condiloidea del grande adduttore.
	tronco popliteo esterno	sureo anteriore, estensori delle dita, Mm. peronei.
	" popliteo interno	tricipite, flessori comuni lunghi delle dita, flessore lungo dell'alluce.

TABELLA 26 (Seguito).

RADICI	N ERVI	M USCOLI
5 ^a lomb. . . .	glutei rami dello sciatico	glutei. flessori del polpaccio, semimembranoso, semitendineo, bicipite.
1 ^a sacr. . . .	popliteo interno " "	tricipite, sureo post., flessori delle dita. tutti i Mm. della regione posteriore della gamba e della regione plantare.
2 ^a sacr. . . .	" "	la medesima funzione della rad. precedente, influenza debole sulla gamba, più forte sulla pianta.
altre sacr. . .	" "	perineo (e negli animali la coda).

TABELLA 27.

Gli effetti motori caratteristici della stimolazione delle radici spinali ventrali del plesso lombo-sacrale nel gatto, secondo Langley (1891).

RADICE	EFFETTO
	<i>Risultati ottenuti con individui del tipo II (tipo più comune).</i>
5 ^a lomb.	Flessione della coscia.
6 ^a lomb.	Estensione della coscia, della gamba e del piede; le unghie possono essere stese ma le dita non si separano.
7 ^a lomb.	Estensione della coscia e della gamba, meno intensa nella coscia che per la 6 ^a radice lombale; le unghie stese e le dita largamente separate.
1 ^a sacr.	Leggera contrazione nella gamba; flessione del piede.
2 ^a sacr.	Flessione delle dita e per solito lieve flessione del piede; la radice della coda è mossa verso il lato stimolato.
3 ^a sacr.	Movimento della radice della coda verso il lato stimolato; nessun movimento nell'arto.
	<i>Risultati ottenuti con individui del tipo III.</i>
4 ^a lomb.	Flessione della coscia, la quale è rotata leggermente in dentro; debole estensione della gamba e del piede; le dita qualche volta sono spinte all'indietro.
5 ^a lomb.	Forte estensione della coscia, della gamba e del piede; la coscia è rotata fortemente all'indietro ed il piede all'infuori.
6 ^a lomb.	La coscia assume una posizione media fra la flessione e l'estensione oppure si stende; le unghie escono e le dita si separano largamente.
7 ^a lomb.	Estensione della gamba; la pianta del piede è rotata lievemente all'indietro, mentre la gamba ed il piede sono spinti in alto; le dita sono un po' separate e le unghie moderatamente stese; la radice della coda è mossa verso il lato stimolato.
1 ^a sacr.	Flessione leggera del piede e delle dita con abduzione delle due ultime dita: movimento della radice della coda.
2 ^a sacr.	Nessun movimento nell'arto

TABELLA 28.

Gli effetti motori complessivi e particolareggiati della stimolazione delle radici spinali ventrali e dei singoli fascetti radicolari del plesso brachiale nel cane, secondo Russel (1891).

Plesso brachiale (6, 7, 8 cerv., 1, 2 tor.)

RADICI	EFFETTO
5 ^a cerv.	A. Nessun movimento in qualunque parte dell'arto. Soltanto la scapola è fissata sul tronco e spinta un po' in alto (1). B. Nulla nell'arto. C. Nulla nell'arto.
6 ^a cerv.	A. Il braccio è innalzato a livello della spalla coll'avambraccio ad angolo retto sul braccio mentre l'arto è addotto ed il gomito rotato all'infuori. B. 1° Il braccio è alzato a livello della spalla; 2° adduzione del braccio sul fianco del tronco: rotazione all'infuori del gomito; 3° flessione del gomito. C. Brachio-mastoideus. Diaphragma. Deltoideus. Supra et infra spinatus. Subscapularis. Coraco brachialis Biceps. Brachialis anticus.
7 ^a cerv.	A. L'avambraccio è flesso intieramente sul braccio sicchè il polso viene a toccare la spalla, mentre l'intiero arto è innalzato obliquamente innanzi al torace verso il lato opposto. B. 1° Il braccio è innalzato a livello della spalla; 2° abduzione del gomito e rotazione all'indietro; 3° l'arto s'innalza obliquamente dinanzi al torace; 4° retrazione del gomito; 5° flessione del gomito; 6° estensione del gomito; 7° flessione del polso; 8° estensione del polso; 9° supinazione dell'avambraccio. C. Diaphragma. Deltoideus. Supra et infraspinatus Subscapularis, Teres. Coracac brachialis. Biceps. Flexores carpi. Extensores carpi. Supinator brevis. Pectoralis. Serratus magnus.
8 ^a cerv.	A. L'intiero arto steso rigidamente all'inghiù lungo il fianco parallelo all'asse longitudinale del corpo in linea retta, colle dita leggermente separate. B. 1° Il braccio tirato lungo il fianco col gomito rotato all'infuori; 2° il braccio tirato all'inghiù e fissato sul fianco; 3° il braccio tirato obliquamente sul torace verso il lato opposto; 4° il braccio tirato sul torace dal medesimo lato; 5° rotazione del gomito; 6° estensione del gomito; 7° flessione del polso; 8° estensione del polso; 9° supinazione dell'avambraccio; 10° pronazione dell'avambraccio; 11° flessione delle dita; 12° estensione delle dita. C. Pectoralis. Teres. Latissimus dorsi. Flexores carpi. Extensores carpi. Supinator brevis. Pronator teres. Flexor digit. Extensores digit.
1 ^a tor.	A. L'intero arto steso giù obliquamente attraverso lo stesso lato dell'addome coll'avambraccio pronato e lieve flessione ulnare del polso e larga separazione delle dita. B. 1° Il braccio tirato all'inghiù è fissato lungo il fianco del tronco; 2° estensione del gomito; 3° pronazione dell'avambraccio; 4° flessione; 5° estensione; 6° adduzione; 7° adduzione delle dita. C. Latissimus dorsi. Triceps. Pronator teres. Flexores digit. Estensores digit. Interossei.
2 ^a tor.	A. Le dita separate leggermente flesse. B. 1° Flessione interossea delle dita; 2° abduzione delle dita. C. Musculi intrinseci pedis.

(1) N. B. Nelle Tabelle 28 e 30. A. = Movimenti combinati risultanti dalla stimolazione di radici in toto; B. = Movimenti semplici risultanti dalla stimolazione dei singoli fascetti radicolari; C. = Contrazioni nei singoli muscoli.

TABELLA 29.

Gli effetti per la funzione dell'arto anteriore del cane della sezione d'una sola radice spinale ventrale, secondo Russel (1891).

PLESSO BRACHIALE.

RADICE	EFFETTO
5 ^a cerv.	Assolutamente nulla.
6 ^a cerv.	Evidente parèsi dell'arto, interessante specialmente i muscoli intorno alla spalla.
7 ^a cerv.	Parèsi più estesa. Esisteva inoltre una certa interferenza col potere motorio dei segmenti inferiori dell'arto, il che rendeva più manifesta la parèsi.
8 ^a cerv.	L'effetto più notevole. La parèsi era più specialmente evidente intorno al polso.
1 ^a tor.	Quasi nulla.

TABELLA 30.

Gli effetti motori della stimolazione delle radici spinali ventrali del plesso lombo-sacrale del *Macacus rhesus*, secondo Russel (1893).

PLESSO LOMBO-SACRALE.

RADICI	EFFETTO
1 ^a lomb.	A.) B.) Nessun movimento intrinseco dell'arto. C.)
2 ^a lomb.	A.) Nessun movimento intrinseco dell'arto. B.) " " " " C.) Psoas parvus.
3 ^a lomb.	A. Leggera flessione della coscia. C. Psoas parvus. Psoas magnus. Sartorius.
4 ^a lomb.	A. Flessione della coscia con adduzione; la gamba stesa nel ginocchio. B. 1 ^o Flessione della coscia; 2 ^o adduzione della coscia; 3 ^o estensione del ginocchio. C. Psoas magnus. Iliacus. Sartorius. Adductor longus. Extensor quadriceps, Gracilis.
5 ^a lomb.	A. Estensione dell'intero arto con adduzione e rotazione all'indietro della coscia e dorso-flessione del piede. B. 1 ^o Adduzione dell'arto; 2 ^o estensione del ginocchio; 3 ^o dorso-flessione del piede; 4 ^o estensione delle dita; 5 ^o estensione dell'alluce. C. Iliacus. Gluteus minimus. Adductor longus. Extensor quadriceps. Gracilis. Tibialis anticus posticus. Extensor longus digitorum. Extensor proprius hallucis.
6 ^a lomb.	A. L'arto stesso addotto e ruotato all'infuori nella coscia. Flessione nel ginocchio. Il piede piegato all'infuori ad angolo retto nella caviglia. Le dita ed il pollice flessi nelle falangi ditali.

TABELLA 30 (Seguito).

PLESSO LOMBO-SACRALE.

RADICI	EFFETTO
6 ^a lomb.	B. 1° Estensione nell'anca; 2° flessione nel ginocchio; 3° dorso-flessione nella caviglia; 4° estensione all'anca 5° rotazione del piede all'interno; 6° estensione; 7° flessione delle dita; 8° flessione; 9° estensione dell'alluce. C. Adductor magnus. Flessori del ginocchio. Soleus. Gastrocnemius. Tibialis anticus e posticus. Extensor long. digit. Flexor long. digit. Peronaeus long. et brev. Extensor long. hallucis. Glutaeus maximus, medius, minimus. Pyramiformis. Obturator internus et externus. Gemellus sup. et inf. Quadratus femoris. Popliteus. Plantaris.
7 ^a lomb.	A. L'arto steso nella coscia, flesso nel ginocchio, steso nella caviglia colla faccia plantare del piede esposta all'indietro, le dita flesse nell'articolazioni metatarso-falangee, l'alluce flesso ed addotto contro la pianta del piede accanto alle dita flesse. B. 1° Estensione nell'anca; 2° flessione nel ginocchio; 3° estensione nella caviglia; 4° flessione delle dita nell'articolazioni metatarso-falangee; 5° flessione; 6° adduzione dell'alluce. C. Gastrocnemius. Flessori del ginocchio. Soleus. Flexor long. digit. Flexor long. hallucis. Peronaeus long. et brev. Adductor hallucis. Interossei. Gluteus maximus et medius. Pyramiformis. Obturator internus et externus. Gemellus sup. et inf. Quadratus femoris. Popliteus. Plantaris.
1 ^a sacr.	A. Flessione delle dita, data dagli interossei con flessione ed adduzione dell'alluce. B. 1° Flessione dell'alluce; 2° adduzione dell'alluce; 3° flessione dell'alluce. C. Muscoli intrinseci pedis.
2 ^a sacr.	A. { B. } Nessun movimento nell'arto. C. }

TABELLA 31.

I movimenti ottenuti colla stimolazione delle radici spinali ventrali del plesso lombo-sacrale nel cane, secondo Page May (1897).

RADICE	MOVIMENTI
1 ^a lomb.	Nessun movimento nell'arto posteriore.
2 ^a lomb.	" " " "
3 ^a lomb.	" " " "
4 ^a lomb.	Lieve estensione della coscia. Estensione del ginocchio, della caviglia e delle dita.
5 ^a lomb.	Estensione e lieve adduzione della coscia. Estensione del ginocchio, della caviglia e delle dita.
6 ^a lomb.	Estensione della coscia, del ginocchio e della caviglia. Estensione e distensione delle dita.
7 ^a lomb.	Estensione della coscia. Estensione del ginocchio (talora si trovano varianti).
1 ^a sacr.	Lieve estensione della coscia - Flessione del ginocchio - Estensione della caviglia con rotazione all'infuori - Flessioni delle dita - Movimento della base della coda e nella regione anale.
2 ^a sacr.	Nessun movimento nell'arto - Movimenti laterali della coda e del retto.

TABELLA 32.

Effetti motori della stimolazione delle radici spinali ventrali dei plessi brachiale e lombo-sacrale nel cane, nel gatto e nel coniglio, secondo Polimanti (1895).

PLESSO BRACHIALE DEL CANE E DEL GATTO.

RADICI	MUSCOLI	MOVIMENTI
I Rad. (5 ^a Cerv.)	Deltoideus Supraspinatus	Innalzamento ed abduzione della spalla.
II Rad. (6 ^a Cerv.)	Abductor brachii superior Abductor brachii inferior Coracobrachialis	Abduzione della spalla e rotazione in dentro del braccio.
III Rad. (7 ^a Cerv.)	Supraspinatus Infraspinatus Teres major Teres minor Subscapularis Pronator teres	Innalzamento della spalla contro il tronco e del braccio contro la spalla con leggera abduzione e pronazione del braccio.
IV Rad. (8 ^a Cerv.)	Biceps brachii Brachialis internus Extensor digitorum communis Extensor pollicis Extensor digitorum lateralis e brevis (s. extensor digit. III, IV, V, proprius)	Flessione dell'avambraccio sul braccio ed estensione delle dita.
V Rad. (1 ^a tor.)	Anconæus (sic) longus s. vastus (caput longum) Anconæus externus s. brevis s. lateralis Anconæus internus s. medialis Anconæus posterior Anconæus parvus s. quartus Flexor digitorum sublimis s. perforatus Flexor digitorum profundus s. perforans Flexor carpi ulnaris s. ulnaris medialis s. internus Flexor carpi radialis Flexor pollicis brevis Flexor digiti quinti brevis.	Estensione dell'avambraccio e flessione delle dita (movimento per allontanare dall'orecchio uno stimolo).

PLESSO LOMBO-SACRALE DEL GATTO.

I Rad. (4 ^a lomb.)	Sartorius Biceps femoris (pars anterior) Tensor fasciae latae Extensor digitorum pedis longus Tibialis anticus	Estensione della coscia, della gamba e delle dita.
II Rad. (5 ^a lomb.)	Vastus lateralis Vastus medialis Adductor magnus et brevis Adductor longus	Abduzione della coscia.

TABELLA 32 (Seguito).

PLESSO LOMBO-SACRALE DEL GATTO

RADICI	MUSCOLI	MOVIMENTI
III Rad. (6 ^a lomb.)	Obturator internus Psoas	Abduzione della coscia contro il bacino e rotazione della gamba verso l'interno.
"	Abductor cruris	
"	Popliteus	
IV Rad. (7 ^a lomb.)	Semitendinosus Semimembranosus	Flessione della coscia sul bacino, della gamba sulla coscia e delle dita.
"	Gracilis	
"	Biceps femoris (pars posterior)	
"	Flexor digitorum profundus	
"	Gastrocnemius	Flessione leggera della gamba sulla coscia ed abduzione di questa.
V Rad. (1 ^a Sacr.)	Biceps femoris (pars posterior)	
"	Adductor longus	
"	Adductor femoris magnus et brevis	
(2 ^a Sacr.)	Spostamento laterale della base della coda ed incurvamento dell'apice (radice della collera)	
(3 ^a Sacr.)	Contorsioni serpentine della coda (movimenti che il gatto eseguisce quando giuoca)	
(4 ^a Sacr.)	Innervamento completo della coda e torsione all'apice (movimenti che il gatto eseguisce in presenza della femmina all'epoca degli amori).	

PLESSO LOMBO-SACRALE DEL CANE.

I Rad. (4 ^a lomb.)	Sartorius Biceps femoris (pars anter.)	Estensione della coscia, della gamba e delle dita.
"	Tensor fasciae latae	
"	Extensor digitorum communis	
"	Tibialis anticus	
II Rad. (5 ^a lomb.)	Gastrocnemius Flexor digitorum sublimis	Flessione della coscia sul bacino, della gamba sul bacino e delle dita del piede (radice del salto).
"	Flexor digitorum profundus	
"	Semitendinosus	
"	Semimembranosus	
"	Gracilis	
"	Biceps femoris (pars anterior)	Abduzione della coscia, del bacino, e flessione delle dita del piede (ad artiglio? Posizione che prende il cane nell'urinare).
III Rad. (6 ^a lomb.)	Adductor magnus et brevis	
"	Adductor longus	
"	Vastus lateralis	
"	Vastus medialis	
"	Semimembranosus	
"	Flexor digitorum communis	Flessione della gamba sulla coscia e leggera estensione delle dita del piede.
"	Gastrocnemius	
IV Rad. (7 ^a lomb.)	Biceps femoris (pars posterior)	
"	Extensor digitorum communis	Abduzione della coscia contro il bacino e spostamento laterale della base della coda.
V Rad. (1 ^a Sacr.)	Obturator internus	
"	Abductor cruris	
(2 ^a Sacr.)	Movimenti laterali e frequenti della coda come fanno i cani per far festa (radice della gioia).	

TABELLA 32 (Seguito).

PLESSO LOMBO-SACRALE DEL CONIGLIO.

RADICI	MUSCOLI	MOVIMENTI
I Rad. (4 ^a lomb.)	Sartorius Rectus anterior Biceps femoris (pars posterior) Semitendinosus	Flessione della coscia contro il bacino e della gamba contro la coscia.
II Rad. (5 ^a lomb.)	Vastus externus s. lateralis Vastus internus s. medialis Tensor fasciae latae Abductor cruris Biceps femoris (pars anterior)	Estensione della coscia e della gamba ed abduzione della coscia.
III Rad. (6 ^a lomb.)	Abductor longus Adductor femoris magnus et brevis Semimembranosus Extensor digit. communis longus Extensor digit. communis brevis Peronaeus tertius Peronaeus longus Peronaeus brevis Extensor hallucis longus	Abduzione della coscia ed estensione delle dita del piede.
IV Rad. (7 ^a lomb.)	Gastrocnemius Flexor digitorum pedis perforatus (s. sublimis)	Flessione delle dita del piede.
(1 ^a Sacr.)	Flexor digitorum pedis perforans (s. profundus) Movimenti della coda.	

TABELLA 35.

Effetti della stimolazione delle singole radici spinali ventrali del plesso lombo-sacrale del gatto, secondo Sherrington (1892).

CLASSE POSTFISSA DEL PLESSO.

RADICE	EFFETTO DELLA STIMOLAZIONE
1 L.	Contrazione della parete addominale; leggera rotazione all'indietro della coscia con lieve flessione della coscia.
2 L.	Forte contrazione della parte inferiore della parete addominale, lieve flessione della coscia.
3 L.	Forte contrazione della parte inferiore della parete addominale, flessione della coscia con lieve adduzione. (Movimento nel legamento rotondo, nel vaso deferente e nella vescica).
4 L.	Contrazione della parte inferiore della parete addominale, forte flessione della coscia nell'anca con adduzione, ruotazione all'indietro della coscia; leggera estensione nel ginocchio. (Movimenti nel legamento rotondo, nel vaso deferente e nella vescica).
5 L.	Forte flessione della coscia nell'anca con forte adduzione, leggera estensione nel ginocchio, nessun movimento del piede. (Movimento nella vescica).
6 L.	Leggera estensione della coscia nell'anca con lieve adduzione, forte estensione nel ginocchio, flessione nella caviglia con estensione delle dita.
7 L.	Estensione della coscia nell'anca e estensione del ginocchio, estensione nella caviglia, le dita fesse e separate, le unghie sguainate.
1 S.	Lieve estensione della coscia nell'anca, leggera flessione nel ginocchio, forte estensione nella caviglia, separazione delle dita. Le unghie si sguainano. (Protrusione dell'ano con chiusura dell'orificio; il perineo spinto all'ingù; contrazione dell'orificio vaginale, la coda addotta; emissione dell'urina).
2 S.	La natica e la coscia si appiattiscono lievemente (in due casi soltanto). Flessione interossea delle dita. (La coda spinta verso il lato stimolato; chiusura dell'ano, contrazione dell'orificio vaginale; emissione dell'urina).
3 S.	Nessun movimento nell'arto. (Nessun movimento dell'ano; emissione dell'urina; movimento della coda verso il lato stimolato).

CLASSE PREFISSA DEL PLESSO.

2 L.	Forte contrazione della parte inferiore della parete addominale, rotazione all'indietro e flessione della coscia nell'anca.
3 L.	Forte contrazione della parte anteriore della parete addominale, flessione della coscia nell'anca con lieve adduzione (?) e rotazione all'indietro. (Movimento nel legamento rotondo, nel vaso deferente e nella vescica).
4 L.	Contrazione della parte inferiore della parete addominale, forte flessione della coscia nell'anca con forte adduzione (?) e lieve estensione del ginocchio. (Movimento nel legamento rotondo, nel vaso deferente e nella vescica).
5 L.	Lieve estensione della coscia nell'anca con adduzione, estensione del ginocchio (?) estensione nelle caviglie. (Movimento nella vescica).
6 L.	Forte estensione della coscia nell'anca, estensione del ginocchio, flessione delle caviglie, dorsoflessione del piede, estensione delle dita; le unghie sguainate, separazione delle dita. (Movimento della radice della coda verso il lato stimolato. Lieve contrazione dell'orificio anale).

TABELLA 35 (Seguito).

CLASSE PREFISSA DEL PLESSO.

RADICE	EFFETTO DELLA STIMOLAZIONE
1 S.	Lieve estensione della coscia nell'anca e flessione del ginocchio; estensione delle caviglie. Separazione delle dita con flessione delle falangi prossimali ed estensione di quelle terminali. (Protrusione dell'ano con la chiusura del medesimo; movimento della radice della coda verso il lato stimolato, contrazione dell'orifizio vaginale; emissione dell'urina).
2 S.	Nessun movimento dei muscoli delle estremità. (Lieve protrusione e contrazione degli orifizi anali e vaginali; movimento della coda verso la parte stimolata; emissione dell'urina).
3 S.	(Nessun movimento dell'ano; movimento della coda verso la parte stimolata; emissione dell'urina).
4 S.	(Nessun movimento dell'ano; movimento della coda, radice della coda verso la parte opposta a quella stimolata; emissione dell'urina). (Movimento della parte posteriore della coda verso la parte stimolata). (Movimento dell'apice della coda verso la parte stimolata).

TABELLA 36.

Innervazione radicolare d'alcuni muscoli dell'arto posteriore del gatto, secondo Sherrington (1892).

RADICE	MUSCOLI
4 L.	Pectineus; ilio-psoas; sartorius; rectus superior; vastus internus; rectus inferior ed adductor longus. Vesica.
5 L.	Ilio psoas; rectus superior; sartorius; vastus internus, vastus externus; rectus inferior; crureus; gracilis; adductores (apparentemente tutti). Vesica.
6 L.	Psoas; vastus externus; crureus; subcrureus; vastus internus; adductor magnus; rectus inferior; rectus superior; gracilis; semimembranosus > semitendinosus; flexor longus digitorum; tibialis anticus. Extensor biceps, longus digitorum; peroneus e gastrocnemius (specialmente il capo esterno) non sempre.
7 L.	Peroneus lateralis longus, peroneus lateralis brevis inferior et superior; soleus; gastrocnemius; flexor longus digitorum. Tibialis posticus, tibialis anticus; extensor longus digitorum. Semitendinosus, semimembranosus, biceps, qualche volta; adductor magnus in parte, qualche volta i flessori intrinseci della regione plantare Gluteus. Sphincter ani, qualche volta.
1 S.	Soleus, gastrocnemius, peroneus lateralis. I muscoli intrinseci della regione plantare. Biceps, semitendinosus, qualche volta semimembranosus. Sphincter ani, sphincter vaginae. Vesica.
2 S.	I muscoli intrinseci della regione plantare (qualche volta) sacro-coccygeus superior. Soleus, vastus longus e glutens maximus (raramente), sphincter ani, sphincter vaginae. Vesica.
3 S.	Sacrococcygeus. Vesica.

TABELLA 37.

Gli effetti motori complessivi (A) e dettagliati (B)
della stimolazione delle singole radici spinali ventrali
del plesso lombo-sacrale del *Macacus rhesus*, secondo Sherrington (1892).

