

SULLA FINA ANATOMIA DEGLI ORGANI CENTRALI DEL SISTEMA NERVOSO

(Tav. X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI).

(Rivista sperimentale di Freniatria, anni 1882-83)

Per ciò che riguarda gli organi centrali del sistema nervoso precipuo compito della moderna Anatomia deve esser quello di mettersi in grado di rispondere ai più urgenti quesiti posti dalla Fisiologia.

Giammai come all'epoca nostra, nella quale progressi tanto notevoli vennero fatti nel campo della fisiologia del sistema nervoso, apparve evidente che dal punto di vista dei rapporti dell'anatomia colla fisiologia, gli studi sul sistema nervoso centrale sono in contraddizione con quanto si è verificato negli studi intorno agli altri organi e tessuti.

Mentre in generale si può francamente asserire che le scoperte relative all'anatomica costituzione degli organi, dei tessuti e degli elementi aprirono la via alla scoperta delle leggi secondo le quali organi, tessuti ed elementi, funzionano; nello studio del sistema nervoso si è verificato invece che l'anatomia fu, ed è tuttora costretta a cercare indirizzo per le proprie ricerche e ad appoggiare le sue conclusioni sui dati della fisiologia.

L'anatomia microscopica ha bensì, in questi ultimi decenni, conquistato molto terreno, ma la fisiologia le sta pur sempre un lungo tratto innanzi; anzi quella, non s'è ancora messa in grado di rispondere ai più importanti e più semplici quesiti posti da questa. La fisiologia, ad esempio può ormai dire con sicurezza, che alle varie parti del cervello incombono

funzioni diverse, ma l'anatomia non soltanto non sa dar ragione di tale differenza, ma nemmeno può dire, se il diverso modo di funzionare delle varie regioni del cervello sia in relazione a differenze di forma o di struttura degli elementi costitutivi delle stesse regioni. Per la fisiologia non può esservi dubbio, che fra le diverse funzioni dei centri nervosi esiste un'intima relazione. Potè finora l'anatomia dire per quali vie, per qual meccanismo abbia luogo un tale collegamento? Anche su questo punto la risposta dell'anatomia dovette fino ad ora essere negativa.

Codesta insufficienza delle nostre cognizioni anatomiche sugli organi centrali del sistema nervoso, non potrebbe certamente essere attribuita a mancanza di studi; chè anzi in questi ultimi decenni questo terreno fu tra i più battuti, e non senza qualche buon risultato; ma è pur d'uopo confessare che il risultato finale del molto lavoro fatto, lascia quasi tutte ancora insolute le questioni che, intorno alla fina anatomia del sistema nervoso, sono dibattute da oltre un decennio.

Sospinti dal desiderio di poter contrapporre alle accertate leggi fisiologiche dei dati anatomici, i ricercatori speciali degli organi nervosi centrali non seppero accontentarsi dei fatti veramente constatati, ma di sovente vollero dal fatto speciale dedurre leggi generali. Così tanto frequentemente avvenne, che nell'anatomia del sistema nervoso gli schemi si sostituirono alla rigorosa descrizione delle forme e dei rapporti, quali in realtà si ponno verificare; i quali schemi, sebbene per avventura verosimili, comechè armonizzanti colle dottrine fisiologiche, alla stregua di un severo controllo, non di meno si risolvono in altrettante ipotesi anatomiche. Valga qualche esempio:

Per ciò che riguarda la struttura e la morfologia elementare degli organi centrali, vediamo oggidì generalmente accettate come indiscutibili, le idee di Gerlach, di Schultze, di Boll ed anche di Meynert; ora quanto havvi di essenziale appunto si risolve, e sarà mio compito il dimostrarlo, in una serie di ipotesi anatomiche, le quali non cessano di essere tali, per ciò che veramente darebbero una soddisfacente spiegazione di fatti accertati nel campo della fisiologia.