I. — CLASSE POSTFISSA DEL PLESSO.

RADICE	EFFETTO
1 ^a sotto-tor. . . . " (1 ^a lomb.) . . .	A. Retrazione della parete addominale. (Erezione dei peli) B. Quadratus lumborum; psoas parvus, psoas magnus, obliquus externus, obliquus internus, transversalis.
2 ^a sotto-tor. . . . (= 1 ^a lomb.)	A. Retrazione della parte inferiore della parete addominale. I testicoli tirati in su. Lieve flessione della coscia nell'anca. (Erezione dei peli; movimento nel legamento rotondo, vaso deferente e vescica). B. Quadratus lumborum, psoas magnus, psoas parvus, cremaster, obliquus externus, transversalis.
3 ^a sotto-tor. . . . (= 3 ^a lomb.)	A. Contrazione della parte inferiore della parete addominale: i testicoli tirati in su (più fortemente che colla 2 ^a radice). Flessione della coscia nell'anca, lieve flessione nel ginocchio, leggera rotazione all'infuori della coscia (Erezione dei peli; movimento nel legamento rotondo, vaso deferente e vescica). B. Psoas magnus, psoas parvus, cremaster, iliacus, obliquus externus, transversalis (dei tre ultimi soltanto la parte inferiore), pectineus longus, sartorius.
4 ^a sotto-tor. . . . (= 4 ^a lomb.)	A. I testicoli tirati in su (lievemente)? Contrazione della parte inferiore della parete addominale. Flessione della coscia nell'anca con adduzione della coscia, estensione nel ginocchio, lieve rotazione all'infuori della coscia (Movimento della vescica). B. Psoas magnus, iliacus, pectineus, adductor longus, gracilis (e probabilmente tutta la massa rimanente degli adduttori), sartorius, vastus internus, vastus externus, crureus, rectus fem. (lievemente), obturator externus.
5 ^a sotto-tor. . . .	A. Flessione della coscia nell'anca, con adduzione della coscia, estensione nel ginocchio: il margine interno del piede è innalzato con leggera flessione nella caviglia e lieve estensione dell'alluce. B. Psoas magnus (una piccola parte prevertebrale di esso), gracilis adductor, longus (lievemente) tensor vaginae, rectus femoris, vastus internus, vastus externus, crureus, sartorius (lievemente), tibialis anticus (soltanto leggermente), extensor hallucis (molto leggermente), extensor longus digitorum (molto leggermente), peroneus longus (molto leggermente).
6 ^a sotto-tor. . . .	A. Estensione nell'anca, con adduzione della coscia, debole flessione, oppure estensione del ginocchio, flessione della caviglia: il margine interno del piede s'innalza, estensione delle dita con adduzione dell'alluce. B. Una parte dell'adductor magnus, tibialis anticus, externus hallucis, peroneus longus (> peron. brevis) peroneus brevis, i brevi (intrinsici) estensori delle dita, abductor minimi digiti, gastrocnemius (ambo i capi, ma leggermente), popliteus, tibialis posticus, flexor longus digitorum, flexor longus digitorum, flexor longus hallucis, soleus (leggermente), semi-membranosus, plantaris, semi-tendinosus, biceps, la parte superiore del pyriformis, quadriceps, extensor cruris (raramente), gracilis (vicino al ginocchio, ma raramente).
7 ^a sotto-tor. . . .	A. Estensione dell'anca; flessione del ginocchio; il margine esterno del piede si abbassa; flessione delle dita con forte adduzione dell'alluce; s'abbassa la coda. Lieve rotazione all'infuori della coscia.

TABELLA 37 (Seguito).

I. — CLASSE POSTFISSA DEL PLESSO.

RADICE	EFFETTO
7 ^a sotto-tor. . . .	B. Adductor magnus, semitendinosus, semimembranosus, tibialis anticus, extensor longus digitorum, ext. prop. hallucis, peroneus brevis (> peroneus longus), peroneus longus, plantaris, popliteus, gastrocnemius (capo esterno ed interno), tibialis posticus, flexor longus digitorum, soleus, flexor longus hallucis, gli estensori brevi (extensores intrinseci) delle dita e dell'alluce, abductor minimi digiti, abductor hallucis, abductor hallucis, interossei e lumbricales. La parte più profonda(?) dello sphincter ani. Gran parte del pyriformis, obturator internus. Quadratus femoris e i due gemelli. Gluteus medius, gluteus maximus.
8 ^a sotto-tor. . . .	A. Lieve rotazione all'infuori, della coscia, estensione nell'anca, flessione nel ginocchio, estensione (fortissima) nella caviglia. Forte flessione e adduzione dell'alluce, flessione delle dita per azione muscolare « interossea ». (Contrazione dell'ano e dell'orifizio vaginale; la radice della coda s'abbassa ed è spinta verso la parte stimolata; emissione dell'urina; erezione del pene). B. Biceps, semimembranosus, semitendinosus, gluteus maximus; ambo i capi del gastrocnemius, soleus, tibialis posticus, flexor longus digitorum) leggermente), flexor long. hallucis. Abductor hallucis, abductor minimi digiti. I flessori brevi ed accessori delle dita e dell'alluce, ed abductor dell'alluce. Interossei e lumbricales, la parte superficiale dello sphinter ani. Sphincter vaginae, una piccola parte del pyriformis. Obturator internus, quadratus femoris ed i due gemelli.
9 ^a sotto-tor. . . .	A. Lieve rotazione all'infuori della coscia. Flessione e adduzione dell'alluce, flessione delle dita (Perineo abbassato; contrazione dell'ano e dell'orifizio vaginale; abduzione della radice della coda verso la parte stimolata; emissione dell'urina; erezione del pene). B. I flessori brevi delle dita e dell'alluce. L'adduttore dell'alluce. Interossei e lumbricales. Sphincter ani. Sphincter vaginae. Obturator internus, una parte del gluteus maximus.
10 ^a sotto-tor. . . .	A. (Abduzione della coda verso la parte stimolata; emissione dell'urina).
11 ^a sotto-tor. . . .	A. (I due terzi prossimali della coda spinti verso la parte stimolata).
12 ^a sotto-tor. . . .	A. (Metà distale della coda spinta presso la parte stimolata).
13 ^a sotto-tor. . . .	A. (La punta della coda spinta verso la parte stimolata.)

II. — CLASSE PREFISSA DEL PLESSO.

1 ^a sotto-tor. . . .	A. Retrazione della parete addominale (anteriormente) vicino all'ombelico (Erezione dei peli). B. Quadratus lumborum, psoas parvus, obliquus externus, obliquus internus, transversalis; psoas magnus.
2 ^a sotto-tor. . . .	A. Retrazione della parte inferiore della parete addominale; flessione nell'anca con lieve rotazione all'infuori della coscia; i testicoli tirati in su (più fortemente che con la 3 ^a radice). (Erezione dei peli, movimento nel legamento rotondo; vaso deferente e vescica). B. Quadratus lumborum, psoas magnus, psoas parvus, cremaster, obliquus externus, obliquus internus, transversalis.
3 ^a sotto-tor. . . .	A. Retrazione della parte infima della parete addominale; i testicoli tirati in su. Flessione nell'anca con rotazione marcata all'infuori della coscia e lieve ad-

TABELLA 37 (Seguito).

II. — CLASSE PREFISSA DEL PLESSO.

RADICE	EFFETTO
3 ^a sotto-tor. . . .	<p>duzione, lieve estensione nel ginocchio. (Erezione dei peli; movimento nel legamento rotondo, vaso deferente e vescica).</p> <p>B. Psoas, cremaster, iliacus; obliquus externus, obliquus internus (soltanto la parte inferiore), transversalis, pectineus. Adductor longus, sartorius (la parte superiore specialmente), lievemente vastus internus e obturator externus; rectus femoris (lievemente la parte superiore).</p>
4 ^a sotto-tor. . . .	<p>A. Flessione nell'anca; estensione nel ginocchio; adduzione della coscia; rotazione all'infuori della coscia. Vescica.</p> <p>B. Psoas, iliacus, pectineus, adductor longus, sartorius (la parte inferiore specialmente), vastus internus (> vastus externus), crureus, obturator externus, rectus femoris, vastus externus, gracilis, adductor brevis, adductor magnus.</p>
5 ^a sotto-tor. . . .	<p>A. Flessione nell'anca; estensione nel ginocchio, raramente flessione; adduzione; forte flessione nella caviglia; il margine esterno del piede s'innalza, flessione dell'alluce e delle dita.</p> <p>B. Gracilis, vastus externus (> vastus internus), rectus femoris, vastus internus, crureus, adductor magnus, tibialis anticus, extensor longus digitorum, extensor proprius hallucis, tensor vaginae femoris. Peroneus longus (lievemente) semimembranosus (leggermente), flexor longus hallucis.</p>
6 ^a sotto-tor. . . .	<p>A. Estensione nell'anca; adduzione della coscia; forte flessione nel ginocchio; estensione nella caviglia; rotazione, all'indietro della gamba; il margine esterno del piede è innalzato, flessione delle dita e dell'alluce nelle articolazioni terminali con (talvolta) adduzione. (Lieve retrazione dell'ano).</p> <p>B. Tibialis anticus; extensor longus digitorum; extensor hallucis; peroneus longus; peroneus brevis; extensor brevis digitorum; gastrocnemius, capo esterno (> capo interno) e gastrocnemius, capo interno; tibialis posticus; flexor longus digitorum; flexor longus hallucis; semimembranosus (> semitendinosus), semitendinosus; biceps (specialmente la porzione profonda, abductor hallucis; flexor brevis digitorum, abductor hallucis (leggermente); abductor minimi digiti; soleus (leggermente); plantaris, popliteus; pyriformis; gluteus medius, quadratus femoris, gemellus inferior; gemellus, superior, gluteus minimus.</p>
7 ^a sotto-tor. . . .	<p>A. Estensione nell'anca, con lieve rotazione all'infuori della coscia; flessione nel ginocchio; estensione nella caviglia; rotazione della gamba all'esterno, flessione delle dita e dell'alluce; con adduzione dell'alluce, qualche volta con abduzione dell'alluce e del mignolo. (Abbassamento ed abduzione della radice della coda; protrusione e debole contrazione dell'ano, raramente anche dell'orificio vaginale).</p> <p>B. Tibialis anticus; extensor longus digitorum; extensor proprius hallucis; peroneus longus (leggermente e < peroneus brevis); peroneus brevis; gastrocnemius, capo esterno; gastrocnemius, capo interno; plantaris; tibialis posticus; flexor longus digitorum; soleus; flexor longus hallucis; extensor brevis digitorum; flexor brevis digitorum; abductor hallucis; abductor minimi digiti; flexor accessorius; flexor brevis hallucis; flexor brevis minimi digiti; abductor hallucis; interossei e lumbricales; obturator internus; quadratus femoris; gemelli, superior e inferior; pyriformis (la maggior parte di esso e specialmente la porzione laterale), la parte più profonda dello sphincter ani; semitendinosus; semimembranosus; biceps; adductor magnus (in parte); po-</p>

TABELLA 37 (Seguito).

II. — CLASSE PREFISSA DEL PLESSO.

RADICE	EFFETTO
8 ^a sotto-tor.	<p>pliteus; gluteus medius; gluteus medius; gluteus minimus; gluteus maximus; sphincter ani.</p> <p>A. Estensione nell'anca con lieve rotazione all'infuori della coscia; flessione nel ginocchio; estensione nella caviglia; forte flessione e abduzione dell'alluce; flessione delle dita in posizione «interossea». (Chiusura e protrusione dell'ano; la radice della coda abbassata e spinta verso il lato stimolato; il perineo spinto in giù; contrazione dell'orifizio vaginale; emissione dell'urina; erezione del pene).</p> <p>B. Biceps (> semimembranosus); semitendinosus (> semimembranosus); semimembranosus; gluteus maximus; gastrocnemius, capo interno (> capo esterno); gastrocnemius, capo esterno; soleus; abductor hallucis; flexor brevis digitorum; flexor accessorius; abductor minimi digiti; abductor hallucis; obturator internus; quadratus femoris; gemelli sup. et inf.; pyriformis (in piccola parte, specialmente la media); sphincter ani; sphincter vaginae; flexor brevis hallucis; flexor brevis minimi digiti; lumbricales e interossei.</p>
9 ^a sotto-tor.	<p>A. (Abduzione della radice della coda, la quale è spinta verso la parte stimolata; contrazione dell'orifizio vaginale e anale — talvolta assai debole; emissione dell'urina; erezione del pene).</p> <p>B. Sphincter vaginae.</p>
10 ^a sotto-tor.	<p>A. (La metà prossimale della coda spinta verso la parte stimolata; emissione dell'urina).</p>

TABELLA 38.

Gli effetti motori complessivi e dettagliati della stimolazione delle singole radici ventrali delle prime 10 paia spinali del *Macacus rhesus*, secondo Sherrington (1897).

RADICE	EFFETTI
I (= 1 ^a Cerv.)	<p>A. Divisione primaria posteriore (dorsale). Mm. rectus posticus major, rectus posticus minor, obliquus inferior, obliquus superior, trapezius.</p> <p>Divisione primaria anteriore (ventrale). Mm. sterno - mastoideus, sterno - hyoideus, sterno - thyroideus, omo - hyoideus, rectus lateralis, rectus anticus minor, genio - hyoideus, genio - thyroideus.</p> <p>B. Nessun movimento dell'arto. Adduzione, flessione laterale del collo verso il lato stimolato senza rotazione della testa.</p>
II (= 2 ^a Cerv.)	<p>A. Divisione primaria posteriore (dorsale). Mm. cervicalis ascendens, trapezius, complexus, splenius inferior, obliquus, trachelo - mastoideus.</p> <p>Divisione primaria anteriore (ventrale). Mm. longus colli, sterno - mastoideus, rectus anticus major. Infrahyoidei, omo - hyoideus, genio - hyoideus, sterno - hyoideus, sterno - thyroideus, thyro - hyoideus.</p> <p>B. Nessun movimento dell'arto. Adduzione, flessione laterale del collo verso il lato stimolato con lieve retrazione. Poca o nessuna rotazione della testa, ma il mento sembra spinto leggermente verso l'ascella opposta.</p>

TABELLA 38 (Sequito).

RADICE	EFFETTI
III (= 3 ^a Cerv.) . .	<p>A. Divisione primaria posteriore (dorsale). Mm. complexus, splenius, trachelo-mastoideus, trapezius, cervicalis ascendens, transversi spinales.</p> <p>Divisione primaria anteriore (ventrale). Mm. longus colli, rectus anticus major levator anguli scapulae; omo-hyoideus, sterno-hyoideus.</p> <p>B. Nessun movimento dell'arto. Adduzione, flessione laterale del collo verso il lato stimolato con notevole retrazione e lieve rotazione della nuca, cosicchè il mento è alzato un poco in alto verso il lato opposto.</p>
IV (= 4 ^a Cerv.) . .	<p>A. Divisione primaria posteriore (dorsale). Mm. Complexus, splenius, trachelo-mastoideus, cervicalis ascendens, transversi spinales.</p> <p>Divisione primaria anteriore (ventrale). Mm. Levator scapulae, longus colli, levator claviculae, scalenus medius, trapezius, subclavius.</p> <p>B. Inalzamento delle spalle che sono avvicinate alla colonna vertebrale. Lieve adduzione e flessione laterale del collo verso il lato stimolato, accompagnata da evidente retrazione. Quando la spalla è fissata, la lieve rotazione del capo verso il lato opposto, ottenuta prima, diviene più marcata.</p>
V (= 5 ^a Cerv.) . .	<p>A. Divisione primaria posteriore (dorsale). Mm. erector spinalis, transversi spinales.</p> <p>Divisione primaria anteriore (ventrale). Mm. Longus colli, rhomboidei, levator anguli scapulae, serratus magnus, pectoralis maior, deltoideus, teres minor, supraspinatus, infraspinatus, subscapularis, scalenus medius, biceps, brachialis anticus, coraco-brachialis, supinator longus et brevis, extensor carpi radialis longior, extensor carpi radialis brevior, diaphragma, subclavius.</p> <p>B. Innalzamento, adduzione e lieve rotazione all'infuori della spalla, flessione del gomito, il pugno è lievemente supinato; lieve adduzione radiale del pugno. Molto lieve adduzione e flessione laterale della nuca verso il lato stimolato con leggera retrazione della nuca e della testa.</p>
VI (= 6 ^a Cerv.) . .	<p>A. Divisione primaria posteriore (dorsale). Mm. Erector spinalis e transversospinalis.</p> <p>Divisione primaria anteriore (ventrale). Mm. Scalenus, teres major, teres minor rhomboideus, serratus magnus, pectoralis major, deltoideus, supraspinatus, infraspinatus, subscapularis, biceps caput longum, biceps caput breve, brachialis anticus, coraco-brachialis, supinator longus, supinator brevis, extensor carpi radialis longior, extensor carpi radialis brevior, pronator radii teres, flexor carpi radialis, latissimus dorsi, diaphragma, longus colli, triceps.</p> <p>Inoltre col metodo della degenerazione Sherrington potè dimostrare che la 6^a radice cervicale dà fibre anche ai seguenti muscoli:</p> <p>Mm. flexor carpi ulnaris, extensor communis digitorum, extensor longus pollicis, extensor ossis metacarpi pollicis, flexor longus pollicis.</p> <p>B. Adduzione moderata della spalla, forte flessione del gomito; lieve estensione delle dita e della mano (non in ogni individuo). Lieve supinazione del polso, leggera estensione del polso nella maggior parte degli individui; ma in alcuni flessione e non estensione del polso.</p> <p>In un solo individuo si ottenne flessione delle dita.</p> <p>Molto lieve adduzione, flessione laterale del collo verso il lato stimolato e leggera retrazione del collo e della testa.</p>
VII (= 7 ^a Cerv.) . .	<p>A. Divisione primaria posteriore (dorsale). Mm. Erector spinalis, transversospinalis.</p>

TABELLA 38 (Seguito).

RADICE	EFFETTI
VII (= 7 ^a Cerv.) . .	<p>Divisione primaria anteriore (ventrale). Mm. Scaleni, serratus magnus, pectoralis major, pectoralis minor, deltoideus, longus colli, latissimus dorsi, triceps, teres major, subscapularis, infraspinatus, coraco-brachialis, supinator longus, extensor carpi radialis longior, extensor carpi radialis brevior, flexor sublimis digitorum, flexor profundus digitorum, flexor carpi radialis, pronator radii teres, extensor communis digitorum, extensor carpi ulnaris, extensor ossis metacarpi pollicis, flexor brevis pollicis, biceps, brachialis anticus, flexor carpi ulnaris, flexor longus pollicis, supinator brevis.</p> <p>Inoltre col metodo della degenerazione Sherrington trovò che la 7^a radice cervicale dà fibre anche ai seguenti muscoli:</p> <p>Mm. Supraspinatus, palmaris, longus, extensor brevis pollicis, extensor indicis, extensor minimi digiti, pronator quadratus.</p> <p>B. Retrazione e forte adduzione della spalla con lieve rotazione del braccio all'indietro; il braccio è portato dinanzi al corpo. Estensione del gomito, lieve flessione e pronazione del polso; flessione delle dita e del pollice con opposizione di questo.</p>
VIII (= 8 ^a Cerv.) . .	<p>A. Mm. Scaleni, pectoralis major, pectoralis minor, triceps, latissimus dorsi, extensor carpi ulnaris, extensor communis digitorum, extensor ossis metacarpi pollicis, extensor longus pollicis, extensor brevis pollicis, extensor indicis, extensor minimi digiti, flexor carpi radialis, flexor carpi ulnaris, flexor sublimis digitorum, flexor profundus digitorum, flexor longus pollicis, palmaris longus, pronator quadratus; i muscoli intrinseci della mano inclusi i muscoli interossei: teres major, coraco-brachialis.</p> <p>Inoltre col metodo della degenerazione Sherrington trovò che la 8^a radice cervicale dà fibre anche ai seguenti muscoli.</p> <p>Anconaeus; muscoli brevi superficiali e profondi del pollice: 1° 2° 3° lombricoidi, 1° 2° 3° palmari interossei, tutti gli interossei dorsali, extensor carpi radialis brevior; pronator radii teres.</p> <p>B. La spalla è spinta all'ingiù (latissimus dorsi). L'adduzione non è così estrema come nel caso della 7^a radice. Rotazione del braccio all'indietro; flessione e pronazione del polso, flessione delle dita e del pollice con opposizione di questo.</p>
IX (= 1 ^a Tor.) . .	<p>A. (Col solo metodo degenerativo). Scaleni, pectoralis major, pectoralis minor; triceps, latissimus dorsi, serratus posticus superior, palmaris longus, flexor carpi ulnaris, flexor longus pollicis, pronator quadratus, extensor ossis metacarpi pollicis, extensor longus pollicis, extensor brevis pollicis, extensor minimi digiti, extensor carpi ulnaris, i muscoli intrinseci della mano, inclusi i muscoli interossei.</p> <p>B. Retrazione della spalla, lieve flessione laterale e retenzione della nuca. Leggera estensione della nuca; leggera estensione del gomito; flessione del polso con pronazione di questo, flessione delle dita e del pollice con opposizione di questo; per solito c'è una lieve abduzione del braccio.</p>
X (= 2 ^a tor.) . . .	<p>A. (Col solo metodo degenerativo) Mm. palmaris longus; pronator quadratus, flexor longus pollicis; flexor sublimis digitorum; flexor profundus digitorum; i muscoli profondi e brevi del pollice; tutti i muscoli lombricoidi; tutti i muscoli interossei dorsali e palmari; i muscoli brevi del dito mignolo.</p> <p>B. Retrazione della spalla, lieve flessione del polso, flessione delle dita e del pollice con opposizione di questo: qualche volta lieve pronazione del polso. Incurvamento laterale della colonna vertebrale.</p>

TABELLA 39.

L'innervazione radicolare dei movimenti di flessione e d'estensione nelle articolazioni dell'estremità posteriori di *Macacus rhesus*, secondo Sherrington (1892).

MOVIMENTO	RADICE SOTTOTORACICA										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Alluce</i>											
Flessione						—	—	—	—		
Estensione					—	—	—				
<i>Dita</i>											
Flessione						—	—	—	—		
Estensione					—	—	—				
<i>Caviglia</i>											
Estensione						—	—	—			
Flessione					—	—	—				
<i>Ginocchio</i>											
Flessione					—	—	—	—			
Estensione			—	—	—	—					
<i>Anca</i>											
Estensione						—	—	—	—		
Flessione		—	—	—	—						
Adduzione		—	—	—	—	—					

TABELLA 40.

Innervazione segmentale dei muscoli dell'uomo risultante dai dati clinici, secondo Edinger (1904).

Cerv. I	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	Thor. I.	II.	VII.	VIII.	XII.	Lomb. I.	II.	III.	IV.	V.	Sacr. I.	II.	III.	IV.	V.
	Muscoli lunghi e brevi del collo e della colonna vertebrale																					
	Splenius capitis . . . Splenius cervicis . . .																					
	Longus capitis . . . Longus colli . . .																					
	Tutti i muscoli Scalenus medius																					
	Scalenus anterior																					
	Scalenus posterior																					
	Scalenus minimus																					
	Diaphragma																					
	Muscoli lunghi della colonna vertebrale																					
	. . . Obliquus abdominis																					
	Rectus abdominis																					
	Transversus abdom.																					
	. . . Psoas, Iliacus																					
	Quadratus lumborum																					
	Muscoli mento-foidi																					
	Pectoralis major																					
	Pectoralis minor																					

Muscolatura intercostale

Levator scapulae	Piccoli muscoli pelvici
Rhomboidei	Adductores fem.
Subclavius	Musc. pectineus
Supra-infraspinatus	Musc. sartorius
Subscapularis	Musc. vasti fem.
Teres major et minor	Riflesso rotuleo
Serratus anterior	Musc. rectus femoris
Deltoides	Obturator
Brachialis	Tensor fasciae
Biceps brachii	Muscoli Glutei
Triceps	Tutti i muscoli della faccia posteriore del femore
Coracobrachialis	Muscoli del polpaccio
Supinator brevis et longus	Tutti i muscoli della faccia anteriore della gamba
Brachio-radialis	I piccoli muscoli del piede
Pronator teres	
Estensori e flessori lunghi della mano e delle dita	
Flexor carpi ulnaris	
Muscoli dell'eminenza ipotenar	
Lumbricales	
Interossei	

Estremità

Sfinteri Perineo.

TABELLA 42.

Localizzazione dei centri spinali nel midollo cervicale,
secondo Kaiser (1892).

ESTENSIONE	POSIZIONE	DENOMINAZIONE	FUNZIONE
Tutto il midollo	Gruppo mediale . .	?	Muscoli della nuca, del collo e del tronco.
1° seg. cerv.-6° seg. cerv.	" antero-laterale	Nucleo dell'accessor.	Muscoli laringei, M. sterno-claviculari, M. romastoideo, M. trapezio.
3° " " 5° " "	" anteriore . .	" del frenico	Muscoli respiratori.
(3°)4° " 1° " tor.	" laterale . .	" dell'arto sup.	" serratus-ant., spinalis, subscapularis, rhomboidei, subclavius, deltoideus, pectoralis (portio clavicolaris), flexores antebrachii, supinator, pronator teres, radialis.
(3°) 4°, 5°, 6° seg. cerv.	Parte superiore	
6°, 7°, 8°, segm. cerv.	} Parte inf. {	Gr. antero-later.	Muscoli teres major, latissimus dorsi (portio sterno-costalis), triceps.
7°, 8° seg. cerv.-1° sg. tor.		Gr. postero-later.	Nucleo della mano

TABELLA 43 (Segue).