Quanto alla direzione ed ai rapporti dei fasci nervosi, alle relazioni reciproche tra i singoli elementi, fra le diverse provincie, e tra le varie zone delle singole provincie, vediamo pure accettate come leggi, le asserzioni di Luys, di Meynert, di Huguenin, ecc; ora chiunque s'accinga a

far oggetto di speciali indagini qualcuna delle provincie cerebrali la cui struttura istologica da quegli osservatori è descritta colla massima chiarezza, certo andrà incontro al disinganno di dover rilevare che i fatti non corrispondono alle asserzioni, le quali, in gran parte, parimenti si scoprono quali arbitrari e completamenti di schemi immaginati per soddisfare una teoria.

La descrizione che io mi accingo a fare della fina struttura di qualcuna delle provincie cerebrali, mi darà occasione di fornire la prova anche di quest'altro mio asserto.

Di leggeri si comprende, che siffatto sistema di completare teoricamente i risultati delle osservazioni deve aver prodotto danno anche per ciò, che i giovani osservatori nell'intraprendere lo studio del sistema nervoso, trovando, anche riguardo ai punti più oscuri, delle asserzioni assolute, sostenute da nomi autorevoli, vennero distolti dai tentativi di approfondire l'argomento con nuove indagini, o presero quali prove delle dottrine da quegli osservatori sostenute, delle semplici apparenze. È in tal modo che inesattezze, errori, semplici ipotesi, e descrizioni schematiche, vennero tramandate da scuola a scuola, da libro in libro, quali verità incontestabili.

Se non che è pur d'uopo riconoscere che la scarsità delle conquiste fatte nella fina anatomia dei centri nervosi, in gran parte deve pure anche attribuirsi all'estrema difficoltà risultante, sia dalla complicazione ed estrema delicatezza del tessuto, sia dalla mancanza di adatti mezzi di indagine.

I metodi, coll'aiuto dei quali, nella moderna fase di studi anatomici tante conquiste potevano esser fatte sul terreno della fina struttura degli organi e tessuti in generale, per ciò che riguarda il sistema nervoso, in mano di pazienti indagatori, hanno dato dei frutti, che sebbene notevoli, sono lontani dal corrispondere alla grandezza delle lacune. Nè potevano essere da tanto.

Convinto che per muovere nuovi passi oltre il confine raggiunto coi mezzi comuni, occorresse tentare nuove vie da aprirsi con speciali mezzi corrispondenti alla speciale e complicata struttura degli organi medesimi, nel dedicarmi allo studio anatomico del sistema nervoso centrale, fu quasi prima mia cura, quella di mettermi in traccia di metodi, che meglio di

quelli sin qui conosciuti, fossero in grado di farmi allargare il campo delle indagini e di presentarmi da qualche nuovo punto di vista la struttura degli organi in questione.

Nè i miei tentativi riuscirono infruttuosi, che mi venne dato di trovare mezzi, i quali, per la finezza e precisione dei risultati, lasciano a grande tutti quelli che anche in epoca recentissima, vennero dagli anatomici adoperati ⁽¹⁾.distanza

Valendomi di tali nuovi metodi, senza punto trascurare gli altri più comunemente messi in pratica, ho potuto estendere notevolmente le conoscenze, rischiarare alcuni punti, mettere in evidenza taluni errori ed è appunto una parte di questi miei risultati, che m'accingo ad esporre in questo lavoro.

Di fronte all' estensione delle lacune è troppo evidente, che il contributo che posso dare allo studio della fina anatomia del sistema nervoso centrale è ancora ben poca cosa; esso ha però il pregio di riguardare fatti incontestabilmente accertati. Non una delle particolarità nel lavoro esposte, non un tratto delle tavole illustrative esiste, che non sia stato, da parte mia, argomento della più scrupolosa e paziente disamina e che io non mi trovi in grado di dimostrare con preparati della maggiore evidenza.

Intorno a questo lavoro, anzi, posso dire essere stata quasi mia principale preoccupazione, quella, che le figure illustrative corrispondessero al vero; e poichè quanto a finezza e chiarezza dei dettagli, nessuna concessione ho fatto all'arte, così esse, nel mentre potranno valere a prova della bontà dei metodi da me adoperati, potranno del pari servire di documento o di termine di confronto per chi, affine di estendere le conoscenze od a scopo di controllo, volesse intraprendere analoghe ricerche.

Fra i problemi di spettanza dell'anatomia generale del sistema nervoso, la cui soluzione è per la fisiologia di speciale interesse, i seguenti mi parvero più meritevoli di nuove ricerche e cioè:

(1) L'esposizione dei diversi metodi di cui mi son giovato per queste ricerche sarà da me fatta in apposita appendice.

I. ° Il problema generale del modo con cui nel cervello le fibre nervose si mettono in rapporto colle cellule gangliari.

2.° Quello di un'esatta morfologia cellulare, studiata nei suoi centrali rapporti colla funzione delle singole regioni del cervello; determinare cioè, se la differenza di funzione delle singole regioni degli organi nervosi è in relazione con differenze delle forme cellulari, e in che consistano le eventuali differenze.

3.° Quello della disposizione e dei vicendevoli rapporti degli elementi nelle singole parti.

4.° Finalmente quello dell'andamento dei fasci nervosi e dei loro rapporti coi diversi gruppi di cellule gangliari.

È superfluo il dire che tutti questi problemi potrebbero esser posti per ogni singola provincia, anzi per ogni zona in cui sogliono esser divisi gli organi nervosi centrali; tale sarebbe appunto uno dei compiti che potrebbero proporsi i moderni anatomici, cioè scrutare minutamente ogni zona, punto per punto, coi diversi metodi di indagine, sia moderni che antichi, affine di poter trovare la risposta per ciascuna delle singole regioni ai problemi di anzi accennati.

S'intende che tratterebbesi di fare da prima un semplice lavoro di paziente analisi, di raccolta ed ordinamento dei materiali, documentati con figure, che riproducano con scrupolosa esattezza, forma, grandezza e rapporti delle diverse parti costitutive; ma è fuori di dubbio, che è solo dall'insieme dei così disposti materiali, che sarà concesso di dedurre delle fondate conclusioni.

Se non che il raggiungere questo risultato sarebbe tale impresa da occupare per anni, non uno, ma parecchi indagatori, e che richiederebbe mezzi, dei quali a pochi è concesso di poter disporre.

Però se io non potevo sperare di compiere da solo tutto quel lavoro, nemmeno dedicandomi con pazienza e costanza, come ho fatto, per una non breve serie di anni, poteva bensì prefiggermi di accennare almeno le principali linee e di segnare una traccia di una delle vie che certo potrà essere seguita con profitto.

Questa fu la mia meta; e crederò di averla raggiunta, se mi sarà dato di risolvere una parte, fosse pure minima, degli enunciati problemi, ma più ancora, se col diffondere la conoscenza dei metodi di studio, col far conoscere, specialmente col mezzo delle figure, i notevoli risultati cogli

stessi metodi ottenuti, e coll'additare qualcuno dei quesiti, che senza dubbio cogli stessi mezzi potranno essere in breve risolti, potrò suscitare in altri la brama di ripetere e continuare le ricerche cogli stessi miei intendimenti.

I.

Note preliminari sulla struttura morfologia e vicendevoli rapporti delle cellule gangliari.

La prima questione che si presenta nell'intraprendere da un punto di vista generale lo studio delle cellule nervose centrali, è se le medesime sieno fornite di caratteri assoluti, tali che valgono a differenziarle da altri elementi per avventura di aspetto identico.

Il trattare preliminarmente quest'argomento non apparirà superfluo, se si considera che anche in epoca affatto recente, qualche osservatore ha sostenuto ⁽¹⁾ non esistere un'assoluta distinzione fra le cellule nervose e le cellule connettive formanti lo stroma fondamentale della sostanza grigia, e che anzi riscontransi delle forme di passaggio da quelle a queste. È noto d'altra parte che anche i più accreditati istologi, e fra gli altri Gerlach, Boll, Deiters, negano a talune categorie di cellule gangliari il solo carattere per cui si può ad esse attribuire la natura nervosa.