GENERE DELLA LESIONE PERIFERICA	LIVELLO DELL'ALTERAZIONE SPINALE	AUTORE	ANNO
Paralisi infantile ed atrofia dei Mm. del thenar, ipo-thenar, dei lumbricali e degli interossei	Focolaio fra la 4 ^a e 7 ^a radice cervicale	Sahli	1883
Aplasia congenita del pugno	Massima nel 7 ^o , 8 ^o segm. cerv. Minore nel 6 ^o segm. cerv. e 1 ^o segm. tor.	Ferrero	1901
Mancanza congenita di tre dita della mano	8 ^o segm. cerv. e 1 ^o segm. toracico	Marinesco e Socques	1897
Atrofia dell'eminenza thenar	8 ^o paio cervicale	David e Prévost	1874
III. <i>Muscoli della colonna vertebrale.</i>			
Scoliosi infantile	Tratto toracico	Klippel	1891
IV. <i>Arto inferiore</i>			
Atrofia dei Mm. psoas, iliaco, gluteo, e di tutti i muscoli dell'arto inferiore	Da 6 cm. sopra il cono terminale all'ingù	Schultze	1876
Desarticolazione della coscia	Dal 2 ^o lomb. fino al 3 ^o sacr.	Sano	1897
Amputazione della coscia	Dal 2 ^o segm. lomb. al 4 ^o sacr.	Van Gebuchten e de Neef	1900
" " " " " "	Massimamente nei segmenti sacrali e nel 4 ^o segm. lomb.	Marinesco	1892
" " " " " "	2 ^o , 3 ^o , 4 ^o paio lomb. e 3 ^o paio sacr.	Sano	1897
Desarticolazione della coscia	Dal 2 ^o segm. lomb. all'ingù	Bruce	1901
Amputazione della coscia	Parte inferiore rigonfiamento lombale	Dreschfeld	1879
Paralisi infantile degli arti inferiori	Metà rigonfiamento lombale	Turner	1879
" " " " " "	" " " " " "	Eisenlohr	1880
Amputazione della coscia	Circa un palmo sopra la fine del midollo	Dudley	1886
" " " " " "	Dalla metà del rigonfiamento lombale all'ingù	Reynold	1887
" " " " " "	Metà rigonfiamento lombale	Friedlaender e Krause	1886
" " " " " "	Metà inferiore del rigonfiamento lombale	Genzmer	1876
Atrofia muscolare progressiva (muscolo quadricipite)	3 ^o segm. lombale	Hammond	1894
Amputazione del 3 ^o inferiore della coscia	Porzione media e distale del rigonfiamento lombale	Cocchi	1893
" " " " " "	4 ^o segm. lombale	Grigoriev	1894
" " " " " "	Dal 5 ^o segm. lomb. a tutto il 3 ^o segm. sacrale	Bruce	1901
" " " " " "	Dalla 2 ^o alla 6 ^o rad. lombale	Kahler e Pick	1880
Paralisi traumatica di tutto il territorio dello sciatico eccettuato il M. tibialis ant.	Focolai nella parte del rigonfiamento lombale	Schultze	1878
Paresi della gamba	Tubercolo fra la 2 ^a e la 3 ^a radice lombale	Zucker	1880
Paralisi infantile dei muscoli del polpaccio	4 ^a e 5 ^a radice lomb.	Kahler e Pick	1880
Desarticolazione della gamba	Dalla parte superiore del 5 ^o segm. lombale fino all'estremo inferiore del 4 ^o segm. sacr.	Van Geh. e de Buck.	1898
Amputazione del piede al disopra del malleolo	Dal 2 ^o al 4 ^o segm. sacrale	" " c Nelis	1899
Piede equino	Metà del rigonfiamento lombale	Dôjérine	1875

TABELLA 44.

Localizzazione trasversale delle alterazioni spinali (corno ventrale) concomitanti o consecutive a varie lesioni periferiche nell'uomo (1869-1904).

AUTORE	ANNO	GENERE DELLA LESIONE PERIFERICA	GRUPPO CELLULARE AFFETTO
Vulpian	1869	Disarticolazione della coscia	Esterno-laterale
Von Leyden	1876	Amputazioni del braccio, della gamba, della coscia	Gruppi esterni.
Pitres	"	Atrofia del deltoideo, del bicipite, d'alcuni muscoli dell'avambraccio, dell'eminenza tenar e degli interossei della mano	Antero-esterno ed antero-posteriore (il mediale intatto)
Déjérine e Mayor	1878	Amputazioni del braccio, della coscia	Antero-interno
Von Monakow	1879	Paralisi dei Mm. estensori della mano e delle dita	Laterali
Dreschfeld	"	Amputazione della coscia	Intermedio-laterale
Kahler e Pick	1880	Paralisi inf. dei muscoli del polpaccio	Centrale
" "	"	Amputazione del $\frac{1}{2}$ inf. dell'avambraccio	Laterale
" "	"	" " " della coscia	Centrale
Friedlaender	1882	Paralisi infantile delle 4 estremità	Tutti i gruppi, eccettuato il mediale.
"	"	" acuta delle estremità inferiori	Tutti i gruppi, anche il mediale.
Sahli	1883	" infantile del tenar, ipo-tenar, lombricali ed interossei	Postero-esterni.
Reynold	1887	Amputazione della coscia	Gruppo postero-laterale.
Friedlaen. e Krause	1886	" dell'arto inferiore	Postero-laterale.
Pelizzi	1892	" del $\frac{1}{2}$ inf. del braccio	" "
Marinesco	"	" della coscia	" "
Cocchi	1893	" del $\frac{1}{2}$ inferiore della coscia	Gruppo laterale
Collins	1894	Paralisi infantile del braccio	Tutti i gruppi eccettuato il mediale.
Marinesco	1896	Nevrite del popliteo esterno e del tibiale anteriore	Postero-esterno.
Sibelius	1897	Amputazione del $\frac{1}{2}$ inf. della coscia	Postero-laterale.
Marines. e Soucques	"	Mancanza congenita di tre dita	Mediano e postero-later.
Sano	"	Amputazione della coscia	Laterale e centrale.
"	"	Disarticolazione della coscia	Laterale, ventrale, dorsale, centrale.
Van Gehuchten e De Beck	"	" della gamba	Posteriore.
" Nelis	1899	" del piede	Poster. e postero-later.
" De Neeff	1900	Amputazione della coscia	Antero-est., postero-lat., centrale.
Von Monakow	1898	Paralisi del plesso brachiale	Soltanto il gruppo mediale conservato.
Flatau	1899	Amputazione del braccio	Laterale.
"	"	Mancanza congenita dell'avambraccio	"
Jacobsohn	"	Paralisi totale del plesso brachiale	"
Strohmayer	1900	Mancanza congenita del radio e dei Mm. estensori, supinatori e dell'eminenza tenar	Posteriore e laterale.
Parhon e Savu	"	Distruzione del M. G. dentato	Anter. ed antero-esterno.
" e Goldstein	1901	" del plesso brachiale	Tutti i gruppi eccettuato l'antero-interno.
Perrero	"	Aplasia congenita del pugno	Gruppi postero-esterni.
Barrat	"	Amputazione di metà del braccio con atrofia del deltoideo e del G. Pettorale	Esterni.
Bruce	"	Amputazione della gamba sopra il ginocchio	Postero-laterale.
"	"	Disarticolazione della coscia	Tutti i gruppi eccettuato il mediale.
Rosenberg	1902	Amputazione del $\frac{1}{2}$ inf. del braccio	Antero-interno (6° e 7° segm. cerv.); antero-esterno (8° segm. cerv. e 1° tor.).

TABELLA 45.

Localizzazione dei centri d'origine d'alcuni nervi del midollo spinale, secondo Von Sass (1888)

NERVO	SPECIE	LOCALIZZAZIONI
mediano	coniglio	I due terzi superiori dell'8° segm. cerv. ed il terzo inferiore del 7° segmento nonchè il 3° superiore del 6° segm. cerv.
radiale	cavia	Parte sup. dell'8° segm., tutto il 7°, parte sup. del 5° segm. cerv.
ulnare	coniglio	Parte sup. del 1° segm. toracico, terzo sup. e terzo inf. dell'8° segm. cerv.
sciatico	"	Parte inf. del rigonfiamento lombale.
"	"	Come sopra.

TABELLA 46.

Nuclei d'origine d'alcuni nervi del plesso brachiale, secondo Marinesco (1898-1901).

NERVO	SEGMENTO	POSIZIONE DEL NUCLEO NEL CORNO VENTRALE
Muscolo-cutaneo	V cerv.	Lato postero-esterno.
"	VI "	" " " qui il nucleo raggiunge il suo massimo.
"	VII "	" " "
Radiale	VII "	parte esterna e posteriore.
"	VIII "	più presso alla linea mediana.
Mediano	VII "	dietro il nucleo del radiale. Il nucleo del mediano comincia forse un po' più in alto di quello dell'ulnare.
Ulnare	VIII "	gruppo postero-laterale, situato dietro al nucleo del radiale. Qui è il massimo del nucleo dell'ulnare.
"	I torac.	gruppo postero-esterno.
Ascellare	VI cerv.	gruppo intermedio
"	VII "	" " " qui il nucleo raggiunge il suo massimo sviluppo.
Sottoscapolare	V "	gruppo antero-esterno posteriore.
"	VI "	1° gruppo postero-laterale. 2° gruppo antero-esterno posteriore.

TABELLA 47.

Schema dei gruppi ganglionari e loro attribuzioni motrici nel rigonfiamento brachiale desunto dai lavori di Marinesco (1898-1901).

METÀ INFERIORE DEL V SEGMENTO CERVICALE.

GRUPPO	LOCALIZZAZIONE
Antero-interno antero-mediano	nucleo d'origine del n. frenico.
antero-esterno antero-esterno posteriore	nucleo d'origine del nervo sottoscapolare.

METÀ SUPERIORE DEL VI SEGMENTO CERVICALE.

antero-interno	?
antero-mediano	nucleo d'origine del n. frenico
antero-esterno	?
intermedio	nucleo d'origine del n. sotto-scapolare
esterno	" " del n. ascellare (m. deltoideo, tricipite, anconeo)
posteriore	1. nucleo d'origine del n. muscolo cutaneo. 2. più in basso inoltre il nucleo d'origine del n. radiale (m. bicipite)
postero-laterale	nucleo d'origine del n. sotto-scapolare
antero-esterno posteriore	" " " "

METÀ INFERIORE DEL VI SEGMENTO CERVICALE.

1° Gli stessi gruppi che nella metà superiore, soltanto essi sono alquanto spostati in modo che si può parlare d'un:

intermedio nuovo	nucleo d'origine del n. ascellare
----------------------------	-----------------------------------

METÀ SUPERIORE DEL VII SEGMENTO CERVICALE.

antero-mediano scomparire antero-mediano nuovo	nucleo innervatore del m. serrato
esterno scomparire intermedio divenuto centrale	" d'innervazione del m. pettorale maggiore
intermedio nuovo	" d'origine del n. ascellare
posteriore ingrossato	" " del n. radiale
esterno	" d'innervazione del Latissimus dorsi

METÀ INFERIORE DEL VII SEGMENTO CERVICALE.

antero-mediano nuovo	nucleo d'innervazione del m. gran dentato
antero-esterno	" " del m. latissimus dorsi
intermedio	" d'origine principale del n. radiale (m. tricipite)
postero-esterno	" " comune del n. mediano e del n. ulnare
postero-laterale	" " accessorio del n. radiale
centrale	alcune cellule d'origine del n. radiale

TABELLA 47 (Seguito.)

VIII SEGMENTO CERVICALE.

GRUPPO	LOCALIZZAZIONE
antero-esterno	nucleo d'innervazione del m. latissimus dorsi.
intermedio	" d'origine principale del n. radiale
centrale	" " comune del n. mediano e del n. ulnare
postero-esterno	" " accessorio del n. radiale
postero-laterale	" " " " " " " "

I SEGMENTO TORACICO.

antero-esterno diminuisce	1° nucleo d'origine del n. radiale in avanti ed all'esterno 2° " " comune del n. mediano e del n. ulnare più indietro ed all'indentro.
postero-laterale	
antero-interno	
centrale scompare	
intermedio diminuisce	

TABELLA 48.

Alcune localizzazioni nervose nel midollo spinale del cane, desunte dai lavori di Parhon, Popescu, Goldstein (1899-1903).

NERVO	LIVELLO SPINALE	GRUPPO
Circonflesso	Metà inf. 5° segm. cerv.	Intermedio
"	6° segm. cerv.	"
crurale	metà inf. 3° segm. lomb.	esterno
"	4° segm. cerv.	postero-esterno
otturatorio	8° segm. lomb.	centrale
sciatico	terzo inf. 4° segm. lomb.	tutti i gruppi
"	parte inf. 5° segm. lomb.	posteriore
popliteo est.	—	postero-esterno
popliteo int.	—	postero-interno
rami della regione post. della coscia.	—	mediano, centrale.

TABELLA 49.

Localizzazioni muscolari nel midollo spina'e del cane
desunte dai lavori di Parhon, Popescu, Goldstein (1899-1903).

MUSCOLO	LIVELLO SPINALE	GRUPPO
Sterno-cleido mastoideo	Passaggio fra bulbo e midollo cervicale	Centrale interno
.	1° segm. cerv.	centrale unico
.	2° " "	esterno superiore
.	3° " "	" "
.	4° " "	" "
.	5° " "	esterno divenuto più centrale
.	6° " "	quasi centrale
bicipite brachiale	6° " "	postero-interno
brachiale interno	6° " "	postero-esterno
flessore superficiale delle dita	Parte inferiore 7° segm. cerv.	antero-centrale
" " " "	8° segm. cervicale	" "
estensore del carpo radiale	8° " "	angolo postero-esterno del corno anteriore
lungo spinale	1°, 2°, 3°, 4° segm. toracico	angolo ant.-int. del c. ventr.
lungo dorsale	5° segm. tor. tutto 3° S. lomb.	piccolo gruppo anteriore
sartorio	parte inf. 3° segm. lomb.	parte mediale del gruppo anteriore esterno
"	4° segm. lombare	angolo antero-esterno
quadricipite	parte inf. 3° S. lomb.	angolo esterno
"	4° segm. lomb.	" "
lungo adduttore	parte inf. 3° S. l. - parte inf. 4° S. l.	gr. centrale anteriore
grande, piccolo adduttore	" " 3° S. l. - " " 4° S. c.	" " posteriore
retto interno	" " 3° S. l. - " " 4° S. l.	" " mediale
semi-membranoso	parte inf. 5° S. l.	" centrale
" tendinoso	" " 6° S. c.	" "
bicipite crurale	6° segm. lombale	intermedio

REGIONE POSTERIORE DELLA GAMBA.

gemelli	metà inf. 4° S. l. - metà inf. 3° S. l.	parte ant. del gr. ant.-int.
flessore superficiale	" " 4° S. l. - metà sup. 5° S. l.	parte post. del gr. ant.-int.
flessore rotondo	" " 4° S. l. - " " 5° S. l.	all'esterno del gr. precedente

REGIONE ANTERIORE ESTERNA DELLA GAMBA.

crurale ant.	metà inferiore del 4° S. lomb.	angolo postero-laterale
estensore delle dita	" " " 4° S. lomb.	gruppo situato dietro al precedente
peroneo esterno	} metà inferiore del 4° S. lomb.	} gruppo postero-esterno
" anteriore		
" breve		

TABELLA 50.

Localizzazione dei nuclei d'origine di alcuni nervi artuali del cane
e del coniglio, secondo de Neeff (1901).

NERVO	COLONNA	LIVELLO SPINALE	
		Cane	Coniglio
Muscolo-cutaneo . .	B (parzialmente)	6°-8° S. cerv.	6°-8° S. cerv.
radiale	B e C (anche queste parzialmente)	6°-8° S. c.	6°-8° S. c.
"	" " "	7° S. c. - 1° S. tor.	7° S. c. - 1° S. tor.
mediano	C e D (qualche cellula) . . .	7° S. c. - 1° S. t.	7° S. c. - 1° S. t.
"	" " "	8° S. c. - 1° S. t.	8° S. c. - 2° S. t.
ulnare	C e D (parzialmente)	7° S. c. - 1° S. t.	7° S. c. - 1° S. t.
"	" " "	8° S. c. - 1° S. t.	8° S. c. - 2° S. t.
sciatico-popliteo est.	C' e D' (parzialmente)	6° - S. l. - 2° S. s.	7° S. l. - 2° S. s.
" " "	" " "	1° S. s. -	2° S. s. -
" " int.	" " "	7° S. l. - 2° S. s.	7° S. l. - 2° S. s.
" " "	" " "	2° S. s. -	2° S. s. -
crurale	B' (parte superiore)	4° - 6° S. l.	6°-7° S. l.
otturatorio	" " "	4° - 6° S. l.	6°-7° S. l.

TABELLA 51.

Localizzazione dei gruppi d'origine d'alcuni nervi periferici nel cane,
secondo Knapé (1902).

SEGMENTO	DESCRIZIONE
<i>Nervo ulnare.</i>	
VII Cerv.	Un numero di cellule laterali nei nuclei dorso-laterale e ventro-laterale.
VIII "	Cellule laterali dei nuclei dorso-laterale, ventro-laterale e ventro-media.
I Tor.	Gruppi anteriori: nuclei ventro-laterale, ventrale ed in parte dorso-laterale.
<i>Nervo mediano.</i>	
VII Cerv.	Nuclei dorso-laterale, ventro-laterale.
VIII "	Nuclei dorso-laterale, ventro-laterale ed in parte intermediale.
I Tor.	— (fino al limite inferiore del segmento) nuclei ventro-laterale, ventrale e dorso-laterale.
<i>Nervo radiale.</i>	
VI Cerv.	Parte centrale dei nuclei dorsale, mediale, centrale, ventro-laterale.
VII "	Nuclei dorso-laterale e centrale.
VIII "	" " "
I Tor.	" " e ventro-laterale.
<i>Nervo tibiale.</i>	
IV Lomb.	Nucleo ventro-laterale.
V "	" "
VI "	" " Gruppi centrali.
VII "	" " " "
I Sacr.	" ventrale, scomponibile in due nuclei secondari.
<i>Nervo peroneo.</i>	
V Lomb.	Nuclei dorso-laterale e ventro-laterale.
VI "	" " ventro-laterale, centrale, intermedia, ventromediale.
VII "	" " " ventro-mediale, centrale.
<i>Nervo otturatorio.</i>	
IV Lomb.	Nuclei dorso-laterale, centrale.
V "	" " " (parte laterale) ed in parte nel nucleo ventro-laterale. In questo segmento questo nucleo raggiunge il suo massimo sviluppo.
VI "	Nuclei dorso-laterale, ventro-laterale.
<i>Nervo crurale.</i>	
III Lomb.	Nuclei ventro-laterale, dorso-laterale (poche cellule).
IV "	Parte posteriore del nucleo ventro-laterale; parte anteriore del nucleo dorso-laterale, parte laterale del nucleo centrale.
V "	Nuclei dorso-laterale ed intermedio.

TABELLA 52.

Localizzazione delle cellule d'origine di vari tronchi nervosi nel cane, secondo Lapinsky (1903).

SEGMENTO	DESCRIZIONE
	I. — <i>Taglio dei nervi radiale, ulnare, mediano, in un punto distale del loro percorso.</i>
	Nervo radiale (taglio a livello del terzo inf. dell'avambraccio). Nessuna reazione apprezzabile.
VIII cerv.	Nervo ulnare (taglio a livello dell'articolazione carpo-radiale). Parte inferiore. Nuclei posterior lateralis, intermedialis, centralis.
I tor.	Parte superiore. Nuclei posterior lateralis, intermedialis, centralis.
	Nervo mediano (taglio a livello dell'articolazione carpo-radiale).
VIII cerv.	Parte inferiore. Nucleus posterior lateralis. Inoltre cellule dei nuclei centralis e posterior internus.
I tor.	Parte superiore e media. Nucleus posterior lateralis.
	II. — <i>Taglio dei nervi radiale, ulnare, mediano a livello del gomito.</i>
	Nervo radiale (taglio a livello dell'epicondilo laterale dell'omero). Nucleus intermedialis, externus.
VI cerv.	Nucleus anterior externus, centralis, intermedialis, posterior lateralis.
VIII cerv.	Nucleus centralis, intermedialis, posterior lateralis.
I tor.	Cellule laterali dei nuclei centralis e posterior lateralis.
	Nervo ulnare (taglio a livello dell'epicondilo laterale dell'omero). Strati inferiori. Nucleus posterior lateralis.
VII cerv.	Strati superiori. Nucleo centralis, intermedialis, posterior lateralis.
VIII cerv.	Parte superiore. Nucleus centralis, posterior externus, intermedialis.
I tor.	Nervo mediano (taglio a livello della piega del gomito). Cellule esterno-laterali del nucleus centralis e cellule posteriori del nucleus intermedialis. Cellule laterali del nucleus posterior internus.
VII cerv.	Parte laterale del nucleus centralis. Cellule posteriori del nucleus intermedialis, posterior internus ed externus.
VIII cerv.	Nucleus centralis (negli strati inferiori del segmento).
I tor.	Nucleus intermedialis, posterior externus, posterior internus (negli strati superiori).
	III. — <i>Taglio d'alcuni altri nervi della regione cervicale.</i>
	Nervo muscolo-cutaneo (taglio nella fossa sotto-clavicolare). Nucleus intermedialis; posterior lateralis.
V cerv.	Nucleus anterior medianus; posterior internus; intermedialis.
VI cerv.	Nucleus anterior medianus, centralis, posterior internus.
VII cerv.	Nervo ascellare (taglio nella fossa sotto-clavicolare). Nucleus anterior externus; intermedialis.
VI cerv.	Nucleus anterior externus, centralis, intermedialis.
VII cerv.	Nucleus anterior externus, centralis, intermedialis.
VIII cerv.	Nervo toracico lungo. Nucleus anterior medianus.
V cerv.	" " "
VI cerv.	" " "
VII cerv.	" " "

TABELLA 52 (Seguito).

SEGMENTO	DESCRIZIONE
	Nervo toracico anteriore.
VII cerv.	Nucleus centralis; intermedius.
VIII cerv.	Nucleus centralis.
IX cerv.	Nucleus posterior externus.
	Nervo sottoscapolare.
V cerv.	Nucleo anterior externus intermedius.
VI cerv.	" " " "
VII cerv.	Nucleus anterior medianus; anterior externus; centralis.
	Nervo frenico.
V cerv.	Nucleus anterior medianus.
VI cerv.	" " "
IV. — Taglio dei nervi dell'estremità inferiore.	
	Nervo crurale.
II L.	(strati inferiori) Nucleus posterior lateralis.
III L.	Nucleus anterior externus; posterior lateralis.
IV L.	Nucleus centralis; anterior externus; posterior lateralis.
V L.	" " ; posterior lateralis.
	Nervo otturatorio.
IV L.	Nucleo anterior externus; posterior lateralis.
V L.	" " " ; centralis; posterior lateralis.
VI L.	Nucleus anterior internus; anterior medianus; posterior lateralis.
	Nervo sciatico (rami superiori destinati all'innervazione dei muscoli del cingolo pelvico e della faccia posteriore della coscia).
IV L.	Nucleus anterior externus; posterior lateralis.
V L.	" " " ; " " ; centralis.
VI L.	Nucleus anterior medianus; anterior internus; anterior externus centralis.
VII L.	Nucleus anterior medianus; anterior externus centralis; posterior lateralis.
	" " " ; " " " " "
I S.	" " " ; " " " " "
	Nervo tibiale (taglio sopra la cavità del ginocchio).
IV L.	Nucleus posterior lateralis (nella porzione inf. del segm. inoltre il nucleus anterior externus).
V L.	Nucleus centralis; posterior externus.
VI L.	" " ; " " ; anterior externus.
VII L.	Nucleus anterior externus; posterior externus.
I S.	Nucleus anterior externus (alcune cellule del nucleo anterior medianus).
	Nervo peroneo (a livello del 4° superiore della coscia).
V L.	Nucleus posterior externus; anterior externus.
VI L.	Nucleus anterior medianus; centralis anterior externus; posterior externus intermedius.
VII L.	Nucleus externus, anterior externus, centralis posterior externus.
I S.	Nucleus anterior medianus.
II S.	" " "

TABELLA 53.

Localizzazione segmentale dei nuclei spinali di origine di alcuni nervi degli arti, nel cane e nel cercopiteco, secondo Bikeles (1905).

Cercopiteco.

ARTO TORACICO.

NERVO	SEGMENTO
N. ulnare	I Tor. + VIII Cerv.
N. mediano	I Tor. + VIII Cerv. + VII Cerv. (metà caudale).
N. radiale	I Tor. (terzo craniale e medio) + VIII Cerv. + VII Cerv. + VI Cerv. (parte caudale).
N. muscolo-cutaneo	(reciso non dà reazioni cellulari localizzabili).
N. ascellare	" " " " " "

ARTO PELVICO.