Al quesito incluso nella suaccennata questione si può rispondere che, in generale, per la forma. per l'aspetto speciale del corpo cellulare e del nucleo, pel modo con cui hanno origine i prolungamenti, come anche per un certo particolare aspetto d'insieme, le cellule nervose da un esperto osservatore possono essere differenziate da altri elementi cellulari; che però nessuno degli accennati caratteri può esser dato come assoluto; tanto è vero che, tenendo a fondamento di giudizio questi soli dati, non è raro il caso di dover rimanere incerti se taluni elementi cellulari debbano essere giudicati di natura connettiva oppure nervosa; ed è noto come non pochi

⁽¹⁾ BUTZKE. Studien ueber den feineren Bau der Grosshirnrinde (*Arch. für Psychiatrie und Nervenkrank.* v. III. 1872).

siano gli elementi, relativamente ai quali i giudizi degli istologi sono contraddittori; valgano ad esempio le numerose cellule nervose della sostanza gelatinosa di Rolando, ed i così detti granuli del cervelletto, che da molti vennero e vengono giudicati di natura connettiva, mentre sono di natura nervosa.

Havvi però anche un dato caratteristico assoluto per cui una cellula può essere con certezza designata come nervosa, e questo consiste nella presenza di un prolungamento (unico) d'aspetto speciale, diverso da tutti gli altri, per mezzo del quale si stabilisce la diretta connessione colle fibre nervose; tal carattere, però, non può essere posto in evidenza, in modo da poter essere facilmente rilevato, che col mezzo di speciali reazioni.

Pertanto, volendo pur dare una concisa definizione delle cellule nervose, si può dire che, tali possono essere considerate soltanto quelle che sono fornite d'uno speciale prolungamento (sempre unico), diverso da tutti gli altri, destinato a continuarsi colle fibre nervose.

Descrizione delle cellule nervose centrali. - Le cellule nervose ci si presentano come dei corpi la cui forma e grandezza notevolmente varia a seconda delle provincie cui appartengono. Quali modificazioni di forma, e quali differenze di diametro corrispondano alle singole parti, sarà detto nel fare lo speciale studio delle diverse regioni dei centri di cui intendo occuparmi.

Limitandomi ora ad alcune note generali, dirò che, riguardo alla forma, soglionsi distinguere cellule piramidali, cellule irregolarmente poligonali, globose, piriformi, elissoidi, fusiformi, irregolari. Quanto alla grandezza, le cellule nervose oscillano entro limiti notevolmente larghi; anzi, nessun normale tessuto dell'organismo nostro presenta, relativamente alla grandezza dei suoi elementi cellulari, gradazioni così estese. Le più grandi cellule nervose possono perfino essere rilevate ad occhio nudo sotto forma di piccolissimi punti. Tenendo conto di tutte le categorie di cellule nervose centrali, si può dire che il loro diametro oscilla da 10-12-15 ai 100-150-200 μ . Troviamo prevalenza dei tipi a diametro più cospicuo, specialmente nei corni anteriori del midollo spinale, nel midollo allungato, nel nucleo dentato del cervelletto; gli esempi di cellule nervose di diametro piccolissimo ci sono invece forniti dai così detti granuli del cervelletto (che sono ben caratterizzate cellule nervose) e dalle cellule che po-

polano lo strato grigio formante la fascia dentata del gran piede di ippocampo, e la sostanza gelatinosa di Rolando dei corni posteriori del midollo spinale.

Negli elementi in questione devesi distinguere un corpo cellulare e dei prolungamenti.