N. crurale	V Lomb. + IV Lomb. + III Lomb.
N. otturatorio	
N. sciatico	I Sacr. + VII Lomb. + VI Lomb. + V Lomb. (parte caudale).
N. peroneo	VII Lomb. + VI Lomb. + V Lomb. (parte caudale).
N. tibiale	(reciso non dà reazioni cellulari localizzabili).
Nn. glutei	" " " " " "

Cane.

ARTO TORACICO.

N. ulnare	I Tor. + VIII Cerv.
N. mediano	I Tor. + VIII Cerv. + VII Cerv. (parte caudale).
N. radiale	I Tor. (parte craniale), VIII Cerv. + VII Cerv. e spesso anche + VI Cerv. (parte caudale).
N. muscolo-cutaneo	VII Cerv. (parte media e craniale) + VI Cerv.
N. ascellare	VII Cerv. + VI Cerv.

ARTO PELVICO.

N. crurale	VI Lomb. (parte craniale) + V Lomb. + IV Lomb. (oppure IV + V Lomb.).
N. otturatorio	VI Lomb. (terzo craniale e medio) + V Lomb. + IV Lomb.
N. sciatico	II Sacr. + I Sacr. + VII Lomb. + VI Lomb.
N. tibiale	II Sacr. + I Sacr. + VII Lomb. + VI Lomb.
Nn. glutei	(spesso I Sacr., parte craniale) + VII Lomb. + VI Lomb.

B) LETTERATURA

LETTERATURA DELLA PARTE PRIMA

CAPITOLO I⁽¹⁾.

Generalità sulla segmentazione metamerica embrionale.

A) Alcune ricerche speciali sulla segmentazione metamerica embrionale.

1882. M. SAGEMEHL. « Untersuchungen über die Entwicklung der Spinalnerven ». Inaug. Dissert. Dorpat.
1883. J. W. VAN WIJHE. « Ueber die Mesodermsegmente und die Entwicklung der nerven des Selachierkopfes ». Verhandelingen der K. Akademie v. Wetenschappen te Amsterdam. Deel XII.
1884. F. AHLBORN, « Ueber die Segmentation des Wirbeltierkörpers ». Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. XLVI.
1889. J. W. VAN WIJHE. « Ueber die Mesodermsegmente des Rumpfes und die Entwicklung des Excretionssystems bei Selachiern ». Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XXIII.
1890. F. HOUSSAYE. « Etudes d'embryologie sur les vertébrés. L'axolotl. ». Archives de Zoologie expérimentale et générale. 2^e série, tome VIII, p. 143. Paris.
1891. J. KOLLMANN. « Die Rumpfsegmente menschlicher Embryonen von 13 bis 35 Urvirbeln ». Archiv. für Anatomie (und Physiologie), S. 39. Leipzig.
1896. O. SCHULTZE. « Ueber embryonale und bleibende segmentirung ». Verh. d. anatomischen Gesellschaft a. d. X^{en} Versammlung (Ergänzungsheft des XII^{en} Bd. d. Anatomischen Anzeigers, S. 87).
1904. G. I. KERR. « On some points in the early Development of motor nerve Trunks and Myotomes in *Lepidosiren paradoxa* (Fitz) ». Transactions of the R. Soc. of Edinburg, 41, pp. 119-128.
1905. I. KEIBEL. « Die Entwicklung der äusseren Körperform der Wirbeltierembryonen, insbesondere der menschlichen Embryonen aus den ersten 2 Monaten » in: O. Hertwigs Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere, Bd. I, Teil I, Hälfte I, Kap. 6, S. 1-176. Jena.
1906. L. NEUMAYER. « Histogenese und Morphogenese des peripheren Nervensystems, der Spinalganglien und des Sympaticus » in: O. Hertwigs Handbuch der vergl. und exp. Entwicklungslehre der Wirbeltiere, Bd. I, Teil II, Kap. X, S. 513-360. Jena.

B) Alcune ricerche sullo sviluppo embrionale degli arti da materiale metamerico.

1876. J. M. BALFOUR. « On the Development of Elasmobranch, Fishes ». The Journal of Anatomy and Physiology, vol. VIII, 1875-76; I, part 2 (Jan. 1876) pp. 377-411; II, part 3 (April 1876), pp. 517-570; III, part 4 (July 1876), pp. 672-688. Cambridge & London..
1877. J. K. THACKER. « Ventral fins of Ganoidfishes ». Trans. Connect. Acad., vol. IV. New Haven.

(1) Ho indicato qui soltanto alcune delle innumerevoli Memorie sullo sviluppo ontogenetico dei vertebrati, scegliendo quelle che più direttamente hanno rapporto coi problemi segmentali. Le indicazioni della letteratura riguardante la polineuromeria primitiva, sono invece quasi complete.

1877. J. K. THACKER. « Median and paired fins. A contribution to the history of vertebrate limbs ». Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science, vol. III, art. I, pp. 281-310.
1878. J. M. BALFOUR. « Monograph of the Development of Elasmobranchfishes ». London.
1879. ST. GEORG MIVART. « Notes on the fins of Elasmobranch with considerations on the nature and homologues of vertebrate limbs ». Trans. of the Zool. Society of London, vol. X.
1884. A. DOHRN. « Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. VI. Die paarigen und unpaaren Flossen der Selachier ». Mitteilungen aus der Zoologischen Station in Neapel, Bd. V, h. 1, (31 Jan.), S. 161-195.
1885. P. MAYER. « Die unpaaren Flossen der Selachier ». Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel, Bd. VI, h. 2, (25 Aug.), S. 217-285.
1888. A. DOHRN. « Studien zur Urgeschichte des Wirbeltierkörpers. XIV. Ueber die erste Anlage und Entwicklung der motorischen Rückenmarksnerven bei den Selachiern ». Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Bd. VIII, h. 3-4, (18 Dec.), S. 441-461).
1889. J. F. VAN BEMMELN. « Ueber die Herkunft der Extremitäten und Zungenmuskulatur der Eidechsen ». Anatomischer Anzeiger, Bd. IV, n. 8, (April 1889), S. 240-255. Jena.
1891. A. M. PATERSON. « The position of the Mammalian limb regarded in the light of its innervation and development ». Studies in Anatomy from the anatomical Department of Owen's College, vol. I.
1892. S. MOLLIER. « Zur Entwicklung der Selachierextremitäten ». Vorl., Mitt. 1892; Anat. Anz., VII.
1894. R. G. HARRISON. « The development of the fins of Teleosts ». J. Hopkins University Circulars, vol. XIII, n. 111, April, pp. 59-61. Baltimore.
1895. R. G. HARRISON. « Die Entwicklung der unpaaren und paarigen Flossen der Teleostier ». Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XLI, S. 500-578.
1901. C. RABL. Gedanken und Studien über den Ursprung der Extremitäten ». Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. LXX, h. 3, S. 474-558. Leipzig.
1906. H. BRAUS. « Die Entwicklung der Form der Extremitäten und des Extremitätenskelettes » in O. Hertwig, Handbuch der vergl. und exp. Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Jena.

C) *Le ricerche sulla Polioneuromeria spinale (mielomeria) embrionale.*

1877. MIHALKOWICZ. « Entwicklungsgeschichte des Gehirns nach Untersuchungen an höheren Wirbeltieren und dem Menschen ».
1885. C. KÜPFER. « Primäre Metamerie des Neuralrohres der Vertebraten ». Sitzungsber. d. Math. phys. Klasse der Akademie zu München, 5 dec. 1885.
1886. W. HIS. « Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarkes und der Nervenwurzeln ». Abh. d. math. phys. Classe des K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. 18, n. 6, S. 489. Leipzig.
1887. H. ORR. « A contribution to the Embryologie of the Lizard, with especial reference to the central nervous system ». The Journal of Morphology, vol. I, n. 2, pp. 311-372.
1889. JULIA B. PLATT. « Studies on the primitive axial segmentation of the Chick ». Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, vol. 17, pp. 171-190.
1889. CH. J. W. MC. CLURE. « The primitive segmentation of the vertebrate Brain ». Zoologischer Anzeiger, Jahrg., 12, n. 314, S. 435-436.
1889. A. PRENANT. « Replis médullaires chez l'embryon du porc ». Bulletin de la Société des Sciences de Nancy.
1890. CH. J. W. MC. CLURE. « The segmentation of the primitive vertebrate Brain ». The Journal of Morphology, vol. 4, n. 1, pp. 35-56.
1892. A. FRORIEP. « Zur Frage der sogenannten Neuromerie ». Verhandl. der Anatomischen Gesellschaft auf dem Versammlung von 7-9 Juni 1897, S. 162-167. (Ergänzungsheft z. VII Jahrg. d. Anatomisches Anzeigers). Jena.
1894. W. A. LOCY. « Metameric segmentation of the medullary Folds and embryonic Rim ». Anatomischer Anzeiger, Jahrg. IX, n. 13, S. 398-415. Jena.
1895. A. C. EYCLESHYMER. « The early Development of amblystoma ». The Journal of Morphology, vol. X, pp. 343-418.

1896. H. V. NEAL. « A summary of studies on the segmentation of the nervous system in *Squalus acanthias* ». Anatomischer Anzeiger Jahrg. XII. n. 17, S. 377-391. Jena.
1898. H. V. NEAL. « The segmentation of the nervous system of *Squalus acanthias* ». Bulletin of the Museum of comparative Zoology of Harvard College, vol. XXVI, n. 7, pp. 148-294.
1900. CH. HILL. « Developmental history of primary segments of the Vertebrate head ». Zoologische Jahrbücher. Abt. f. Anat. und Ontogenese.
1905. C. KUPFFER. « Die Morphogenie des Centralnervensystems » in: O. Hertwigs Handbuch der vergl. und experim. Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. II. Teil. III. Kap. 8. S. 1-272. Jena.
1906. L. BOLK. « Ueber die Neuromerie des embryonalen menschlichen Rückenmarkes ». Anatomischer Anzeiger. Bd. 28. 718. S. 204-206. Jena.

LETTERATURA DELLA PARTE SECONDA

CAPITOLO II.

Le ricerche nella miomeria persistente e palese.

1867. GRENACHER. « Beiträge zur näheren Kenntnis der muskulatur der Cyclostomen und Lepto-cardier ». Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XVII.
1872. G. M. HUMPHRY. « Observations in Myology, including the Myologie of Cryptobranch, Lepidosiren, Ceratodus ». Cambridge.
1875. SIOLI. « Vergleichende Untersuchungen über die Bauch- und Zwischenrippenmuskulatur der Wirbeltiere ». Dissert. Inaug. Halle.
1881. H. GADOW. « Untersuchungen ueber die Bauchmuskeln der Krokodile, Eidechsen und Schildkröten ». Morphologisches Jahrbuch, VII, 1, S. 57-101.
1886. K. MAYS. « Ueber die Nervatur des M. Rectus Abdominis des Frosches ». Festschrift. Heidelberg.
1890. D. J. CUNNINGHAM. « The value of nerve supply in the Determination of muscular homology and anomalies ». Journal of Anatomy and Physiology, XXX, Oct., p. 31.
1891. F. MAURER. « Der Aufbau und die Entwicklung der ventralen Rumpfmuskulatur bei den Urodelen Amphibien und deren Beziehung zu den gleichen Muskeln bei Selachiern und Teleostiern ». Morphologisches Jahrbuch, XVIII, 1, S. 76-180.
1892. O. SEYDEL. « Ueber die Zwischensehnen und den metameren Aufbau des M. Obliquus thoraco-abdominalis der Säugetiere ». Morphologisches Jahrbuch, XVIII, 5, S. 544-604.
1892. S. KAESTNER. « Ueber die Allgemeine Entwicklung der Rumpf- und Schwanzmuskulatur bei Wirbeltieren, mit besonderer Berücksichtigung der Selachier ». Archiv für Anatomie (und Physiologie). S. 153-223.
1892. G. RUGE. « Die ventrale Rumpfmuskulatur der anuren Amphibien ». Morphologisches Jahrbuch, XXII.
1894. H. K. CORNING. « Ueber die ventralen Urwirbelknospen in der Brustflosse der Teleostier ». Morphologisches Jahrbuch, XII, 1, S. 79-99.
1894. R. G. HARRISON. « The metamerism of the dorsal and ventral longitudinal muscles of the Teleost ». John Hopkins University Circulars, vol. XXIII, n. 111, pp. 62-63.
1896. C. GEGENBAUR. « Zur Systematik der Rückenmuskeln ». Morphologisches Jahrbuch, XXIV, 1, S. 205-208.
1897. D. A. WIKSTROM. « Ueber die Innervation und den Bau der Myomeren der Rumpfmuskulatur einiger Fische ». Anatomischer Anzeiger, XIII, 15, S. 401-408.

1898. C. GEGENBAUR. « Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere ». Bd. I, vom Muskelsystem. Leipzig.
1898. F. MAURER. « Die Entwicklung der ventralen Rumpfmuskulatur bei Reptilien ». Morphologisches Jahrbuch, XXVI. Leipzig.
1900. H. ENGERT. « Die Entwicklung der Ventralen Rumpfmuskulatur bei Vögeln ». Morphologisches Jahrbuch, XXIX. Leipzig.
1902. G. FAVARO. « Ricerche sulla morfologia e sullo sviluppo dei muscoli del dorso dei Teleostei ». Archivio Italiano di Anatomia e Embriologia, I. p. 476. Firenze.
1903. G. FAVARO. « Intorno ai muscoli dorsali dei Lacertidi ». Monitore zoologico italiano, XIV, 2, pp. 28-33. Firenze.
1903. CH. R. BARDEEN. « Variations in the internal architecture of the musculus obliquus Abdominis externus in certain Mammals ». Anatomischer Anzeiger, XXIII, 10-11, S. 241-249. Jena.
1904. J. W. LANGELAAN. « Over den vorm van het Rompmyotoom ». Verslagen der K. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, 28 Mei, pp. 50-58. Amsterdam.

CAPITOLO III.

Ricerche sulla dermatomeria palese.

1897. C. RABL. « Theorie des mesoderms ». I Leipzig. (Prefazione).
1901. H. GADOW. « The Cambridge natural history ». Amphibia and Reptilia. London.
1904. E. JOURDRAN. « Les ophidiens de Madagascar ». Thèse de Paris.
1905. O. GROSSER. « Metamere Bildungen der Haut der Wirbeltiere ». Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie, 80, 1, S. 50-79. Leipzig.

CAPITOLO IV.

Ricerche sulla polioneuromeria spinale o mielomeria palese.

1809. GALL et SPURZHEIM. « Recherches sur le système nerveux en général et sur celui du cerveau en particulier ». Paris.
1814. C. G. CARUS. « Versuch einer Darstellung des Nervensystems... ». Leipzig.
1851. L. CLARKE. « Researches in the structure of the spinal cord ». Phil. Transactions of the R. Society of London. Part. II.
1854. J. C. L. SCHREUDER van der KOLK. « Anatomisch-physiologisch onderzoek over het ruggemerg ». Amsterdam.
1857. BIDDER und KUPFER. « Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks und die Entwicklung seiner Formelemente ». Leipzig.
1859. B. STILLING. « Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Cassel.
1868. L. STIEDA. « Studien über das centrale Nervensystem der Knochenfische ». Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie, Bd. XVIII. Leipzig.
1874. P. SCHIEFFERDECKER. « Beiträge zur Kenntnis des Faserverlaufes im Rückenmark ». Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. X.
1877. FREUND. « Ueber den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln im Rückenmark von Ammonoetes ». Sitzungsberichte der Math. Naturw. Klasse der Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 75, Abt. III.
1881. G. SCHWALBE. « Lehrbuch der Neurologie ». Erlangen.
1881. C. LUEDERITZ. « Ueber das Rückenmarkssegment ». Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abt. S. 423.
1882. E. A. BIRGE. « Die Zahl der Nervenfasern und der motorischen Ganglienzellen im Rückenmark des Frosches ». Archiv für Anatomie und Physiologie. Phys. Abt. (DUBOIS REYMOND).
1888. GASKELL. « The cranial nerves ». The Journal of Physiology, vol. 10. London.

1889. W. WALDEYER. « Das Gorilla-Rückenmark ». Abhandlungen der K. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom Jahre 1885.
1891. A. v. KOELLIKER. « Zur feineren Anatomie des centralen Nervensystems. Das Rückenmark ». Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 81, h. 1., S. 10. Leipzig.
1896. P. ARGUTINSKY. « Ueber eine regelmässige Gliederung in der grauen Substanz des Rückenmarkes beim Neugeborenen und über die Mittelzellen ». Archiv für mikroskopische Anatomie, 48, 3, S. 496.
1900. R. KRAUSE et M. PHILIPSON. « Structure de la corne antérieure de la moelle du lapin ». Bulletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. Classe des Sciences. Novembre 1900.
1901. R. KRAUSE et M. PHILIPSON. « Untersuchungen über das Centralnervensystem des Kaninchens ». Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. 57, S. 488.
1902. A. von KOELLIKER. « Ueber die oberflächlichen Nervenkerne im Marke der Vögel und Reptilien ». Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie, Bd. 72.
1902. A. von KOELLIKER. « Weitere Beobachtungen über die Hoffmannschen Kerne im Mark der Vögel ». Anatomische Anzeiger, Bd. XXI, n. 3. Jena.
1904. STREETER. « The structure of the spinal cord of the Ostrich ». American Journal of Anatomy, vol. III, n. 21.
1905. J. HARDESTY. « Observations on the spinal cord of the emu, and its segmentation ». The Journal of comparative Neurology and Psychology (C. J. Herrick, R. M. Yerkes), vol. XV, n. 2, pp. 81-97. Granville.
1907. G. van RYNSBERG. « Sulla segmentazione metamERICA del midollo spinale « Polioneuromeria » o « mielomeria ». Nota I. I rettili ». Monitore zoologico italiano (Chiarugi e Ficalbi) anno XVIII, nn. 5-6, pp. 140-152. Firenze.

CAPITOLO V.

Ricerche sull'odoneuromeria palese.

1840. JOH. MUELLER. « Vergleichende Neurologie der Myxinoide ». Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften in Berlin. S. 1-38.
1887. JULIN. « Recherches sur l'appareil vasculaire et le système nerveux périphérique de l'Ammonoetes, (Petromyzon Planeri) ». Archives de Biologie, t. VII, pp. 759-902.
1892. E. B. HATSCHKE. « Die metamerie des Amphioxus und des Ammonoetes ». Verhandlungen d. Anatom. Gesellschaft a. d. Versammlung in Wien. S. 136-162. Jena.
1892. G. RETZIUS. « Zur Kenntnis der motorischen Nervenendigungen ». Biologische Untersuchungen. Neue Folge, Bd. III, n. 6, S. 41-52.
1893. J. W. van WYHE. « Over de ventrale zenuwen by Amphioxus ». Tydschrift der Nederl. Dierkundige Vereeniging, (2), Dl. 4, p. xli.
1893. J. W. van WYHE. « Ueber Amphioxus ». Anatomischer Anzeiger, VIII, 5, S. 152-172. Jena.
1897. J. W. WYHE. « Over de opvatting eener spinale zenuw als complex van twee zelfstandige zenuwen ». Verslagen der K. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Wis-en Natuurk. afd. Zat. 2 Jan., pp. 263-281. Amsterdam.
1903. CH. R. BARDEEN. « The bimeric distribution of the spinal nerves in elasmobranch fishes and urodels ». Proc. of the Association of American Anatomists. 17th session Philadelphia (e: American Journal of Anatomy, III, p. v).
1905. J. W. van BISSSELICK. « Note on the Innervation of the Trunkmyotome ». Verslagen der K. Akademie v. Wetenschappen te Amsterdam, 22 April, pp. 708-711. Amsterdam.

LETTERATURA DELLA PARTE TERZA

CAPITOLO VI.

Ricerche sull'odoneuromeria larvata e sue proiezioni periferiche, con metodi anatomici.

1741. I. I. HUBER. « De medulla spinali spec. de nervis ab ea provenienti ». Gottinguae.
1750. G. F. ASCH. « De primo pare nervorum medullae spinalis ». Gottingae.
1783. AL. MONROE. « Observations on the structure and functions of the nervous system ». Edinburgh.
1783. M. E. STYX. « Descriptio anatomica nervi cruralis et obturatorii, iconibus illustrata ». Jenae, 1782.
1784. KLINT. « Dissertatio de nervis brachii ». (LUDWIG, scriptores neurologici minores. Tom. IV).
1785. A. SCARPA. *Anatomicarum Annotationum Liber primus « De Nervorum Gangliis et plexibus » Ticini regii. Typis R. & S. Monasterii S. Salvatoris.*
1785. AL. MONROE. « The structure and Physiology of Fishes explained and compared with those of man and other animals ». Edinburgh.
1787. SOEMMERING. « Anatomia. Pars V, De corporis humani fabrica ».
1791. I. L. FISCHER. « Descriptio anatomica nervorum lumbalium et extremitatum inferiorum ». Lipsiae, 1791.
1793. G. F. PEIPERS. « Tertii et quarti nervorum cervicalium descriptio », etc. Halae. (LUDWIG, « Scriptores neurologici minores ». Tom. IV).
1794. A. SCHMIDT. « Commentarius de nervis lumbalibus eorumque plexibus anatomico-pathologicus ». Windebonae.
1794. A. MURRAY. « Nervorum cervicalium cum plexu brachiali descriptio ». Upsalae.
1794. A. SCARPA. « Tabulae neurologicae ». Ticini.
1796. REIL. « Exercitationes anatomicae ». Fasc. 1. « De nervorum structura ». Halae.
1796. A. MURRAY. « Descriptio nervorum dorsalium atque lumbalium-sacralium cum plexu ischiadico ». Upsalae.
1798. G. C. FROTSCHER. « Descriptio medullae spinalis eiusque nervorum iconibus illustrata ». Erlangae. (LUDWIG, « Scriptores neurologici minores ». Tom. IV).
1805. G. CUVIER. « Leçons d'anatomie comparée ». Tome II. « Les organes des sensations ». Paris.
1827. A. C. BOCK. « Abbildungen der Rückenmarksnerven nebst Erklärungen der 7. Kupfertafeln ». Leipzig.
1837. A. C. BOCK. « Die Rückenmarksnerven in ihrem ganzem Verlauf, Ausbreitung und Verästelung ». Leipzig.
1840. W. MARBACH. « De nervis spinalibus avium nonnullarum ». Disert. Inaug. Vratislaviae.
1847. J. L. C. SCHREUDER van der KOLK, in: Tydschrift der Wis-en natuurk. Wetenschappen van de eerste klasse van het Kon. Nederl. Instituut. e: « Ueber den Zusammenhang zwischen Gefühls und Bewegungsnerven ». Frierieps Notizen 3 R. B. IV.
1851. N. MEURSING. « Verhandelingen over de bonte kraai ». Bekroonde Pryspraak. Groningen.
1856. CH. A. VOIGT. « Ueber ein System neuentdeckter Linien an der Oberfläche des menschlichen Körpers und über die Hauptverästelungsgebiete der Hautnerven, nebst der Art der Vertheilung der Hauptnerven in derselben ». Sitzungsberichte der math-naturw. Classe der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. 22 Octoberheft 1856. S. 240. Wien.
1860. F. LUSSANA. « Monografia delle neuralgie brachiali. Milano.
1864. CH. A. VOIGT. « Beiträge zur Dermato-neurologie der Haut nebst der Beschreibung eines Systems neuentdeckter Linien an der Oberfläche der menschlichen Körpers ». Denkschriften der math. naturw. Klasse der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. 22. 2 Abt. S. 1-40. Wien.