Il corpo cellulare ci presenta caratteri alquanto diversi, a seconda che lo si studia a fresco, oppure dopo che abbia subito l'influenza dei reattivi induranti comunemente impiegati. A fresco ha un aspetto perfettamente chiaro e trasparente e in esso anche coi massimi ingrandimenti non si possono riscontrare che dei finissimi granuli. Trattando le cellule nervose con reattivi diversi (siero iodico, soluzione attenuata di acido cromico o di acido osmico) si rileva che il loro corpo offre una finissima striatura disposta parallelamente alla superficie e concentrica mente al nucleo, le singole strie veggonsi poi separate da un tenuissimo strato di sostanza finamente granulosa.

Il nucleo delle cellule nervose è di regola assai grande, e cioè il suo diametro suol essere da 2 ad 8 μ .

Osservato nelle cellule a fresco, si presenta chiaro, trasparente, offre doppio contorno e fa l'impressione di una vescichetta globosa. Il fatto che le granulazioni racchiuse nel nucleo, talora veggonsi in preda ad un movimento oscillatorio (molecolare) fa argomentare che l'apparente vescichetta sia occupata da un liquido. Rarissimi sono gli esempi di cellule con due nuclei; i casi verificati devonsi considerare come manifestazioni di un arresto di sviluppo delle cellule: il processo di segmentazione, che sempre incomincia dal nucleo, a questo potrebbe talora limitarsi, non interessando punto il corpo cellulare, e tale stato potrebbe diventare stazionario. Secondo alcuni il doppio nucleo sarebbe invece prova che, anche durante la vita adulta, nelle cellule nervose persiste l'attività formativa (moltiplicazione cellulare). L'interpretazione che giudico più verosimile è la prima.

Il nucleo suol essere provveduto di un nucleolo relativamente grande, splendente, facilmente colorabile col carmino entro il quale è spesso visibile un piccolo grano (nucleololo). Rispetto agli acidi il nucleo delle cellule gangliari suol essere molto meno resistente dei nuclei di altri elementi.

Nella massima parte delle cellule nervose, in un punto vicino al nucleo,

tra questo e la periferia cellulare, sono disposti dei granuli di pigmento giallo-bruno. Questa normale pigmentazione la si vede più o meno spiccata a seconda dell'età e delle regioni a cui le cellule gangliari appartengono. Appena accennata è negli individui giovani, più pronunciata negli adulti, e più ancora nei vecchi. In alcune regioni non trattasi di pochi granuli situati in prossimità del nucleo, ma di grossi accumuli, che riempiono tutto il corpo cellulare e che possono perfino nascondere il nucleo. Tale avanzata pigmentazione si verifica, p. es., nelle cellule nervose degli strati di sostanza grigia esistenti nei peduncoli cerebrali e nel midollo allungato, ed è appunto al pigmento giallastro o bruno occupante le cellule nervose, che deve attribuirsi il particolare colore che ha fatto dare a quegli strati il nome di sostanza nera (*Substantia nigra*, *locus niger* di Sömmering).

È stata fatta discussione sulla natura della sostanza che forma il corpo delle cellule nervose. Le si attribuiva da prima natura protoplasmatica, in relazione al concetto che s'aveva delle cellule in generale; come è noto, tale concetto venne combattuto da Max Schultze, sostenendo egli invece doversi considerare quale protoplasma soltanto la sostanza molle, omogenea o finamente granulosa e contrattile, che sta attorno alle cellule embrionali, ed alle giovani cellule che esistono nell'organismo adulto.

Ora si ammette che la massima parte del corpo cellulare, al pari della sostanza contrattile delle fibre muscolari, della sostanza cornea degli epitelii ecc., sia una formazione secondaria, od una modificazione del primitivo protoplasma, e invece si considera quale protoplasma vero soltanto quella parte centrale delle cellule che più da vicino avvolge il nucleo e che appare più chiara, più molle e d'aspetto finamente granuloso.