1871. CHAUVEAU et ARLOING. « Anatomie comparée des animaux domestiques. Paris. »
1872. F. TODARO. « Sulla struttura dei plessi nervosi. Prelezione al corso di Anatomia. Roma. »
1873. J. G. DE MAN. « Vergelykende myologische en neurologische studien over Amphibien en Vogels ». Academisch Proefschrift. Leiden.
1873. M. FUERBRINGER. « Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. I (Urodelen und Anuren) ». Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaften. VIII. S. 237. Jena.
1874. J. G. DE MAN. Myologie comparée de l'extrémité postérieure chez les amphibiens ». Niederland. Archiv für Zoologie ». II. h. 2. Leiden.
1874. M. FUERBRINGER. « Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. II (Anuren und Cheilonier) ». Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. VIII. S. 175. Jena.
1875. B. SOLGER. « Zur Anatomie der Faultiere (Bradypodes) ». Morphologisches Jahrbuch (Gegenbaur) I. S. Leipzig.
1875. M. FUERBRINGER. « Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. III (Saurier und Crocodile) ». Morphologisches Jahrbuch (Gegenbaur) Bd. I. S. 636. Leipzig.
1876. WM. J. HATCHETT and WM. B. CLARKE. « The brain and cranial nerves of Echinorhinus spinosus with notes on the other viscera ». The Journal of Anatomy and Physiology X. part 1. p. 75-107.
1876. E. ROSENBERG. « Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen ». Morphologisches Jahrbuch (Gegenbaur) I. S. 83. Leipzig.
1877. G. MIVART and R. CLARKE. « On the sacral plexus of Lizards and other vertebrata ». Trans. of the Linnean Society of London, ser. 2. Zool. vol. I. London.
1877. JAMES K. THACHER. « Median and paired fins, a contribution to the history of vertebrate limbs ». Transact. of the Connecticut Academy of Arts and Science. Vol. III. art. 7. p. 281-310.
1877. POTOCKI. « Der Plexus lumbo-sacralis und seine Beziehungen zu den Nerven der unteren Extremitäten ». Dissert. Inaug. Petersburg (In lingua russa).
1877. WALSH. « Anatomy of the Brachial plexus ». American Journal of medical Science. Oct. 1877. p. 397.
1877. I. D. CUNNINGHAM. « Journal of Anatomy and Physiology XI. h. 3, p. 539.
1878. R. HILBERT. « Zur Kenntniss der Spinalnerven ». Dissert. Inaug. Königsberg.
1878. H. v. IHERING. « Das peripherische Nervensystem der Wirbeltiere als Grundlage für die Kenntnis der Regionenbildung der Wirbelsäule ». Leipzig
1878. H. WELKER. « Zur Lehre vom Bau und Entwicklung der Wirbelsäule ». Zoologischer Anzeiger (Carus). I. S. 291-295, und S. 311-314.
1879. C. GEGENBAUR. « Zur Gliedmassenfrage. An die Untersuchungen V. Davidoff's angeknüpfte Bemerkungen ». Morphologisches Jahrbuch, 1879. V, S. 521-525. Leipzig.
1879. W. A. HASWELL. « Notes on the Anatomy of Birds. I. the brachial Plexus of Birds ». Proc. of the Linnean Society of N. S. Wales. III, p. 409. Sydney.
1879. M. FUERBRINGER. « Zur Lehre von den Umbildungen der Nervenplexus ». Morphologisches Jahrbuch. (Gegenbaur). V. S. 324. Leipzig.
1879. HOLL. « Ueber die Lendennerven ». Wiener Medicinische Jahrbücher. Wien.
1879. FÉRÉ. « Note sur un point de l'anatomie du nerf sciatique ». Bulletin de la Société anatomique, p. 110. Paris.
1880. W. A. HASWELL. « Note on the Anatomy of Birds. II. the lumbar and sacral plexuses of birds ». Proceedings of the Linnean Society of N. S. Wales, at Sydney, vol. IV, p. 303.
1880. M. v. DAVIDOFF. « Beiträge zur vergleichenden Anatomie der hinteren Gliedmassen der Fische ». Morphologisches Jahrbuch. V, VI. IX. Leipzig.
1880. M. v. DAVIDOFF. « Ueber das Skelett der hinteren Gliedmassen der Ganoidei holostei und der physostomen Knochenfische ». Morphologisches Jahrbuch (Gegenbaur). VI. h. 1. S. 125-128.
1881. G. SCHWALBE. « Lehrbuch der Neurologie ». Erlangen.
1882. A. KAHAN. « Der plexus brachialis und seine Beziehungen zu den Hauptnerven der oberen Extremitäten und des Schultergürtels ». St. Petersburg (In lingua russa).

1883. M. FUERBINGER. « Over Anatomie en systematiek der Vogels ». Procesverbaal der gew. Vergadering der afdeeling Nat. der K. Akademie v. Wet. te Amsterdam. D. 30. II. p. 5.
1883. W. A. HASWELL. « On the structure of the paired fins of *Ceratodus* with Remarks on the general Theory of the Vertebrate Limb ». The Proceedings of the Linnean Society of N. S. Wales. VII. part. I, p. 2-11. Sydney.
1883. FÉRÉ. « Étude Anatomique et critique sur les Plexus der nerfs spinaux ». Archives de Neurologie (Charcot). V. 5. p. 332. Paris.
1883. T. BROOKS. « The brachial plexus of the macacus monkey in analogy of that of man ». Journal of Anatomy and Physiology. XVII, p. 329-332.
1884. M. DAVIDOFF. « Ueber die Varietäten des Plexus lumbosacralis von *Salamandra maculosa* ». Morphologisches Jahrbuch. IX, S. 401-415. Leipzig.
1884. HEIBERG. Atlas der Hautnervengebiete. Christiania.
1886. W. P. HERRINGHAM. « The minute Anatomy of the brachial plexus. Proceedings of the R. Society of London. Vol. 41, n. 249, p. 423. Nov. 1886. London.
1886. W. P. HERRINGHAM. « Abstract of a paper upon the minnte anatomy of the brachial plexus ». Proceedings of the Royal Society of London, vol. 40, p. 255, March 25. London.
1886. J. ROTGANS. « Bijdrage tot de kennis van het halsgedeelte der vier laatste hersenzenuwen ». Academisch Proefschrift. Meppel.
1886. A. M. PATERSON. « Morphology of the sacral plexus in Man ». Thesis of Edinburgh; and: Journal of anatomy and Physiology, XXI, p. 407.
1887. H. E. SAUVAGE. « Note sur le plexus brachial et le plexus sacrolombaire du Zonure géant ». Bulletin de la Société Zoologique de France, XII.
1887. A. M. PATERSON. « On the functions of the Muscleplatt and the Development of the spinal nerves and limb-plexus in Birds and mammals ». The Quarterly Journal of microscopical Science, XXVIII, p. 209.
1887. E. SIEMERLING. « Anatomische Untersuchungen über die menschlichen Rückenmarkswurzeln ». Berlin, 1887.
1887. C. AGOSTINI. « Sulla composizione del plesso brachiale e sulle origini dei suoi rami terminali ». Perugia.
1887. A. M. PATERSON. « The limb-plexus of Mammals ». The Journal of Anatomy and Physiology. XXI, p. 611.
1888. M. FUERBRINGER. « Untersuchungen zur Morphologie und systematik des Vögel zugleich ein Beitrag zur Anatomie der Stütz- und Bewegungsorgane ». Bydragen tot de Dierkunde uitgegeven door het Genootschap N. A. M., te Amsterdam, 15^e Afl., 1^e en 2^e Ged., pp. 1-1751.
1888. P. EISLER. « Das Gefäss- und priptere Nervensystem des Gorilla ». Habilitationsschrift. Halle.
1888. V. BYCHOWER. Verbreitungsweise d. Hautnerven beim Menschen. Strassburg.
1889. J. PECK. « Variations of the spinal nerves in the caudal region of the Pigeon ». Boston.
1889. A. M. PATERSON. « Position of the Mammalian Limb regarded in the light of its innervation and development ». Journal of Anatomy and Physiology, XXIII, p. 283.
1890. C. K. HOFFMANN. « Reptilien », in D^r H. G. BRONN's Klassen und ordnungen des Tierreiches. Bd. VI, Abt. III, 1, 7, 8. Leipzig.
1890. ASP. « Studier of Plexus sacralis ». Comment. variae in memor. actorum CCI annorum edidit Universitas Helsingfors.
1890. P. EISLER. « Das Gefäss- und periphere Nervensystem des Gorilla ». Halle.
1891. M. GRIFFIN. « On some varieties of the last dorsal and first lumbar Nerves ». Transactions of the R. Academy of Ireland, vol. IX, p. 485 (e: Journal of Anatomy and Physiology, vol. XXVI, p. 48).
1891. P. EISLER. « Der plexus lumbosacralis beim Menschen ». Anatomischer Anzeiger, Jahrg. 1891. nn. 9, 10. Jena.
1891. P. EISLER. « Der Plexus lumbosacralis beim Menschen ». Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle, Bd. XVII.

1892. A. M. PATERSON. « The human sacrum ». Proceedings of the R. Society of London, vol. 51, p. 313. London.
1892. H. BRAUS « Ueber die Rami ventrales der vorderen spinalnerven einiger Selachier ». Dissert. Inaug. Jena.
1892. G. RUGE. « Der Verkürzungsprozess am Rumpfe von Halbaffen ». Morphologisches Jahrbuch, XVIII, S. 185. Leipzig.
1892. ARNOULD. « Contribution à l'étude de la structure intime du plexus sacré ». Thèse de Bordeaux.
1892. URSCHNEIDER. « Die Lendennerven des Affen und des Menschen ». Münchener medicinische Abhandlungen. 26^{er} Heft (VII^e Reihe, 1^{es} Heft). München.
1892. ELLENBERGER und BAUM. « Systematische und topographische anatomie des Hundes ». Berlin.
1892. H. ADOLPHI. « Ueber Variationen d. Spinalnerven und der Wirbelsäule. I. Bufo variabilis ». Morphologisches Jahrbuch, XIX, 3, S. 313-375. Leipzig.
1892. G. RUGE. « Zeugnisse für die Metamere Verkürzung des Rumpfes bei Säugetieren. Der Musculus rectus thoracoabdominalis der Primaten ». Morphologisches Jahrbuch. B. XIX. Leipzig.
1893. A. M. PATERSON. « The origin and distribution of the nerves of the lower limb. I. ». Journal of Anatomy and Physiology, vol. XXVIII, p. 84.
1893. G. RUGE. « Verschiebungen in den Endgebieten der Nerven des Plexus lumbosacralis der Primaten. Zeugnisse für die metamere Verkürzung des Rumpfes bei Säugetieren ». Morphologisches Jahrbuch, Bd. XX. Leipzig.
1894. A. M. PATERSON. « The origin and distribution of the nerves of the lower limb. II. ». Journal of Anatomy and Physiology, vol. XXVIII, p. 169.
1894. MUELLER. « Beitrag zur Kenntniss der Faserverlaufes im Plexus brachialis ». Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, B. V, S. 116. Leipzig.
1894. L. BOLK. « Beziehungen zwischen Skelet, Muskulatur und Nerven der Extremitäten ». Morphologisches Jahrbuch, XXI, 2, S. 241. Leipzig.
1895. C. HASSE. « Handatlas der sensiblen und motorischen Gebiete der Hirn- und Rückenmarksnerven ». 35 taf. Wiesbaden.
1895. L. BOLK. « Rekonstruktion der Segmentirung der Gliedmassen-muskulatur, dargelegt an der Muskulatur des Oberschenkels und des Schultergürtels ». Morphologisches Jahrbuch, XXII, 3, S. 357. Leipzig.
1895. GOEPPERT. « Untersuchungen zur Morphologie der Fischrippen ». Morphologisches Jahrbuch, XXIII. Leipzig.
1895. H. ADOLPHI. « Ueber variationen der Spinalnerven und der Wirbelsäule anurer Amphibien. II. Pelobates fuscus, und Rana esculenta ». Morphologisches Jahrbuch, XXII, 4, S. 449-490. Leipzig.
1895. L. BOLK. « Die Sklerozonie des Humerus. Zugleich ein Beitrag zur Bildungsgeschichte dieses Skeletteiles ». Morphologisches Jahrbuch, XXIII, 3, S. 391. Leipzig.
1896. H. ADOLPHI. « Ueber Variationen der Spinalnerven und der Wirbelsäule anurer Amphibien. III. Bufus cinereus ». Morphologisches Jahrbuch, XXV, 1, S. 1-30. Leipzig.
1896. A. M. PATERSON. « A discussion of some points in the distribution of the spinal nerves ». Journal of Anatomy and Physiology, XXX, S. 530.
1896. K. RANKE. « Muskel- und Nervenvariationen der dorsalen Elemente des Plexus Ischiadicus der Primaten ». Dissertatio inaug. München. (e: Archiv für Anthropologie, XXIV, S. 117).
1897. K. v. BARDELEBEN und FROHSE. « Ueber die Innervirung von Muskeln, insbesondere an den menschlichen Gliedmassen ». Verh. d. Anat. Gesellschaft auf der II^{en} Versammlung zu Gent. S. 38-43. Jena.
1897. G. GADOW und E. SELENKA. « Vögel », in D.^r H. G. BRONN's. Klassen und Ordnungen des Thierreiches, Bd. VI, Abt. 4, I.^{es} Theil. Anatomie.
1897. M. FUERBRINGER. « Ueber die spino-occipitale Nerven der Selachier und Holocephalen und ihre vergleichende Morphologie ». Festschrift für C. Gegenbaur, III, S. 350-788. Leipzig.

1897. WAITE. « Variations in the brachial and lumbosacral Plexi (sic) of *Necturus* ». Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, XXXI, 4, pp. 71-89.
1897. L. BOLK. « Beitrag zur Neurologie der unteren Extremität der Primaten ». Morphologisches Jahrbuch, XXV, 3, S. 305. Leipzig.
1897. L. BOLK. « Een en ander uit de segmentaal-anatomie van het menschelyk lichaam ». Weekblad van het Nederlandsch Tydschrift voor Geneeskunde Jaarg, 1897, Dl. I, 24, p. 982. e Dl. II, 10, p. 366. Amsterdam.
1897. L. BOLK. « Die Segmentaldifferenzirung des menschlichen Rumpfes und seiner Extremitäten. Beiträge zur Anatomie und Morphogenese des menschlichen Körpers. I. ». Morphologisches Jahrbuch, XXV, 4, S. 465; II, ibidem, XXVI, 1, S. 91. Leipzig.
1898. H. ADOLPHI. « Ueber das Verhalten des zweiten Brustnerven zum Plexus brachialis beim Menschen ». Anatomischer Anzeiger, Jahrg., XV, n. 7, S. 98. Jena.
1898. H. BRAUS. « Ueber die Innervation der paarigen Extremitäten bei Selachiern, Holocephalen und Dipnoern. Ein Beitrag zur Gliedmassenfrage ». Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaft. 31 (N. F. 24) h ²/₄ S. 239-468. Jena.
1898. H. ADOLPHI. « Ueber das Wandern des Extremitätenplexus und des Sacrum beim Triton (*Molge taeniata*). Morphologisches Jahrbuch, XXV, n. 6, S. 544. Leipzig.
1898. V. E. MERTENS. « Ueber die Hautzweige der Intercostalnerven ». Anatomischer Anzeiger, XIV, 6. S. 74. Jena.
1899. L. BOLK. « De Sympodie, een voorbeeld van pathologische Segmentaal-anatomie ». Geneeskundige bladen, uit kliniek en Laboratorium. Reeks, 6, n. 10, Haarlem.
1899. L. BOLK. « Die Segmental-differenzirung des menschlichen Rumpfes und seiner Extremitäten. Beiträge zur Anatomie und Morphogenese des menschlichen Körpers. III. ». Morphologisches Jahrbuch, XXVII, 4, S. 629. Leipzig.
1899. R. C. PUNNETT. « On the formation of the pelvic plexus with special reference to the nervus collector in the genus *Mustelus* ». Proc. of the R. Society of London, vol. 65, n. 422, pp. 445-446. Leipzig.
1900. P. ANCEL et L. SENCERT. « Contribution à l'étude du Plexus brachial ». Bibliographie anatomique, t. IX, f. 4, pp. 209, 222.
1900. H. BRAUS. « Die Muskeln und Nerven der *Ceratodus*-flossen ». Semon. Forschungsreise, Bd. I.
1900. R. C. PUNNETT. « On the formation of the pelvic plexus, with especial reference to the nervus collector in the genus *Mustelus* ». Philosophical Transactions of the R. Society of London, ser. B, vol. 192, pp. 331-351. London.
1900. R. C. PUNNETT. « On the formation of the pelvic plexus with especial reference to the nervus collector in the genus *Mustelus* ». Proceedings of the R. Society of London. vol. 65, n. 422, p. 445. London.
1900. R. C. PUNNETT. « On the composition and variations of the pelvic plexus in *Acanthias vulgaris* ». Zoologischer Anzeiger, XXIV, n. 642, S. 233.
1900. L. BOLK. « Die Segmentaldifferenzirung des menschlichen Rumpfes und seiner Extremitäten. Beiträge zur Anatomie und Morphogenese des menschlichen Körpers. IV. ». Morphologisches Jahrbuch, XXVIII, S. 105. Leipzig.
1900. L. BOLK. « Gipsmodellen der extremitäten met aanduiding der segmentale huidinnervatie ». Weekblad van het Nederlandsch Tydschrift voor Geneeskunde, 1900, Dl. II, n. 9. Amsterdam.
1901. R. C. PUNNETT. « Variations of the pelvic plexus in *Acanthias vulgaris* ». Proceedings of the R. Society of London, vol. 68, n. 444, p. 140, and: ibidem, vol. 69, n. 451, p. 2. London.
1901. CH. R. BARDEEN and A. W. ELKIN. « A statistical study of the variations of the formation and position of the lumbo-sacral plexus in man. ». Anatomischer Anzeiger, XIX, S. 124. Jena.
1901. G. CARADONNA. « Ricerche sulla costituzione del plesso brachiale, sulla distribuzione dei suoi rami terminali e sull'anastomosi fra il nervo muscolo-cutaneo ed il nervo mediano negli equini ». Monitore zoologico italiano, anno XII, 3, p. 63, ed ibidem, anno XII, n. 4, p. 84. Firenze.

1901. U. BARPI. « *Intorno alle origini del plesso brachiale del cavallo* ». *Giornale d'ippologia*, f. 7-8.
1901. L. BOLK. « *Sur la signification de la sympodie au point de vue de l'anatomie segmentale* ». *Petrus Camper. Nederlandsche Bijdragen tot de Anatomie*, I, 1, p. 85. Haarlem.
1901. CHEMIN et TRIBONDEAU. « *Dissociation du plexus brachial du Gibbon* ». *C-R. de la Société de Biologie à Paris*, t. 53, pp. 894, 15. Paris.
- 1901-02. L. BOLK. « *Beiträge zur Affenanatomie III. Der Plexus cervico-brachialis der Primaten* ». *Petrus Camper*, I. 4. p. 371. Amsterdam.
1902. P. EISLER. « *Ueber die Ursache der Geflechtsbildung an den peripheren Nerven* ». *Verhandlungen d. Anatomischen Gesellschaft auf der 16^{ten} Versammlung*, S. 201. Jena.
1902. L. BOLK. « *Beiträge zur Affenanatomie. III. Der Plexus cervico-brachialis der Primaten* ». *Petrus Camper. Nederlandsche Bijdragen tot de Anatomie*, I, 4, p. 371. Haarlem.
1902. O. GROSSER und A. FROHLICH. « *Beiträge zur Kenntnis der Dermatome der menschlichen Rumpfhaut* ». *Morphologisches Jahrbuch*, XXX, 3, S. 308. Leipzig.
1903. J. LUSSEN. « *Untersuchungen zur vergleichenden Segmental-anatomie* ». *Petrus Camper, Nederlandsche bijdragen tot de Anatomie*, III, pp. 44-134. Haarlem.
1903. A. I. STERZI. « *Ricerche sopra le anastomosi dei rami anteriori del plesso brachiale e loro interpretazione morfologica* ». *Archivio italiano di Anatomia ed Embriologia (Chiarugi)*, vol. II, f. 1, p. 178. Firenze.
1904. W. HARRIS. « *The true form of the brachial Plexus and its motor distribution* ». *The Journal of Anatomy and Physiology. (Turner)*, vol. 38, pp. 399-422.
1908. J. X. LESBRE et F. MAIGNON. « *Sur l'innervation des muscles sterno-mastoidien, cleido-mastoidien et trapèze* ». *C. R. Académie des Sciences. Paris*.
1908. E. VILLIGER. « *Die periphere Innervation. Kurze übersichtliche Darstellung des Ursprungs, Verlaufes und der Ausbreitung der Hirn- und Rückenmarksnerven* ».

CAPITOLO VII.

Le ricerche sperimentali sulle proiezioni periferiche degli odoneuromeri.

1834. VAN DEEN. « *De Differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organismi* ». Leyden.
1831. B. PANIZZA. « *Ricerche sperimentali sopra i nervi, lettera al prof. M. Bufalini* ». Pavia (e: *Annali Universali di Medicina*, vol. 73, f. 216, p. 468. — Trad. tedesca Erlangen 1836).
1834. JOH MUELLER. « *Handbuch der Physiologie des Menschen* ». Bd. 1. 1^o Ausg. Berlin.
1836. H. KRONENBERG. « *Plexuum nervorum structura et virtutes* ». *Dissertatio Inaug.* Berlin.
1847. C. ECKHARDT. « *Ueber Reflexbewegungen der vier letzten Nervenpaare des Frosches* ». *Zeitschrift f. rationelle Medicin (Henle und Pfeuffer) VII*.
1853. J. PEYER. « *Ueber die peripherischen Endigungen der motorischen und sensiblen Fasern der in den Pl. brachialis des Kaninchen eintretenden Nervenwurzeln* ». *Dissert. Inaug.* Zürich (e: *Zeitschrift für rationelle Medicin IV*. S. 52. 1854).
1855. C. ECKHARDT. in: *Beiträge zur Anatomie und Physiologie*. Bd. I.
1856. L. TÜRCK. « *Vorläufige Ergebnisse von Experimentaluntersuchungen zur Ermittlung der Hautsensibilitätsbezirke der einzelnen Rückenmarksnervenpaare* ». *Sitzungsberichte der math. naturw. kl. der K. Akademie der Wissenschaften in Wien*.
1865. W. KRAUSE. « *Beiträge zur Neurologie der oberen Extremität* ». 1865.
1866. J. BERESIN. « *Ein experimenteller Beweis dass die sensiblen und exitomotorischen Nervenfasern der Haut beim Frosche verschieden sind* ». *Centralblatt für die medicinische Wissenschaft*. S. 129.
1868. A. KOSCHEWNIKOFF. « *Ueber die Empfindungsnerven der hintern Extremitäten des Frosches* ». *Archiv für Anatomie und Physiologie (Du Bois Reymond)*. S. 326.
1869. C. MEYER. « *Ueber die Nervenverteilung in den hinteren Extremitäten* ». *Zeitschrift für rationelle Medicin (Henle) 3^o Reihe Bd. 46*.

1869. L. TUERCK. « Die Hautsensibilitätsbezirke der einzelnen Rückenmarksnervenpaare ». Abhandlungen der math. naturw. kl. der K. Akademie d. Wissenschaften zu Wien.
1869. J. G. HEIN. « Ueber die Reflexbewegungen welche durch die vier untersten Wurzelpaare des Froschenrückenmarkes ausgelöst werden ». Diss. Inaug. Königsberg.
1872. B. WOLSKI. « Sind die sensiblen und die excitomotorischen Nervenfasern der Haut beim Frosche verschieden? ». Archiv für die gesammte Physiologie (Pflüger) V. S. 282.
1877. C. ECKHARDT. in: Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Bd. VIII.
1881. P. BERT et MARCACCI. « Étude sur la distribution des racines motrices du plexus lombaire dans les muscles du membre inférieur ». CR. de la Société de Biologie, vol. 33, p. 267. Paris.
1881. P. BERT e MARCACCI. « Comunicazione preventiva sulla distribuzione delle radici motrici nei muscoli degli arti ». Lo sperimentale, fasc. 10, p. 356. Firenze.
1881. D. FERRIER and YÉO. « The functional relations of the motor roots of the brachial plexus ». Proceedings of the R. Society of London, vol. 32, p. 11. London.
1885. E. FORGUE. « Distribution des racines motrices dans les muscles des membres », Gazette hebdomadaire des Sciences médicales de Montpellier, V, pp. 253, 279, 329, 588 (e: Thèse de Montpellier).
1885. G. LANNEGRACE. « Distribution des racines motrices dans les muscles des membres ». Gazette hebdomadaire des Sciences médicales de Montpellier, V, pp. 448, 457, 472, 495.
1884. E. FORGUE et G. LANNEGRACE. « 1. Anatomie animale. Distribution des racines motrices dans les muscles du membre supérieur ». CR. de l'Académie des Sciences. Tome 98, p. 685. Paris.
« 2. Anatomie humaine. Sur la distribution spéciale des racines motrices du plexus brachial ». Ibidem, p. 829. « 3. Anatomie. Distribution spéciale des racines motrices du plexus lombo-sacré ». Ibidem, p. 1068.
1891. J. N. LANGLEY. « On the course and connection of the secretory fibres supplying the sweat glands of the foot of the cat ». Journal of Physiology. XII, p. 347. London.
1892. R. RUSSEL. « Report on an experimental investigation of the brachial plexus of the dog ». British. medical Journal, 28 May.
1892. R. RUSSEL. « An experimental investigation of the nerve roots which enter into the formation of the brachial plexus of the dog ». Proceedings of the R. Society of London, vol. 51, p. 22.
1892. C. S. SHERRINGTON. « Sulla localizzazione del riflesso rotuleo ». Giorn. della R. Accad. medica di Torino, nn. 11-12.
1892. C. S. SHERRINGTON. « Note on the functional and structural Arrangement of efferent fibres in the nerve roots of the lumbo-sacral plexus ». Proc. Roy. Soc. Lond., vol. 51, p. 67.
1892. C. S. SHERRINGTON. « The nuclei in the spinal cord for the muscles of the limb ». Proc. Physiol. Soc. Febr. 15, p. 8 (J. o Ph., vol. 13, n. 34. London).
1892. C. S. SHERRINGTON. Experiments in Examination of the peripheral Distribution of the Fibres of the Posterior Roots of some spinal nerves ». Phil. Trans. Roy. Soc. London. B., vol. 184, p. 691. London.
1892. C. S. SHERRINGTON. « Note on the Knee-jerk and the correlation of action of antagonistic muscles ». Proc. Roy. Soc. Lond., vol. 52, p. 556. London.
1892. C. S. SHERRINGTON. « Notes on the Arrangement of some motor fibres in the lumbo-sacral plexus ». Journal of Physiology, vol. 13, p. 621. London.
1892. C. S. SHERRINGTON. « Experiments in examination of the peripheral Distribution of the fibres of the posterior root of some spinal nerves. I (Abstract) ». Proc. Roy. Soc. London, vol. 52, p. 333. London.
1893. R. RUSSEL. « An Experimental investigation of the nerve roots which enter into the formation of the brachial plexus of the dog ». Phil. Transactions of the R. Society of London. B. vol. 184, d. 39. London.
1893. R. RUSSEL. « An experimental investigation of the nerve roots which enter into the formation of the lumbo-sacral plexus of macacus rhesus ». Proceedings of the R. Society of London. Vol. 54, n. 327, p. 213. London.
1893. R. RUSSEL. « An experimental investigation of the nerve roots which enter into the for-

- mation of the lumbo-sacral plexus of macacus rhesus. Abstract ». Proceedings of the R. Society of London. Vol. 53, p. 459.
1893. C. S. SHERRINGTON. « Further experimental note on the correlation of Action of Antagonistic muscles ». Proc. Roy. Soc. London. Vol. 53, p. 407.
1895. O. POLIMANTI. « Sur la distribution fonctionnelle des racines motrices dans les muscles des membres ». Archives Italiennes de Biologie ». XIII. f. 3 Turin. (da: Lo Sperimentale, anno 48, f. 3),
1896. C. S. SHERRINGTON. « Experiments in examination of the Peripheral Distribution of the Fibres of the posterior Roots of some spinal Nerves. Part II ». Phil. Trans. Roy. Soc. London B. vol. 190, p. 45.
1896. C. S. SHERRINGTON. « On reciprocal innervation of antagonistic muscles. Third note ». Proc. Roy. Soc. London. Vol. 60, p. 414.
1896. C. S. SHERRINGTON. « Experiments in examination of the peripheral Distribution of the fibres of the posterior Roots of some spinal nerves. II Abstract ». Proc. Roy. Soc. London. Vol. 60, p. 403.
1897. W. PAGE MAY. « Investigations into the segmental representations of movements in the lumbar region of the mammalian spinal cord ». Phil. Transaction of the Roy. Society of London. Ser. B., vol. 177. p. 191-210.
1899. C. S. SHERRINGTON. « The arrangement of the motor cells for muscles in the spinal cord and on the functional value of the motor spinal roots of the limb region ». Volume edito nel I centenario della morte di L. Spallanzani, 1799-1899. Reggio Emilia. Vol. I, p. 125.
1900. C. S. SHERRINGTON. Capitolo « The spinal cord », in Schafer's Textbook of Physiology. Vol. II, p. 783. Edinburgh and London.
1900. J. W. LANGELAAN. « On the determination of sensory spinal skinfields in healthy individuals ». Proceedings of the K. Akad. v. Wetenschappen. Amsterdam. Proc. of the Meeting of Sat 29 Sept. 1900. Vol. III, p. 251.
1901. C. S. SHERRINGTON. « The spinal roots and dissociative Anaesthesia in the monkey ». Journal of Physiology Vol. 27, nn. 3, 4, p. 360. London.
1901. C. WINKLER and G. VAN RYNBERK. « On function and structure of the trunkdermatoma. I ». Transactions of the K. Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam. Proc. of the Meeting of Saturday 30 Dec. 1901, vol. IV, p. 266. — Idem II. Ibidem Proc. of the Meeting of Saturday 28 December 1901, vol. IV, p. 308.
1903. C. WINKLER and G. VAN RYNBERK. « Structure and function of the trunkdermatoma. III ». Proceedings of the K. Akademie v. Wetenschappen te Amsterdam. Proc. of the Meeting of Saturday 29 March. 1902, vol. IV, p. 508.
1903. G. VAN RYNBERK. « On the fact of sensible skin areas dying away in a centripetal direction ». Proceedings of the K. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Proc. of Sat 31 Oct. 1903, vol. VI, p. 346.
1903. C. WINKLER and G. VAN RYNBERK. « On function and structure of the trunkdermatoma. IV ». Transactions of the K. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Proc. of the Meeting of Sat. 31 Oct. 1903, vol. VI. p. 347.
1903. C. WINKLER and G. VAN RYNBERK. « Something concerning the growth of the lateral areas of the trunkdermatomata on the caudal portion of the upper extremity ». Proceedings of the K. Akad. v. Wetensch. te Amst. Proc. of the Meet. of Sat. 19 Dec. 1903, vol. VI. p. 392.
1903. C. WINKLER. « Ueber die Rumpfermatome. Ein experimenteller Beitrag zur Lehre der Segmental-Innervation der Haut ». Monatschrift f. Psychiatrie und Neurologie (Wernicke e Ziehen). Bb. XIII. h. 3. S. 161. Berlin.
1903. G. VAN RYNBERK. « Verslag aan Z. Ex. den Minister van Binnenlandsche Zaken aangaande onderzoekingen verricht gedurende de maanden Mei, Juni, Juli en Augustus 1907 in het Zool. Station van Prof. A. Dohrn te Napels ». Nederl. Staatscourant v. Zat 31 Oct. 1905, n. 255.
1904. G. VAN RYNBERK. « Beobachtungen über die Pigmentation der Haut bei Scyllium Catulus und Canicula und deren Zuordnung zu der Segmentalen Hautinnervation dieser Thiere ». Petrus Camper. Nederlandsche Bydragen tot de Anatomie (Bolk e Winkler) D. III, 1904 Afl. 1 bladzy 137. Haarlem.

1904. C. WINKLER. « De physiologie der Dermatomen. Voordracht gehouden op de Feestvergadering der Vereeniging; *Natura dux nobis et auspex* ». Notulen der Feestvergadering bladzij 11-22. Utrecht.
1906. G. VAN RYNBERK. « Verslag aan Z. Exc. den Minister van Binnenlandsche Zaken, aangaande onderzoekingen gedaan gedurende de zomermaanden 1905, in het Zoologisch Station van prof. A. Dohrn te Napels ». Byvoegsel tot de Nederlandsche Staatscourant van Zondag 14 en Maandag 15 January 1906, n. 11 (n. 5). 's-Gravenhage.
1906. G. VAN RYNBERK. « Sulla metameria nel sistema nervoso simpatico. I. L'innervazione pigmentomotrice ». Archivio di Fisiologia, vol. III, fasc. 6, sett. 1906, pagg. 601-608. Firenze.
1907. G. VAN RYNBERK. « Sulla metameria nel sistema nervoso simpatico. II. L'innervazione pilomotrice ». Archivio di Fisiologia, vol. IV, fasc. 4, maggio 1907, pag. 349-355. Firenze.
1907. R. SPARVOLI. « Sull'innervazione segmentale della cute negli uccelli ». Archivio di Anatomia e di Embriologia, vol. XI, fasc. 3, pagg. 469-481. Firenze.
1907. G. VAN RYNBERK. « On the segmental skin-innervation by the sympathetic nervous system in vertebrates, based upon experimental researches about the innervation of the pigmentcells in flat fishes and of the pilomotor muscles in cats ». Proceedings of K. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Proc. of the Meeting of Saturday 30 November 1907. vol. X, pagg. 331-341. Amsterdam.

CAPITOLO VIII.

I dati clinici sulla dermatomeria e sulla miomeria nell'uomo.

1861. VON BAERENSPRUNG. « Die Gürtelkrankheit », I. - Annalen des Charitékrankenhauses, Bd. IX, h. 2, S. 40. Berlin.
1862. — Idem., II. - Ibid. Bd. X, h. 2, S. 57. Berlin.
1863. — « Naevus unius lateris ». Ibid. Bd. XI, h. 2, S. 91. Berlin.
1863. — « Die Gürtelkrankheit », III. - Beiträge zur Kenntniss des Zosters. - Ibid. Bd. XI, h. 2, S. 96. Berlin.
1865. J. M. CHARCOT et COTARD. « Sur un cas de zona du cou ». Mémoires de la Société de Biologie (à Paris), p. 41. Paris.
1873. O. SIMON. « Die Localisation der Hautkrankheiten ». Berlin.
1874. W. ERB. « Ueber eine eigentümliche Localisation von Lähmungen im Plexus brachialis ». Verhandlungen des Heidelberger naturhistorischen und medicinischen Vereins, N. S., Bd. I, h. 2. Heidelberg.
1879. TEN CATE HOEDEMAEKER. « Ueber die von Erb zu erst beschriebene combinirte Lähmungsform an der oberen Extremität ». Archiv für Psychiatrie und Nerven-Krankheiten, Bd. IX, S. 732. Berlin.
1880. JARISCH. « Ueber die Coincidenz von Erkrankungen der Haut und der grauen Achse des Rückenmarkes ». Wiener medicinische Blätter, n. 36. (Anche in: Archiv für Dermatologie und Syphilis).
1882. JAMES ROSS. In: The Practitioner, Sept. 1882, p. 172.
1882. LELOIR. « Recherches cliniques et anatomopathologiques des affections cutanées d'origine nerveuse ». Paris.
1885. J. ROSS. « Handbook of the diseases of the nervous system ». London.
1885. — « Distribution of anaesthesia in cases of disease of the branches and of the roots of the brachial plexus ». Brain, a Journal of Neurology, vol. VII, pp. 51-76. London.
1885. A. KLUMPKE. « Contribution à l'étude des paralysies radiculaires du plexus brachial ». Revue de médecine, n. 7. Paris.
1886. C. KOPP. « Die Trophoneurosen der Haut. Historisch-kritische, klinische und histologische Studien über die Beziehungen des Nervensystems zu Erkrankungen der Haut ». S. Wien. Braumüller.
- 1886-88. W. GOWERS. « A manual of Disease of the Nervous system ». London.

1888. L. BRUNS. « Ueber Localisationen im Cervicalmark ». Deutsche medicinische Wochenschrift n. 48 (e: Centralblatt f. Nervenheilkunde, 1889, S. 647).
1888. H. EICHHORST. « Verbreitungsweise der Hautnerven beim Menschen ». Zeitschrift für klinische Medicin, Bd. XIV, S. 519. Berlin.
1888. ALLEN STARR. « Syringomyelie ». The American Journal of medical Science.
1888. W. THORBURN. « Spinal localisations as indicated by spinal injuries ». Brain, a Journal of Neurology. London.
1888. — « On the injuries of the cauda equina ». Brain, a Journal of Neurology.
1888. J. ROSS. « The segmental distribution of sensory disorders ». Brain, a Journal of Neurology, vol. X, p. 333. London.
1889. MILLS. « Lesions of sacral and lumbar plexures ». Medical News, vol. LIV, n. 24.
1889. W. THORBURN. « A contribution to the surgery of the spinal cord ».
1890. F. R. KRAUS. « Die Bestimmung des betroffenen Rückenmarkssegmentes bei Erkrankung der unteren Halswirbel ». Zeitschrift für Medicin, Bd. XVIII, S. 343.
1890. W. GRIFFITH and OLIVER. « On the distribution of the cutaneous nerves of the trunk, with special reference to herpes zoster ». Proceedings of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland. (The Journal of Anatomy and Physiologie, vol. XXIV).
1891. J. M. CHARCOT. « Sur un cas de paralysie radriculaire de la première paire dorsale, avec lésion hémilatérale simulant la syringomyélie ». Archives de Neurologie, T. XXII. Paris.
1892. J. MACKENSIE. « Contribution to the studie of sensory symptomes associated with visceral disease ». The medical chronicle.
1892. A. SIMON. « Ueber die Beziehungen bestimmter Muskeln zu bestimmten Abschnitten der grauen substanz des Rückenmarks ». Inaugural-Dissertation. Strassburg.
1892. ALLEN STARR. « Local anaesthesia as a guide in the localisation of lesions in the spinal cord ». The American Journal of the medical sciences. July 1892.
1892. M. DINKLER. « Ueber die Lokalisation und das klinische Verhalten der Bauchreflexe ». Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, Bd. II. Leipzig.
1893. L. BRUNS. Ueber einen Fall von traumatischer Zerstörung des Rückenmarks an der Grenze zwischen Hals- und Dorsalmark ». Archiv für Psychiatrie und Neurologie, Bd. XXV. Berlin.
1893. E. BRISSAUD. « Leçons sur les maladies nerveuses ». 1^{re} série, Paris, in 8°. Masson.
1893. W. THORBURN. « The sensory distribution of spinal nerves ». Brain a Journal of neurology, vol. XVI. London.
1893. J. MACKENZIE. « Some points bearing on the association of sensory disorders and visceral disease ». Brain a Journal of Neurology, Part. 63. London.
1893. H. HEAD. « On disturbances of sensation with especial reference to the pain of visceral disease ». Brain a Journal of Neurology, vol. XVI. London.
1894. ALLEN STARR. « Local anaestesia as a guide in the diagnosis of lesions of the upper portion of the spinal cord ». Brain a Journal of Neurology, vol. XVII. London.
1894. E. HITZIG. « Ueber traumatische Tabes und die Pathologie der Tabes im Allgemeinen ». Festschrift der Universität Halle. Berlin.
1894. H. HEAD. « On disturbances of sensation with special reference to the pain of visceral disease ». Brain a Journal of Neurology, vol. XVII. London.
1895. M. LAEHR. « Ueber sensibilitätsstorungen bei Tabes dorsalis und ihre localisation ». Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Bd. XVII, h. 3, S. 609. Berlin.
1895. VON KUESTER. « Die klinische Bedeutung der Halsrippen ». Inaugural-Dissertation. Berlin.
1895. J. MACKENSIE. « Heart pain and sensory Disorders associated with Heart failure ». The Lancet, 5 Jan.
1895. A. JAMES. « A clinical lecture on Aortic aneurysm with especial Reference to sensitive Areas of the skin ». British medical Journal, 29 Juny.
1895. ENDERLEN. « Ueber Stichverletzungen des Rückenmarks, experimentelle und klinische Untersuchungen ». Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. XL, h. 3-4, S. .
1896. G. MARINESCO. « Lettres d'Angleterre. Localisation sensibles et motrices dans la moelle

- épineière et leurs applications cliniques ». La semaine médicale, 16^e Année, n. 33 (1 Juillet), p. 259. Paris.
1896. WEST. In: British Journal of dermatology, Oct. p. 195.
1896. G. STICKER. « Ueber die diagnostische Verwerthung der Form und Vertheilung der sensibilitätsstörungen ». Münchener medicinische Wochenschrift, n. 9. München.
1896. HINTZE. « Ueber sensibilitätsstörungen am Rumpf bei Tabes dorsalis ». Inaugural-Dissertation. Bonn.
1896. E. BRISSAUD. « Sur la distribution métamérique du zona des membres ». La presse médicale, 4^e Année, n. 4 (11 Janvier), pp. 17-20. Paris.
1896. — « Sur les paralysies du type radicaire dans la syringomyélie ». La semaine médicale, 16^e Année, n. 17 (1 Avril), pp. 129-132. Paris.
1896. DONGRADL. « Considérations sur la topographie du zona ». Thèse pour le doctorat en médecine. Paris.
1896. M. LAEHR. « Ueber Störungen der Schmerz- und Temperaturempfindung in Folge von Erkrankungen des Rückenmarks ». Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Bd. XXVIII, S. 773-874. Berlin.
1896. JOLLY. « Stichverletzung des Rückenmarks ». Berliner klinische Wochenschrift. n. 5. Berlin.
1896. BRISSAUD. « La métamérie spinale et la distribution périphérique du zona ». Le Bulletin médical, 10^e Année, n. 8 (26 Janvier), pp. 87-92. Paris.
1896. — « Le zona du tronc et sa topographie ». Le Bulletin médical, 10^e Année, n. 3 (8 Janvier) pp. 27-31. Paris.
1896. G. BALLET. « Des paralysies radiculaires sensitives du plexus brachial ». Le Bulletin médical, 10^e Année, n. 76 (23 Septembre), pp. 903-907. Paris.
1896. H. HEAD. « On disturbance of sensation with especial reference to the pain of visceral disease. - Brain a Journal of Neurology, vol. XIX. London.
1896. Th. KOCHER. « I. Die Verletzungen des Wirbelsäule zugleich als Beitrag zur Physiologie des menschlichen Rückenmarks. - II. Die Läsionen des Rückenmarks bei Verletzungen der Wirbelsäule ». Mittheilungen aus den Grenzgebieten der Medicin und Chirurgie, Bd. I, h. 4, S. 415-480, S. 481-660. Jena.
1896. BALLET. « Étude sur le champ de distribution cutanée . . . ». Le Bulletin médical, 10^e Année, n. 96. Paris.
1897. L. BBUNS. « Die Geschwülste des Nervensystems ». Berlin.
1897. G. MARINESCO. « De la topographie des troubles sensitifs dans le tabes: rapports avec les sensations des tabétiques ». La semaine médicale, 17^e Année, n. 47 (13 Oct.), p. 369. Paris.
1897. HALLOPPEAU et WEIL. « Naevi métamériques ». Annales de Dermatologie et de Syphilis, p. 483.
1897. P. ADAM. « Hyperaesthesia des Haut bei inneren Organerkrankungen ». Inauguraldissertation. Berlin.
1898. KAHN. « Form und Ausbreitung der sensibilitätsstörungen bei Syringomyelie ». Jahrbücher für Psychiatrie.
1898. E. BRISSAUD. « Les symptomes de topographie métamérique aux membres ». La semaine médicale, 18^e Année, n. 18 (21 Sept.), pp. 385-389. Paris.
1898. VEDEL. « Zona de la cuisse à disposition métamérique ». Nouveau Montpellier Médical. Montpellier.
1898. W. SEIFFER. « Die Headschen sensibilitätsstörungen bei Erkrankungen innerer Organen ». Verhandlungen des 16^{ten} Congresses für innere Medicin.
1898. H. DROUIN. « Quelques cas de sclérodémie localisée à distribution métamérique ». Thèse de la Faculté de Médecine. Paris.
1898. A. BLASCHKO. « Beiträge zur Topographie der äusseren Hautdecke. I. Zur Pathologie und Topographie des Herpes Zoster ». Archiv für Dermatologie und Syphilis, Bd. XLIII, Leipzig (s: Festschrift zu Ehren von P. J. Fick, S. 1-46. Leipzig).
1898. H. MEYER. « Ein Fall von Lichen ruber in der inneren Voigt'schen grenzlinie der unteren Extremität ». Archiv für Dermatologie und Syphilis, Bd. XLII, S. 59.

1899. L. J. J. MUSKENS. « On the development of disturbances of sensation in diseases of the spinal cord ». British medical Journal, 9 Dec. London.
1899. L. R. MUELLER. « Untersuchungen über die Anatomie und Pathologie des unteren Rückenmarksabschnittes ». Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, Bd. XIV. Leipzig.
1899. BOURNEVILLE et P. BONCOUR. « Zona thoraco-brachial ». Le Progrès médical, 3^e série, T. X, n. 26 (1 Juillet), pp. 3-5. Paris.
1899. J. CROCQ. « Les anesthésies, paralysies et amyotrophies en tranches et la théorie métamérique de Brissaud ». Journal de Neurologie, 20 Juillet. Bruxelles.
1899. GRASSET. « La distribution segmentaire des symptômes en séméiologie médullaire ». Leçons cliniques recueillies et publiées par le Dr. Gibert. Montpellier. S. Delord Boehm et Martial.
1899. A. VAN GEHUCHTEN. « Un cas de syringomyélie avec dissociation de la sensibilité à topographie radiculaire ». Journal de Neurologie, 5 Sept., p. 341. Bruxelles.
1899. VON SOELDER. « Der segmentale Begrenzungstypus bei Hautanästhesien am Kopfe, insbesondere in Fällen von Syringomyelie ». Jahrbücher für Psychiatrie, Bd. XVIII.
1899. P. JOURDAUL. « Psoriasis et métamérie médullaire ». La province médicale, 27 Mai.
1899. J. CROCQ. « Un cas d'amyotrophie en gant ». Journal de Neurologie, 20 Avril, p. 167. Bruxelles.
1899. RICHE et GOTHARD. In: Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière. (Anche: RICHE, Thèse de Paris, 1899).
1899. LEREDDE. « Le rôle du système nerveux dans les dermatoses ». Archives générales de Médecine, 79^e Année, Fasc. de Mars-Avril, p. 283. Paris.
1899. LELONG. « Étude des Naevi, dans leurs localisations et leurs rapports avec le système nerveux et notamment avec les métamères ». Paris. Steinheil.
1899. E. BRISAUD. « Leçons sur les maladies nerveuses », 2^e série. Paris, in 8^o, Masson.
1899. BAYERTHAL. « Ueber praktische Bedeutung der Rückenmarkslocalisationen ». Zeitschrift für praktische Aerzte, n. 1.
1899. J. DÉJÉRINE. « Sur l'existence de troubles de la sensibilité à topographie radiculaire dans un cas de lésion circonscrite de la corne postérieure ». La Revue neurologique, n. 13 (15 Juillet), p. 518. Paris.
1899. KUND FABER. « Reflexhyperaesthesia bei Verdauungskrankheiten ». Archiv für Klinische Medizin, Bd. LXV. Berlin.
1899. E. BRISAUD. « La métamérie dans les trophoneuroses ». Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière, T. XII. Paris.
1900. H. HEAD and CAMPBELL. « The pathology of Herpes zoster and its bearing on sensory localisation ». Brain, a Journal of Neurology. London.
1900. R. WICHMANN. « Die Rückenmarksnerven und ihre segmentbezüge. Ein Lehrbuch der Segmentdiagnostik des Rückenmarkskrankheiten ». Berlin. S. 8.
1900. H. GRUNET. « Formes cliniques des paralysies du plexus brachial ». Archives générales de médecine. Octobre. Paris.
1900. E. BRISAUD et P. LEREBoullet. « Etages radiculaires et Métamérie spinale. A propos d'un cas de zona thoraco-brachial ». Le Progrès médical, 29^e Année (3^e série, T. XII), n. 27 (7 Juillet), pp. 1-4. Paris.
1900. E. BRISAUD. « Zona thoracique à disposition métamérique ». Revue Neurologique, VIII. Paris.
1900. ACHARD. « Urticaire abdominale en bandes symétriques et segmentaires ». Revue Neurologique, vol. VIII, p. 1127. Paris (Communication à la Société de Neurologie à Paris, le 6 Déc. 1900. Discussion Déjérine, Meige).
1900. ACHARD et CLERC. « Erythème toracique en bande segmentaire ». Revue Neurologique, vol. VIII. Paris.
1900. G. H. MOLL VAN CHARANTE. « De hyperalgetische zonen van Head ». Akademisch Proefschrift. Leiden.
1900. C. WINKLER. « G. H. Moll van Charante, De Hyperalgetische zonen van Head ». (Referto critico illustrato da fotografie). Weekblad van het Nederlandsch Tydschrift voor Geneeskunde. Jaarg. 1900, Dl. 2, n. 26 (29 Dec.), pp. 1083-1087. Amsterdam.