Rapporto a codesta questione vuoi però ricordare che parecchi istologi, appoggiandosi a proprie dirette osservazioni, sostennero la natura protoplasmatica dell'intero corpo delle cellule nervose. Così Waller fin dal 1868 asserì che le cellule gangliari hanno la capacità di eseguire, in misura assai limitata, dei movimenti amiboidi, e tale fatto egli disse d'averlo verificato per le cellule gangliari del cervello della rana. In epoca più recente, poi, Reklinghausen e Popoff credettero di poter mettere in relazione con questa supposta contrattilità, il fatto che iniettando dell'inchiostro di china sotto la meninge od entro la sostanza cerebrale, ad animale vivo, dopo qualche tempo le cellule nervose veggonsi cariche di

granuli neri. Poichè è fatto dimostrato che la penetrazione di corpi estranei nelle giovani cellule ha luogo per effetto della contrattilità del protoplasma, così a Reklingshausen e Popoff parve non infondata la supposizione che le cellule gangliari completamente sviluppate conservino un certo grado di contrattilità.

Ad onta dell'asserzione di Waller e dell'argomento accampato da Reklingshausen e Popoff, ora si ammette che la principale sostanza costitutiva delle cellule gangliari, abbia natura diversa dalla protoplasmatica, e corrispondentemente struttura essenzialmente diversa.

Relativamente alla struttura della sostanza propria delle cellule nervose, la discussione ora s'aggira intorno all'opinione di Max Schultze ⁽¹⁾ a dire del quale la struttura caratteristica per tali elementi è la fibrillare o granulo-fibrillare, alla quale opinione sta contro quella di altri istologi, i quali, negando la struttura fibrillare, considerano le cellule in questione semplicemente formate da una sostanza omogenea o granulosa.

La struttura fibrillare delle cellule nervose venne già menzionata da Remak fin dal 1853, successivamente ne fecero pur cenno numerosi altri osservatori, fra i quali Beale, Fromman e Kolliker, ma rimasero però cenni isolati. Non può dirsi altrettanto dopo che vennero pubblicate le osservazioni di Schultze ⁽¹⁾, il quale, specialmente studiando le grosse cellule nervose del cervello delle torpedini, trovò argomenti per convincersi della struttura squisitamente fibrillare degli elementi in questione; e non solo del corpo cellulare, ma anche de' suoi prolungamenti. Secondo la sua esposizione, la struttura fibrillare può nel modo più evidente essere rilevata coll'isolamento a fresco nello siero ed è più spiccata verso la cortecchia della cellula, ma sarebbe pure evidente anche nelle parti interne; inoltre più spiccata vedrebbe nei giovani che nei vecchi. Non si tratterebbe per altro di una struttura fibrillare assolutamente pura; un attento esame farebbe rilevare che tra le fibrille esiste una sostanza finamente granulosa, contenente un pigmento giallo o giallo-bruno, spesso continuantesi anche nei prolungamenti. Il nucleo parrebbe venga circondato da una

⁽¹⁾ M. SCHULTZE. Prefazione all'opera di Deiters, 1865. - *Observationes de structura cellularum fibrillarumque nervorum* (Bonner, Universitäts-programm, Aug. 1868). - *Allgemeiner über die Structurelemente des Nervensystems* (Stricker's, Handbuch der Lehre v. den Geweben, 1871, pag. 108-136).

notevole quantità di sostanza a struttura puramente granulare, per mezzo della quale esso troverebbesi perfettamente isolato dalle fibrille, colle quali non avrebbe rapporti di sorta.

Il decorso delle fibrille entro le cellule, secondo lo descrive Schultze, sarebbe complicatissimo. Esse vedrebbero esci re da ciascun prolungamento, ed espandersi nella sostanza della cellula, sottraendosi però ben presto all'osservazione, in causa dell'estrema complicazione del risultante intreccio fibrillare e dell'intromissione della sostanza granulare interfibrillare. Parrebbe, in certa guisa, che ciascuno dei numerosi prolungamenti ritragga le numerose fibrille, che lo costituiscono, da quelle della sostanza cellulare, risultandone perciò l'impressione, che l'intera massa fibrillare non faccia che attraversare la cellula.