1900. G. COUSTENSOUX. « La métamérie du système nerveux et les maladies de la moëlle ». Thèse de la Faculté de Médecine. Paris, Baillière, 8.
1900. L. COENEN. « Over de periphere uitbreiding van de achterste wortels van het ruggemerg. (La sola sola parte storica) ». Psychiatrische en Neurologische bladen. n. 4. Haarlem.
1900. L. COENEN. « Idem. (Parte storica, clinica e sperimentale) ». Academisch Proefschrift. Amsterdam. 1901 F. van Rossen. 8.
1901. L. J. J. MUSKENS. Onderzoekingen omtrent pyngoelstoornissen in verband met de segmentale huidinnervatie by toevallyders en epileptische krankzinnigen, alsook by hereditair syphilitische en gezonde personen. I-IV. Weekblad van het Nederlandsch Tydschrift voor Geneeskunde. 2 Reeks. 37 Jaarg (1901), (Deel I) n. 7, pag. 3 0-357; n. 9, pag. 453-463; n. 10, pag. 523-533; n. 11, pag. 579-589. Amsterdam.
1900. D. H. BEYERMAN. « Eigenaardige stoornissen van het pyngoel eener lyderesse aan tabes dorsalis ». Verslagen der K. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Deel IX. Zitting van 29 Sept. Amsterdam.
1901. W. SEIFFER. « Spinales sensibilitätsschema für die segmentdiagnose der Rückenmarkskrankheiten zum Einzeichnen der Befunde am Krankenbett ». Berlin. Hirschwald.
1901. C. WINKLER. « Klinische bydragen tot de kennis van de wortelinervatie van de Huid ». Talma's Feestbundel, p. 1-28. Leiden.
1901. W. SEIFFER. « Das spinale sensibilitätsschema zur segmentdiagnose der Rückenmarkskrankheiten ». Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Bd. XXXIV, h. 2, S. Berlin.
1901. L. R. MUELLER. « Weitere Beiträge zur Pathologie und pathologischen Anatomie des unteren Rückenmarksabschnittes ». Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, Bd. XIX, h. 5, 6. Leipzig.
1901. J. DÉJÉRINE. « Séméiologie des maladies du système nerveux ». Traité de Pathologie générale de Bouchard. Tome V. Paris.
1901. L. FERRANNINI. « Lesione traumatica del primo segmento dorsale del midollo spinale. Contributo clinico alla teoria del metamerismo spinale. » Archivio Italiano di medicina interna, vol. IV, fasc. 3-6. Palermo.
1901. H. HAENEL. « Ueber sensibilitätsstörungen der Haut bei Erkrankungen innerer Organe, besonders Magenkrankheiten ». Münchener medicinische Wochenschrift, 1 Jan., S. 15. München.
1901. DUVAL et GUILLAIN. « Les paralysies radiculaires du plexus brachial ». Paris. Steinheil.
1901. TRAPP. « Zur Kenntnis der Wirbelbrüche. Eine studie über die klinische Diagnose des Sitzes einer Wirbelfraktur, aus den nervösen Ausfallserscheinungen ». Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 45.
1902. H. HAENEL. « Sensibilitätsstörungen bei Visceralerkrankungen, insbesondere bei Magendarmerkrankungen ». Jahresberichte der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Dresden. München 1901.
1902. TRDESCHI. Alterazioni della sensibilità cutanea nelle lesioni viscerali ». Giornale della R. Accademia di medicina di Torino.
1902. L. FERRANNINI. « Metamerismo midollare e metamerismo radicolare nella siringomielia ». La Riforma medica, anno 18, vol. IV del 1902, pp. 447, 458. Palermo.
1902. J. DÉJÉRINE. « Un cas de paralysie radulaire supérieure bilatérale du plexus brachial à symptomatologie surtout sensitive, due à la presence de côtes cervicales supplémentaires ». Revue de Neurologie, T. p. 1060. Paris.
1902. F. NEUGEBAUER. « Rückenmarksanalgesie und die Vertheilung der sensibilität nach Marksegmenten ». Münchener medicinische Wochenschrift, 6 Mai. München.
1902. A. BLASCHKO. « Die Nervenvertheilung in der Haut in ihrer Beziehung zu den Erkrankungen der Haut ». Bericht erstattet dem XII Congress der Deutschen Dermatologen-Gesellschaft in Breslau 1901. Leipzig.
1903. I. SHERRIN. In: The Lancet, 19 Sept.
1903. G. LANGEVIN. « Étude sur la métamérie cutanée en particulier dans le zona et les fièvres éruptives ». Paris.
1903. S. PANSINI. « Sulle algie aneurismatiche e periaortiche ». Giornale internazionale delle Scienze mediche, anno 25. Napoli.

1903. S. PANSINI. « *Sulle ippuropatie (lesioni della cauda equina) e sull'innervazione radicolare* ». *La Riforma medica*, anno 19, n. 1-5. Palermo.
1903. A. FROELICH und O. GROSSER. « *Beiträge zur metameren Innervation der Haut* ». *Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde*, Bd. XXIII, S. 441-472. Leipzig.
1904. M. BERNARD. « *Ueber einige seltener vorkommende peripherische Lähmungen* ». *Berliner klinische Wochenschrift*, n. 10, S. 237. Berlin.
1904. L. EDINGER. « *Neue Darstellung der segmentinnervation des menschlichen Körpers* ». *Zeitschrift für klinische Medicin*, Bd. LIII, Riegel Festschrift. Berlin.
1904. C. WINKLER. « *Over neuritis van den plexus brachialis ten Gevolge van de aanwezigheid van een halsrib. Klinische les* ». *Weekblad van het Nederlandsch Tydschrift voor Geneeskunde*, Jaarg 1904, Deel II, n. 10 (Sept.), pp. 589-603. Amsterdam.
1904. O. GROSSER. « *Die Metamerie der Haut. Sammelreferat über die Anatomische und physiologische Literatur mit Berücksichtigung der wichtigsten Klinischen Ergebnisse, I, II, III* ». *Centralblatt für die Grenzgebiete der Medizin und Chirurgie*, Bd. VII, n. 1, S. 23-43; n. 3, S. 81-95; n. 4, S. 133-146. Jena.
1904. V. MISELLI. « *A proposito di alcuni casi di Neurodermite cronica lineare* ». *Lo Sperimentale, Archivio di Biologia normale e patologica*, vol. LVIII, fasc. 1 (Febbraio), pp. 29-46. Firenze.
1905. A. SIGNORELLI. « *I disturbi della sensibilità cutanea nel tumore di milza e nelle splenopatie in genere. Il punto splenico* ». *La Riforma medica*, anno 20, n. 31. Palermo.
1907. P. ALSBERG. « *Hyperalgesieen der Haut in ihrer Bedeutung für die Gynaekologie* ». *Deutsche medicinische Wochenschrift*. N. 45, S. 1863-1864. Berlin.

LETTERATURA DELLA PARTE QUARTA

CAPITOLO IX-XII.

Le proiezioni spinali degli odoneuromeri e degli organi sensitivi e neuro-muscolari periferici.

1829. A. BÉRARD, in: « *Bulletin de la Société Anatomique de Paris* ». 2^{ème} ed. 4^{ème} année (1829) Bull. n. 3. Extrait des procès verbaux des Séances de la Société Anatomique, p. 54. Paris.
1855. L. TÜRK, in: « *Sitzungsberichte der K. Akademie d. Wissenschaften (in Wien)* ». Math. Naturw. Classe, Bd. XI, S. 113. Wien.
1860. GOLL. « *Beiträge zur Feineren Anatomie des menschlichen Rückenmarkes* ». Zürich.
1865. J. L. PRÉVOST, in: « *Comptes rendus de la Société de Biologie à Paris* ».
1866. L. CLARKE, in: « *The Lancet* » 10 March.
1868. S. VULPIAN. « *Influence de l'abolition des fonctions des nerfs sur les régions de la moëlle épinière qui leur donne origine. Examen de la moëlle épinière dans un cas d'amputation d'ancienne date* ». *Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séguard)*, 1^{ère} série, Tome I, p. 443. Paris.
1868. L. CLARKE and Z. JOHNSON. « *On a remarkable case of extreme muscular atrophy with extensive disease of the spinal cord* ». *Medico-surgical Transactions*, vol. LI, p. 249.
1868. DICKINSON. « *On the changes in the nervous system which follow the amputation of limbs* ». *Journal of anatomy and physiology*.
1869. S. VULPIAN et PHILIPPEAUX. « *Sur les modifications qui se produisent dans la moëlle épinière sous l'influence de la section des nerfs d'un membre* ». *Archives de Physiologie norm. et path.*, 1^{ère} série, t. II. Paris.

1869. S. VULPIAN. « Sur les modifications qui se produisent dans la moëlle épinière sous l'influence de la section des nerfs d'un membre ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), 1^{ère} série, t. II, p. 675. Paris.
1870. J. PARROT et A. JOFFROY. « Notes sur un cas de paralysie infantile ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), t. III, 1^{ère} série, p. 309.
1870. S. VULPIAN. « Cas d'atrophie musculaire graisseuse datant de l'enfance. Lésions des cornes antérieures de la substance grise de la moëlle épinière ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), 1^{ère} série, t. III, p. 316. Paris.
1870. L. STIEDA. « Studien über das centrale Nervensystem ». Zeitschrift f. Wissenschaftliche Zoologie, XX, S. 360. Leipzig.
1870. J. M. CHARCOT et A. JOFFROY. « Cas de paralysie infantile ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), 1^{ère} série, t. III, p. 136. Paris.
1870. VON GUDDEN. « Experimentell-anatomische Untersuchungen über das periferische und centrale Nervensystem ». Archiv für Psychiatrie. Bd. II. S. 693. Berlin.
1871. ROGER et DAMASCHINO. « Des altérations de la moëlle épinière dans la paralysie spinale de l'enfance et dans l'atrophie musculaire progressive ». Revue de médecine, t. I, p. 81.
1871. ROGER et DAMASCHINO. « Recherches anatomo-pathologiques sur la paralysie spinale de l'enfance ». Comptes rendus... de la Société de Biologie, e: Gazette médicale de Paris.
1871. E. TROISIER. « Note sur l'état de la moëlle épinière dans un cas d'hémimélie unithoracique ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), 1^{ère} série, t. IV, p. 72, 1871-72. Paris.
1871. W. MÜLLER. « Beiträge zur pathologischen Anatomie des Rückenmarkes ».
1872. S. VULPIAN. « Sur la modification anatomique de la moëlle épinière à la suite de l'amputation ou de la section des nerfs d'un membre ». Bulletin de l'Académie des Sciences à Paris.
1872. JOFFROY et LIONVILLE, in: « CR. de la Société de Biologie ». Séance du 20 avril 1872. Paris.
1872. A. ERLÉNMEYER jun. « Ueber das cicatrielle Neurom. ». Inaugural-Dissertation. Greifswald.
1873. M. ROTH. « Anatomischer Befund bei spinaler Kinderlähmung ». Archiv f. pathol. Anatomie und Physiol. und f. Klin. Medicin (Virchow), Bd. LVIII, S. 269. Berlin.
1873. HUGENIN. « Allgemeine Pathologie der Krankheiten des Nervensystems. I. Allgemeine Einleitung ». Zürich.
1873. BEISSO. « Del midollo spinale ». Genova.
1873. G. HAYEM. « Des altérations de la moëlle consécutives à l'arrachement du nerf sciatique chez le lapin ». Archives de physiologie norm. et pathol., 1^{ère} série, tome V, p. 504. Paris.
1873. FRIEDREICH. « Ueber progressive Muskelatrophie ». Berlin (S. 140).
1873. TH. DICKSON. « On the changes which occurs in the spinal cord after amputation of a limb, compared with the changes found in association with progressive muscular atrophy ». Transactions of the pathological Society. London, t. V, p. 2.
1874. U. GOMBAULT. « Note sur un cas de paralysie spinale de l'enfance, suivi d'autopsie ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), 2^e série, t. V, p. 80. Paris.
1874. J. L. PRÉVOST et DAVID. « Note sur un cas d'atrophie des muscles de l'éminence thénar droite avec lésion de la moëlle épinière ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), 2^e série, t. I, p. 595. Paris.
1874. W. ERB. « Ueber acute Spinallähmung (Poliomyelitis anterior acuta) bei Erwachsenen und über verwandten spinale Erkrankungen ». Archiv f. Psychiatrie, Bd. IV, S. 758. Berlin.
1875. J. DÉJÉRINE. « Note sur l'état de la moëlle épinière dans un cas de pied-bot ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), 2^e série, t. II, p. 253. Paris.
1875. G. HAYEM. « Lésions des nerfs des membres consécutives à l'amputation ». Bulletin de la Société Anatomique, p. 689. Paris (e: Progrès médical, n. 11, 1876. Paris).
1876. G. HAYEM. « Seconde communication sur l'état des nerfs des membres qui ont subi une ampu-

- tation ancienne ». Bulletin de la Société Anatomique, p. 230. Paris (c: Progrès médical, 1876, n. 30). Paris.
1876. A. GENZMER. « Veränderungen im Rückenmark eines Amputirten ». Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin (Virchow), Bd. LXVI, S. 265. Berlin.
1876. E. v. LEYDEN. « Klinik der Rückenmarkskrankheiten ». Berlin, 1876 (S. 315).
1876. F. SCHULTZE. « Zur Lehre von den spinalen Kinderlähmung und der analogen Lähmungen der Erwachsenen ». Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für Klinische Medicin (Virchow), Bd. LXVIII, S. 129. Berlin.
1876. E. v. LEYDEN. « Klinik der Rückenmarkskrankheiten ».
1876. P. SCHIEFFERDECKER. « Ueber Regeneration, Degeneration und Architectur des Rückenmarks ». Archiv für Pathologische Anatomie und Physiologie, Bd. 67, h. 4, S. 542. Berlin.
1876. BUFALINI et ROSSI. « Atrophie de la moëlle épinière par la section des racines nerveuses ». (Analyse des travaux de Physiologie de l'Université de Siène par le prof. Albertoni). Archives de Physiologie norm. et path. 3^e série, t. III, p. 829. Paris.
1876. A. PITRES. « Note sur un cas d'atrophie musculaire consécutive à une sclérose latérale secondaire de la moëlle épinière ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), 2^e série, t. III, f. 5, p. 657. Paris.
1877. P. MAYER. « Experimenteller Beitrag zur Kenntnis der Baues des Kaninchenrückenmarkes ». Archiv für Psychiatrie, VII, S. 539. Berlin.
1877. A. PICK. « Zur agenesie des Rückenmarkes ». Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Bd. VII, h. 1, S. 178. Berlin.
1877. E. v. LEYDEN. « Beiträge zur pathologischen Anatomie der atrophischen Lähmung der Kinder und Erwachsenen ». Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten Bd. VI, S. 271. Berlin.
1877. J. DÉJÉRINE. « Note sur l'état de la moëlle épinière dans deux cas de paralysie infantile ». Bulletin de la Société anatomique, 1877 (c: Progrès médical, 1878, n. 22).
1878. F. SCHULTZE. « Die anatomischen Veränderungen bei der acuten atrophischen Lähmung der Erwachsenen ». Archiv für pathologischen Anatomie und Physiologie und für Klinische Medicin (Virchow), Bd. LXXIII, h. 3, S. 443. Berlin.
1878. J. DÉJÉRINE et A. MAYER. « Recherches sur les altérations de la moëlle épinière et des nerfs du moignon chez des amputés d'ancienne date ». Note présentée à la Société de Biologie à la Séance du 27 Juillet 1878 (CR. de la Société de Biologie, t. XXX, p. 24. Paris.
1879. C. v. MONAKOW, in: « Archiv für Psychiatrie ». Bd. X, S. 523. Berlin.
1879. TURNER. « A portion of the spinal cord with drawings and microscopical specimens of a case of acute poliomyelitis in a child within 6 weeks from the onset ». Transactions of the pathological Society of London, vol. XXX.
1879. TAYLOR. « Spinal cord from a case of infantile paralysis ». Transactions of the pathological Society of London, vol. XXX.
1879. DRESCHFELD. « On the changes in the spinal cord after amputation of limbs ». Journal of Anatomy and Physiology, vol. XIV, p. 424.
1879. PALAMON. « Des lésions du système nerveux central d'origine périphérique ». Revue mensuelle. Paris.
1880. ERLITZKY. « Ueber die Veränderungen im Rückenmarke bei amputierten Hunden ». St. Petersburger medicinische Zeitung.
1880. KAHLER und A. PICK. « Beitrag zur Lehre von der Localisation in der grauen Substanz des Rückenmarkes ». Archiv für Psychiatrie, Bd. X, S. 186, 360. Berlin.
1880. EISENLOHR, in: « Archiv für Klinische Medicin ». Bd. XXVI.
1880. ZUNKER. « Clinischer Beitrag zur Function der grauen Vordersäulen des Rückenmarks ». Zeitschrift für Klinische Medecin, Bd. II, S. 347. Berlin.
1882. L. DAVID. « Ueber das Verhalten der Spinalwurzeln und Spinalganglien der Halsnerven in einem Falle von Perobranchie ». Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für Klinische Medicin (Virchow), Bd. LXXXVIII, S. 99. Berlin.

1882. C. FRIEDLAENDER. « Ueber Verkalkung der Gangliencellen ». Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für Klinische Medicin (Virchow), B. LXXXVIII, S. 84. Berlin.
1882. L. EDINGER. « Rückenmark und Gehirn in einem Falle von angeborenem Mangel eines Vorderarms ». Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für Klinische Medicin (Virchow) Bd. LXXXIX (8^o Folge, Bd. IX), S. 46. Berlin.
1882. CH. A. MORTON. « Two cases of subacute anterior spinal paralysis, with the pathological changes in the spinal cord in one of the cases ». St. Bartholomaeus Hospital Reports. Rep. 26. London.
1883. VEJAS. « Ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Spinalganglien ». München.
1883. STADELMANN. « Beiträge zur Pathologie und pathologischen Anatomie der Rückenmarkserkrankungen ». Deutsches Archiv für Klinische Medicin (Ziemssen und Zenker), Bd. XXXIII, h. 2, S. 125.
1883. H. SAHLI. « Zur Lehre von den spinalen Localisationen ». Deutsches Archiv für Klinische Medicin (Ziemssen und Zenker), Bd. XXXIII, h. 3, 4, S. 360.
1883. ARCHEMBAULT et DAMASCHINO. « Recherches cliniques et anatomo-pathologiques sur un cas de paralysie spinale de l'enfance ». Revue mensuelle des maladies de l'enfance.
1884. G. HAYEM et A. GILBERT. « Notes sur les modifications du système nerveux chez un amputé ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), 3^e série, t. III, p. 430. Paris.
1885. DAMASCHINO. « Anatomie pathologique de la paralysie infantile ». Gazette des Hôpitaux, n. 19. Paris.
1885. DRUMMOND. « On the nature of the spinal lesion in poliomyelitis anterior acuta or infantile paralysis ». Brain, a Journal of Neurology (de Watteville), April 1885, vol. VIII, p. 14. London.
1885. P. KREYSSIG. « Ueber die Beschaffenheit des Rückenmarkes bei Kaninchen und Hunden nach Phosphor- und Arsenvergiftung nebst Untersuchung über die normale Struktur desselben ». Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie, Bd. 102, h. 2, S. 286. Berlin.
1885. CH. BEEVOR. « On two cases illustrating the localisation of motor centres in the brachial enlargement of the spinal cord ». British medical Journal, p. 784. (Discussion: Huggings Jackson and Ferrier). London.
1886. DUDLEY. « A case illustrating the condition of the nervous system after amputation of an extremity ». Brain, a Journal of Neurology (de Watteville), vol. IX, p. 87, April 1886. London.
1886. C. FRIEDLAENDER und F. KRAUSE. « Ueber die Veränderungen der Nerven und des Rückenmarkes nach Amputationen ». Fortschritte der Medicin (Friedlaender), n. 23, S. 749.
1887. E. S. REYNOLD. « On the changes in the nervous system after amputation of limbs, with bibliography and a recent case ». Brain, a Journal of Neurology (de Watteville), vol. II, p. 494, Jan. 1887 (part. 36). London.
1887. PREGALDINO. « Contribution à l'étude des ganglions intervertébraux ». Bulletin de l'Académie royale de Belgique. 4^{me} série, t. I, n. 8, p. 671. Bruxelles.
1887. M. JOSEPH. « Zur Physiologie der Spinalganglien ». Archiv für Physiol. (Du Bois Reymond). S. 296. Berlin.
1887. VON HOCHWART, in: « Wiener Medicin. Jahrb. ».
1887. E. MENDEL. « Ueber den Kernursprung des Augenfacialis ». Deutsche medicinische Wochenschrift, n. 46. S. 1007.
1887. ZELERIZKI. « Experimentelle Untersuchungen zur Frage über die Veränderungen im Rückenmark, Nerven und Wurzeln, nach Durchschneidung der letzteren und über die trophische Bedeutung der Spinalganglien ». Psychiatrische Verein zu St. Petersburg, 17 Oct.
1888. H. OBERSTEINER. « Anleitung beim Studium des Baues der nervöse Centralorgane... Leipzig u. Wien.
1888. A. BIGNAMI e G. GUARNERI. « Ricerche sui centri nervosi di un amputato ». Bollettino della R. Accademia medica di Roma, anno XIV, f. 6 (1887-88). Roma.

1888. J. DÉJÉRINE et E. HURT. « Contributions à l'étude de la paralysie atrophique de l'enfance à forme hémisphérique (téphro-myélite unilatérale) ». Archives de Physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux (Br. Séquard), 4^{ème} série, tome I, année 20^{ème}, p. 374.
1889. RISSLER. « Zur Kenntniss der Veränderungen des Nervensystems bei Poliomyelitis anterior acuta ». Norddeutsche medicinische Archiv, Bd. XX.
1889. A. VON SASS. « Experimentelle Untersuchungen über die Beziehung der motorischen Ganglienzellen der Medulla spinalis zu peripherischen Nerven ». Dissert. inaug., Dorpat (e: Archiv für Pathol. Anat. und Physiol., Bd. CXVI, S. 243. Berlin.
1889. A. JOFFROY et Ch. ACHARD. « Contribution à l'anatomie pathologique de la paralysie spinale aigue de l'enfance ». Archives de Médecine expérimentale et d'Anatomie pathologique (Charcot) 1^{ère} série, tome I, p. 57. Paris.
1890. WILLIAMSON. « The early changes in the spinal cord in acute anterior Poliomyelitis of the adult ». Medical Chronicle, Sept.
1890. J. F. LEHMANN. « Versuch einer Localisation des Kernursprungs der den M. Quadriceps innervirenden Nerven ». Dissert. inaug. Berlin.
1890. SINGER und MÜNZER. « Beiträge zur Anatomie des Centralnervensystems ». Denkschriften d. k. Akademie d. Wissenschaften zu Wien, Bd. LVII.
1890. E. A. HOMÉN. « Veränderung des Nervensystems nach Amputationen ». Beiträge zur pathol. Anatomie und Allgemeinen Pathologie (Ziegler), VIII, S. 304. Jena.
1891. C. VANLAIR. « Des altérations nerveuses centripètes consécutives à la section des nerfs et aux amputations des membres ». Bulletin de l'Académie royale de Médecine à Bruxelles.
1891. O. KAISEK. « Die Functionen der gangliencellen des Halsmarkes ». 's-Gravenhage.
1891. FOREL. « Ueber das Verhältniss der experimentellen Atrophie und Degenerationsmethode zur Anatomie und Histologie des Zentralnervensystems ». Züricher Festschrift für Nägeli und Kölliker. Zürich.
1892. G. MARINESCO. « Ueber Veränderungen der Nerven und des Rückenmarkes nach Amputationen ». Neurologisches Centralblatt (Mendel), Jahrg. II, n. 15, S. 463; n. 16, S. 505; n. 18, S. 564. Berlin.
1892. G. B. PELIZZI. « Sulle modificazioni che avvengono nel midollo spinale degli amputati ». Rivista sperimentale di freniatria e medicina legale (Tamburini), vol. XVIII, fasc. I, p. 784. Reggio.
1892. M. v. LÖNHOSSEK. « Der Feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen ». Fortschritte der Medicin (Friedlaender), X.
1892. DARKSCHEWITSCH. « Ueber die Veränderungen in dem centralen Abschnitt eines motorischen Nerven bei Verletzung des peripheren Abschnittes ». Neurologisches Centralblatt, Bd. XI, n. 21, S. 658. Berlin.
1892. C. S. SHERRINGTON. « The nuclei in the lumbar cord for the muscles of the pelvic limb ». Proceedings of the physiolog. Society, London. February (e: Journal of Physiology, XIII, p. VIII).
1892. NISSL. « Ueber die Veränderungen der Gangliencellen am Facialiskern des Kaninchen nach Ausreissung der Nerven ». Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie.
1892. C. S. SHERRINGTON. « On the Arrangement of the motor cells for muscles in the spinal cord and on the functional value of the motor spinal roots of the limb region ». Volume edito nel I centenario della morte di L. Spallanzani (1799-1899), vol. I, p. 125.
1892. P. MARIE. « Leçons sur les maladies de moëlle ». Paris, 1892.
1893. G. B. PELIZZI. « Sur les modifications qui surviennent dans la moëlle épinière des amputés ». Archives italiennes de Biologie (Mosso), t. XVIII, f. I, p. 26. Turin.
1893. C. VON KAHLDEN. « Ueber Entzündung und atrophie der Vorderhörner des Rückenmarkes ». Beiträge zur patholog. Anatomie und zur Allgemeinen Pathologie (Ziegler), Bd. XIII, h. 2, S. 113. Jena.
1893. A. COCCHI. « Contributo allo studio delle alterazioni di struttura del midollo spinale negli amputati e a quello delle eterotopie della sostanza grigia del midollo spinale ». Monitore zoologico italiano (Chiarugi), anno IV, n. 9, p. 166, nn. 10, 11, 12, p. 266. Firenze.

1893. E. REDLICH. « Zur Kenntnis der Rückenmarksveränderungen nach Amputationen », Centralblatt für Nervenheilkunde Bd. XVI. S. 1.
1894. J. COLLINS. « A Contribution to the Arrangement and Functions of the Cells of the cervical Spinal cord ». New York Medical Journal of 13 and 27 January 1894. New York.
1894. HAMMOND. « Two cases of progressive muscular atrophy ». New York medical Journal, p. 15.
1894. A. GRIGORIEW. « Veränderungen des Rückenmarkes nach Extremitäten-amputation ». Zeitschrift für Heilkunde. Bd. XV.
1894. A. S. GRUENBAUM. « Note on the Degeneration following double transverse, longitudinal and anterior cornual lesions of the spinal cord ». Journal of Physiology, XVI, p. 368. London.
1895. B. ONUFROWICZ. « The biological and morphological constitution of Ganglionic Cell, as influenced by Section of the spinal Nerveroots and spinal nerves ». Journal of nervous and Mental Disease. October.
1895. NISSL. « Ueber eine neue Untersuchungsmethode der nervöse Centralorgane, speciell zur Feststellung der Localisation der Nervenzellen ». Neurologisches Centralblatt. XIV, 3.
1895. A. WILLE. « Ueber secundäre Veränderungen nach Oberarmexarticulationen ». Archiv für (Anatomie und) Physiologie. S. 557.
1895. A. BIEDL. « Ueber die centra der Splanchnici ». Wiener klinische Wochenschrift, n. 52. S. 904. Wien.
1896. G. MARINESCO. « Sur un nouveau cas de polynévrite avec lésion de réaction à distance dans la moëlle épinière ». CR. de la Société de Biologie, vol. XLVIII (série 10, Tome 3). Année 1896, 16 mai, p. 497. Paris.
1897. SIBELIUS. « Zur Kenntniss der nach Amputationen auftretenden Veränderungen im Nervensystem mit specieller Hinsicht auf die spino-cutane Neurone ». Jahresbericht f. Neurologie 1897. — 2) « Till kannedomen om de efter appkammonde förändringarne i nervosystemet ». Finske läkarselskapet handlingar 1897. 39, 10, S. 1379.
1897. A. BIEDL. « Ueber das histologische Verhalten der peripheren Nerven und ihrer Centren ». Wiener klinische Wochenschrift. n. 17. Wien.
1897. G. BALLEZ. « Lésions de la moëlle et du cerveau chez un amputé ». Progrès médical 1897. Série III, T. VI, n. 31, 31 juillet 1897, p. 70, 2^{me} colonne. Paris.
1897. F. SANO. « Les localisations motrices dans la moëlle lombo-sacrée ». Journal de Neurologie (Francotte et Crocq) 26 juin 1897, pp. 253-275. Bruxelles.
1897. G. MARINESCO e SOUCQUES. « Lésions de la moëlle épinière dans un cas d'amputation congénitale des doigts de la main ». Presse médicale n. 95. 2^e sém. 1897. Revue Neurologique (Brissaud et Marie) T. IV, n. 5, 1896, p. 129. Paris.
1897. E. FLATAU. 1) « Ueber die Veränderungen des menschlichen Rückenmarks nach Wegfall grösserer Gliedmaassen. » Deutsche Med. Wochenschrift 1897. — 2) « Ueber die Localisation der Rückenmarkscentren f. die Muskulatur des Vorderarms und der Hand beim Menschen » Archiv. f. Anatomie und Physiologie. Phys. Abheil. (Du Bois Reymonds). p. 112. 1899.
1897. F. SANO. « Les localisations motrices dans la moëlle épinière ». Communication faite au Congrès de Neurologie à Bruxelles. Journal de Neurologie, p. 404. Bruxelles.
1897. F. SANO. « Les localisations des fonctions motrices de la moëlle épinière ». Annales de la Société médico-chirurgicale d'Anvers. Nov. 1797. Anvers.
1897. A. VAN GEUCHTEN et D. DE BUCK. « La chromatolyse dans les cornes antérieures de la moëlle après désarticulation de la jambe ». Annales de la Société de Médecine de Gand.
1898. G. MARINESCO. « Veränderungen der Nervenzentren nach Ausreissung der Nerven mit einigen Erwägungen betreffs ihrer Natur ». Neurologisches Centralblatt. XVII, 19, S. 882. Berlin.
1898. A. VAN GEUCHTEN et De BUCK. « Contribution à l'étude des localisations des noyaux moteurs dans la moëlle lombo-sacrée » Rev. Neurol., p. 510. Paris.
1898. G. BIKELES. « Ueber die Localisation der centripetalen Bahnen im Rückenmarke des Hundes und des Kaninches in der Höhe des oberen Lumbal- und unteren Brusttheiles der grauen Substanz ». Anzeiger d. K. Akademie d. Wissenschaften zu Wien. April 1898, S. 192 (e: Centralblatt f. Physiologie, n. 11. S. 346. Wien).

1898. C. v. MONAKOW. « Ueber die secundären Veränderungen im Rückenmark nach altem Defect eines Plexus brachialis beim Menschen ». Neurologisches Centralblatt Jahrg. 16, p. 102. 1898.
1898. G. MARINESCO. « De l'origine réelle du nerf phrénique ». Société médicale des Hôpitaux de Paris. Séance du 16 Déc. (c: Semaine médicale, XVIII, 63, p. 510. Paris).
1898. A. VAN GEUCHTEN et C. DE BUCK. « Contribution à l'étude des localisations des noyaux moteurs dans la moëlle lombo-sacrée et de la vacuolisation des cellules nerveuses ». Revue Neurologique (Brissaud et Marie), VI^{me} année, n. 15. 15 août 1898, p. 510. Paris.
1898. O. KOHNSTAMM. « Zur Anatomie und Physiologie des Phrenicuskerne ». Fortschritte der Medicin (Friedlaender), XVI, 17, S. 643.
1898. F. SANO. « Nucleus diaphragmae ». Journal médical de Bruxelles, n. 42. 20 Oct. Bruxelles.
1898. F. SANO. « De la constitution des Noyaux moteurs médullaires ». Journal de Neurologie (Francotte et Crocq) 1898, p. 62. Bruxelles.
1898. F. SANO. « Localisations Médullaires motrices et sensibles ». Journal de Neurologie (Francotte et Crocq), 1898, p. 129. Bruxelles.
1898. G. MARINESCO. « Contribution à l'étude des localisations des noyaux moteurs dans la moëlle épinière ». Revue Neurologique (Brissaud), VI, 14, p. 463. Paris.
1898. F. SANO. « Les localisations des fonctions motrices de la moëlle épinière ». 1898, Ed. H. Larmartin, Bruxelles.
1898. G. MARINESCO. « Nouvelles recherches sur les lésions des centres nerveux, consécutives à l'arrachement des nerfs ». Revue Neurologique, VI, 14, Paris.
1898. A. VAN GEUCHTEN et C. DE BUCK. « La chromatolyse dans les cornes antérieures de la moëlle, après désarticulation de la jambe et ses rapports avec les localisations motrices ». Journal de Neurologie (Francotte et Crocq), 5 mars 1898. Bruxelles.
1898. SIBELIUS. « Till Kännedomen om de efter amputationer appkomande förändringarna i nervsystemet speciell hänsyn till de spino-kutana neuronerna ». Finska läkaresällskapet handlingar, XXXIX, n. 10, p. 1379. Helsingfors.
1899. C. PARHON et C. POPESCU. « Recherches sur la localisation spinale des noyaux moteurs du membre postérieur ». Roumanie médicale, n. 3. Bucarest.
1899. E. FLATAU. « Ueber die localisation der Rückenmarkscentra f. die Muskulatur des Vorderarmes und der Hand beim Menschen ». Archiv. f. Anatomie u. Physiologie (His u. Engelmann) Physiol. Abtheil. 1899, S. 112. Leipzig.
1899. D. DE BUCK. « Chromolyse na doorsnyding der ruggenmergscenuwen ». Handelingen v. h. derde Vlaamsch natuur- en geneeskundig Congres te Antwerpen, p. 111.
1899. TH. ZIEHEN. « Makroskopische und mikroskopische Anatomie des Rückenmarkes ». Jena.
1899. L. JACOBSON. « Ueber Veränderungen im Rückenmark nach peripherer Lähmung zugleich ein Beitrag zur localisation des Centrum ciliospinale und zur Pathologie der Tabes Dorsalis ». Zeitschrift f. Klin. Medecin, Bd. XXXVII, h. 3-4, 1899.
1899. C. PARHON et C. POPESCU. « Sur l'origine réelle du nerf sciatique ». Roumanie médicale, n. 22. Bucarest.
1899. A. VAN GEUCHTEN et C. NELIS. « La localisation motrice médullaire est une localisation segmentaire ». Journal de Neurologie (Crocq), 5 août 1899. Bruxelles.
1899. CAMPBELL THOMPSON. « A contribution to the localisation of muscles in the spinal cord ». Brain, a Journal of Neurology. London.
1899. D. DE BUCK. « Localisations médullaires de l'innervation motrice du périnée et du rectum ». Annales de la Société scientifique de Bruxelles. T. XXIII. Janvier. Bruxelles.
1900. STROHMAYER. « Anatomische Untersuchung über die Lage und Anordnung der spinalen Nervencentren der Vorderarm- und Handmuskulatur ». Monatschrift für Psychiatrie und Neurologie (Ziehen) Bd. VIII, 1900. S. 198. Berlin.
1900. C. PARHON si M. SAVU. « Lesiuni secundare in maduva spinarei in urma resectiunei marelui pectoral. Incercari de localizare ». Romania medicala, Anul VIII, n. 11. 1900. Bucuresti.
1900. B. ONUFROWICZ. « On the Arrangement and function of the Cell Groups of the Sacral Region of the Spinal Cord in Man ». Archives of Neurology and Psychopathology, III.

1900. C. PARHON et C. POPESCU. « Sur l'origine réelle de l'obturateur ». Roumanie médicale, n. 1, n. 2. Bucarest.
1900. C. PARHON si M. GOLDSTEIN. « Localizarile Spinale si teoria metamerilo ». Romania medicala. Octombrie. Bucarest.
1900. C. PARHON si M. GOLDSTEIN. « Cercetari asupra localisationei spinale a muschilor pectorali la om si la caine ». Romania medicala. Anul XIII, n. 17/18, 1900, h 348 Sept. 15-30. Bucuresti.
1900. C. PARHON si M. GOLDSTEIN « Contributiuni la studiul leziunilor secundare a le celulei nervoase ». Romania medicala. Octombrie, 1900. Bucuresti.
1900. E. V. KNAPE. Experimentelle Bidrag till Kannedomen om tibialis och peroneus-kärnoras lokalisation i rygmärgen ». Finska Lakaresäleskapets Handlingar... n. 4. Helsingfors.
1900. G. MARINESCO. « Contribution à l'étude du trajet des racines postérieures dans la moëlle ». Roumanie médicale, n. 1, p. 11. Boucapest.
1900. E. V. KNAPE. « Experimentelle Untersuchungen über die motorischen Kerne einiger spinalen Nerven der hinteren Extremität des Hundes ». Deutsches Zeitschrift für Nervenheilkunde (Strümpell), XX, h. 2, S. 116.
1900. A. VAN GEHUCHTEN et C. DE NEEFF. « Les noyaux moteurs de la moëlle lombo-sacrée chez l'homme ». Le Névtraxc, vol. I, f. 2, p. 201. Louvain.
1900. D. DE BUCK et VAN DER LINDEN. « La section des nerfs moteurs spinaux détermine-t-elle de la chromolyse? ». La Belgique médicale. T. I, n. 5. Bruxelles.
1900. C. DE NEEFF. « Recherches expérimentales sur les localisations motrices médullaires chez le chien et chez le lapin ». Mémoires couronnés de la R. Académie de Médecine. Bruxelles.
1901. F. SANO. « Considérations sur les noyaux médullaires innervant les muscles ». Journal de Neurologie (Crocq)' n. 15, 1901. Bruxelles.
1901. J. W. BARRATT. « On the changes in the nervous system in a case of oldstanding amputations ». Brain, a journal of Neurology (De Watteville), vol. XXIV, p. 310, 1901.
1901. A. BRUCE. « A topographical atlas of the spinal cord ». London.
1901. C. PARHON et M. GOLDSTEIN. « Quelques nouvelles contributions a l'étude des localisations médullaires ». Journal de Neurologie (Crocq), n. 24, 1901; n. 1, 1902. Bruxelles.
1901. SWITALSKI. « Lesionen im Rückenmark beim Amputierten ». Société Neurologique de Paris. Séance 10 janv. 1901. Ref. Neurologisches Centralblatt (Mendel), 20^e Jahrg n. 10, p. 494. 1901.
1901. A. BRUCE. « A contribution to the localisations of the motor nuclei in the spinal cord of man ». Transactions of the Medico-Chirurg. Soc. Edinburgh N. S. XXI, p. 16. 1901-1902. The Scottish Medical und Surgical Journal 1901, p. 485. Edinburgh.
1901. E. PERRERO. « Se le alterazioni del sistema nervoso centrale siano primitive o secondarie alle mostruosità per difetto (electromelia, emimelia) ». Archivio per le scienze mediche (Bizzozzero), 1901, vol. XXV, n. 3, p. 53. Torino.
1901. C. PARHON et M. GOLDSTEIN. « L'origine réelle du nerf circonflex ». Revue neurologique, IX, n. 10, p. 486. Paris.
1901. C. PARHON und M. GOLDSTEIN. « Die spinalen motorischen Localisationen und die theorie der Metamerien ». Neurologisches Centralblatt, XX, 20, S. 935; e: 21. S. 985. Berlin.
1901. G. MARINESCO. « Recherches expérimentales sur les localisations motrices spinales ». Revue Neurologique, IX, 12, p. 578. Paris.
1901. C. DE NEEFF. Recherches expérimentales sur les localisations motrices médullaires chez le chien et chez le lapin ». Le Névtraxc (Van Gehuchten), T. II, f. 1, p. 102. Louvain.
1901. E. V. Knapc, « Experimentelle Untersuchungen über die Veränderungen im Rückenmark nach Resection einiger spinalen Nerven der vorderen Extremität ». Beiträge zur pathologischen Anatomie und Allgemeinen Pathologie, XXIX, 2. Jena.
1901. A. VAN GEHUCHTEN et A. LUBOUSCHKINE. « Recherches sur la limite supérieure du Cone Terminal ». Le Névtraxc, vol. III, fasc. 1, p. 53. Louvain.
1902. C. PARHON et M. GOLDSTEIN. « Quelques nouvelles contributions à l'étude des localisations médullaires, II ». Journal de Neurologie, n. 1. Bruxelles.
1902. J. O'BARRIS. « Localisationes medullares ». Thesis. Buenos-Ayres, 1902.

1902. JOSÉ S. BORDA. « Topografía de los nucleos de los segmentos medulares del hombre ». Buenos Ayres.
1902. C. PARRON et M. GOLDSTEIN. « Sur la localisation des centres moteurs du biceps crural, du demi-tendineux, et du demi-membraneux dans la moëlle épinière ». Journal de Neurologie, n. 13. Bruxelles.
1902. N. OBERSTEINER. « Rückenmarksbefund bei Muskeldefecten ». Wiener Klinische Rundschau, XVI, 1902, n. 16. Wien.
1902. C. PARRON et M.^{me} C. PARRON. « Sur les centres spinaux des muscles de la jambe ». Journal de Neurologie, n. 17. Bruxelles.
1902. G. MARINESCO. « Untersuchungen über spinale Lokalisation ». 74^e Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Karlsbad.
1902. D. DE BUCK. « Localisations nucléaires de la moëlle épinière ». Annales de la Société scientifique de Bruxelles. Tome XXVI, 2^e partie, ed anche: Belgique médicale II, p. 51 et 67.
1902. L. ROSENBERG. « Rückenmarksveränderungen in einem Falle alter Unterarmamputation ». Neurologisches Centralblatt (Mendel), 21^{er} Jahrg. n. 16, S. 742, 1902.
1902. D. DE BUCK. « Localisations motrices médullaires ». Journal de Neurol., p. 444, avec discussion Debray. Bruxelles.
1902. G. MARINESCO. « Contribution à l'étude des localisations motrices spinales ». Prof. V. Leyden's Festschrift. Bd. I.
1902. C. PARRON și D. CONSTANTA PARRON. « Contribuțiune la studiul anatomica microscopice a madurei spinarei ». Presa medicală romană. Voir 13 și 14. Bucuresti.
1902. M. LAPINSKY. « Les centres spinaux de quelques nerfs périphériques chez le chien ». Questions Russes de médecine Neuropsychique, fasc. 4.
1902. J. DÉJÉRINE. « Réflexions à propos des localisations motrices spinales ». Journal de Neurologie, n. 7, p. 127. Bruxelles.
1903. U. CERLETTI. « Sulla neuronofagia ». Annali dell'Istituto psichiatrico di Roma, II, p. 91. Roma.
1902. TARULLI e PANICHI. Contributo allo studio delle alterazioni delle cellule nervose del midollo spinale dopo il taglio delle radici posteriori ». Ricerche fatte nel laboratorio di Anatomia normale della R. Università di Roma, ed in altri laboratori biologici. Vol. X, f. 2, p. 110.
1903. E. BRISSAUD et A. BAUER. « Localisations motrices spinales ». Communication faite à la sections des neuropathies, du XIV^e Congrès International de Médecine. Madrid. 23-30 Avril 1903. Gazette des Hôpitaux de Paris. Année 76, n. 58, p. 580.
1903. G. MATHYAS GRAZ. « Beitrag zu der Lehre von den Rückenmarksveränderungen nach Extremitätenverlust ». Zeitschrift f. Heilkunde (Chiari), Bd. XXIV, Heft 1, 1903.
1903. C. PARRON et M.^{me} C. PARRON. « Nouvelles recherches sur les localisations spinales ». Journal de Neurologie, n. 12, 113. Bruxelles.
1903. G. PERUSINI. « Contributo sperimentale allo studio delle localizzazioni motorie spinali e la metameria secondaria degli arti ». Rivista di Patologia nervosa e mentale (Tanzi), VIII, 5, p. 215. Firenze.
1903. M. LAPINSKY. « Zur Frage der für die einzelnen segmente der Extremitäten und der Muskelgruppen bestimmten Rückenmarkscentren beim Hunde ». Archiv für (Anatomie und) Physiologie. Supplementband der Phys. Abt. S. 427. Leipzig.
1903. G. BIKELES und M. FRANKE. « Die sensibele und motorische Segmentlocalisation für die wichtigsten Nerven des Plexus brachialis ». Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, XXIII, 3, 4, S. 205.
1903. M. LAPINSKY. Die spinalen Centren einiger peripheren Nerven ». Monatschrift f. Psychiatrie und Neurologie, XIV, S. 321. Berlin.
1903. E. BRISSAUD et A. BAUER. « Recherches expérimentales sur les localisations motrices spinales ». Journal de Neurologie, n. 14. Bruxelles.
1904. F. SANO. « Les localisations des fonctions motrices de la moëlle épinière ». Rapport présenté au Congrès des médecins aliénistes et neurologistes de France et des pays de langue française, XIV^{ème} Session à Paris (e anche: Annexe au rapport précédent).

1904. G. BIKELES. « Einige Thesen betreffend den Anordnungstypus der motorischen Zellen auf der Ursprungshöhe der Extremitäten-nerven ». Neurologisches Centralblatt, XXIII, 9, S. 386.
1904. R. FORSTER. « Les lésions de la moëlle chez les amputés ». Bulletins et Mémoires de la Société Médicale des Hôpitaux de Paris. 3^e Série, 21^{me} année, n. 16 (mai 1904), p. 496.
1904. D. DE BUCK. « Syndrome solaire par néoplasie médullaire et état de la moëlle lombo-sacrée cinquante-quatre ans après l'amputation de la jambe ». Journal de Neurologie, n. 7, p. 121. Bruxelles.
1904. E. BRISSAUD et A. BAUER. « A propos des modifications de la moëlle, consécutives aux amputations de membres chez le tétard ». Communication faite au XII^e Congrès des Médecins aliénistes et neurologistes à Pau. 1-8 Août 1904. (Revue Neurologique, Tome XII, n. 17 (15 septembre). Paris 1904,
1904. M. LAPINSKY. « Ueber die Lokalisation motorischer Functionen im Rückenmark ». Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde. Bd. 26, Leipzig.
1904. MAGNUS. « Unterextremiternes motoriske lokalisation i rygmargen ». Norsk magasin for laegevidenskaben. n. 3. Kristiania.
1905. G. BIKELES und M. FRANKE. « Die Lokalisation im Rückenmark für motorische Nerven der vorderen und hinteren Extremität, vorzüglich am Hund und teilweise auch an der Katze ». Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, Bd. 29, h. 3/4 (18 sept.) S. 171-179. Leipzig.
1905. G. BIKELES. « Zur Lokalisation im Rückenmark. Weiterer Beitrag ». Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, Bd. 29, h. 3/4 (18 sept.) S. 180-208. Leipzig.
1907. C. RIGNETTI. « Delle alterazioni cellulari nervose consecutive ad ustioni circoscritte della cute ». Lo Sperimentale. Archivio di Biologia normale e patologica. Anno LXI, fasc. 6 (Novembre-Dicembre) pagg. 771-797. Firenze.
1908. L. JACOBSON. Ueber die Kerne des menschlichen Rückenmarkes. Berlin.

LETTERATURA DELLA PARTE QUINTA

CAPITOLO XIII.

L'obiettivo dell'Anatomia Segmentale.

1898. L. BOLK. « De morphotische eenheden van het menschelyk lichaam ». Rede by de aanvaarding van het hoogleeraarsambt aan de Universiteit van Amsterdam den 2^{en} Mei 1898 uitgesproken. Haarlem 8, de Erven Bohn.
1901. F. SANO. « Inleiding tot de Studie van het vyfde halssegment by den mensch ». Handelingen van het vyfde Vlaamsch Natuur- en Geneeskundig Congres, gehouden te Brugge op. 29 sept. 190.
-

INDICE

PARTE PRIMA.

Introduzione e generalità.

	PAG.
Introduzione	3
CAPITOLO I. Generalità.	4-8

PARTE SECONDA.

La metameria persistente ed evidente studiata con metodi diretti.

CAPITOLO II. La miomeria evidente	9-14
CAPITOLO III. La dermatomeria palese	14-15
CAPITOLO IV. La polioneuromeria palese	15-21
CAPITOLO V. L'odoneuromeria palese	21-23

PARTE TERZA.

La metameria larvata studiata nelle proiezioni periferiche degli odoneuromeri.

CAPITOLO VI. Le ricerche eseguite con metodo morfologico	24-70
Sottocapo I. Il significato e la genesi dei plessi artuali	24-42
Sottocapo II. Le proiezioni periferiche degli odoneuromeri nell'uomo	42-70
CAPITOLO VII. La miomeria e la dermatomeria larvate, studiate in base all'odoneuromeria con metodi sperimentali	70-141
Sottocapo I. Il primo periodo delle ricerche sperimentali (1833-1870).	70-88
Sottocapo II. Il secondo periodo delle ricerche di pura fisiologia	88-100
Sottocapo III. Le ricerche moderne.	
A). La distribuzione delle radici efferenti ventrali secondo Sherrington	100-104
B). La distribuzione delle radici afferenti dorsali secondo Sherrington	104-117
C). Le ricerche di Winkler e dei suoi discepoli	118-141
CAPITOLO VIII. I dati clinici sulla dermatomeria e sulla miomeria nell'uomo	142-179
Sottocapo I. I dati clinici sulla miomeria larvata	142-145
Sottocapo II. La dermatomeria larvata studiata nell'uomo con metodi clinici	145-179

PARTE QUARTA.

La metameria larvata studiata nelle proiezioni spinali degli organi periferici.

	PAG.
CAPITOLO IX. La polioneuromeria larvata, studiata nelle proiezioni spinali degli odoneuromeri	181-182
CAPITOLO X. Le proiezioni spinali degli organi periferici studiati in base all'anatomia microscopica normale del midollo spinale	182-191
CAPITOLO XI. Le proiezioni spinali degli organi periferici, desunte dai dati di anatomia patologica del midollo spinale nell'uomo	191-210
CAPITOLO XII. Le proiezioni spinali degli organi periferici, studiate con metodi di anatomia microscopica sperimentale.	211-228

PARTE QUINTA.

Obiettivo dell'anatomia segmentale e sintesi del lavoro.

CAPITOLO XIII. L'obiettivo dell'anatomia segmentale	229-231
---	---------

APPENDICI.

A). Tabelle illustrative del testo	235-288
B). Letteratura	289-316