Secondo lo stesso Schultze, pertanto, la cellula gangliare da cui parte il *cilinder axis* per una fibra nervosa, possiede la significazione di organo di origine dello stesso *cilinder-axis*, *soltanto nel senso che le fibrille costitutive sono a lui condotte per la via dei prolungamenti così detti protoplasmatici.*

Ma le fibrille, che veggonsi attraversare la sostanza delle cellule gangliari, non avrebbero propriamente la loro origine nella cellula, sibbene in essa subirebbero soltanto un'evoluzione intesa alla formazione del prolungamento *cilinder-axis* ed al passaggio in altri prolungamenti protoplasmatici; e ancora secondo Schultze dovrebbero ammettere «che nel cervello e midollo spinale assolutamente non esiste una vera terminazione (od origine) delle fibrille, e che tutte le fibrille partono dalla periferia e non fanno che attraversare le cellule gangliari », le quali non sarebbero che stazioni di passaggio delle vie nervose.

Prolungamenti delle cellule nervose. - Il corpo delle cellule nervose non è a contorno ben delimitato, ma, come s'è detto, si continua in un numero maggiore o minore di prolungamenti o processi.

In relazione al numero dei prolungamenti si distinsero le cellule nervose multi polari, bipolari, triquadripolari, ecc., ed eziandio vennero descritte delle cellule apolari, cioè prive di prolungamenti. È quasi superfluo il dire, che la varietà di cellule apolari può essere senz'altro esclusa; evidentemente quelle, che vennero descritte come sprovviste di prolungamenti, apparvero tali, pei maneggi della preparazione. Anche la varietà

di cellule monopolari potrebbe essere esclusa, giacchè sempre esiste più di un prolungamento.

Se si fa astrazione del senso fisiologico, nel qual senso tutte le cellule nervose centrali sarebbero *monopolari*, giacchè è sempre uno solo il prolungamento che serve alla funzione specifica della trasmissione centripeta e centrifuga, può dirsi che in generale le cellule nervose sono multipolari, cioè provvedute di 3-4-5 prolungamenti; ma sono pure abbastanza frequenti quelle che ne sono fornite di 10-15-20 ed anche più.

Anche le cellule bipolari, che pure nei preparati per dilacerazione si presentano abbastanza numerose, si possono considerare in genere come cellule a corpo allungato, fusiforme, le cui ramificazioni si verificano ad una distanza notevole dalla parte mediana del corpo cellulare.

Qualunque sia il numero dei prolungamenti, uno di essi, sempre unico, è dotato di caratteri speciali, che valgono a differenziarlo da tutti gli altri. Tale prolungamento è quello che, dopo Deiters, suol essere designato col nome di *prolungamento-cilinder-axis* o di *prolungamento-fibra-nervosa*; denominazione scelta dall' istologo ora nominato, ritenendo egli come regola costante, esso vada direttamente a costituire il *cilinder-axis* di un fibra nervosa midollata.

Per ragioni diverse, che risulteranno dall' ulteriore esposizione, e specialmente per ciò che noi riteniamo cosa accertata, che da nessun altro dei prolungamenti delle cellule gangliari, all'infuori di questo, hanno origine delle fibre nervose, credo che per designare il prolungamento in questione, sia da preferirsi la più semplice denominazione di *prolungamento nervoso*.

Gli altri prolungamenti continueremo a chiamarli col nome, spesso usato da Deiters, di *prolungamenti protoplasmatici*, abbenchè quest'ultima denominazione non sia la più esatta, mancando in essi, come mancano nel corpo cellulare, i caratteri del vero protoplasma.

In proposito vuolsi ricordare che Schultze, rilevando l'inesattezza del qualificativo di protoplasmatici, ed osservando che esso non include un differenziamento rispetto al *prolungamento-cilinder-axis*, il quale è pure una diretta emanazione del corpo cellulare, alla denominazione di *prolungamenti protoplasmatici* volle sostituire quella di *prolungamenti ramificati*.

Questa denominazione, a suo dire, avrebbe il pregio di implicare una separazione netta rispetto al prolungamento *cilinder-axis*, il quale, al pari

di Deiters e della generalità degli istologi, egli riteneva fosse costantemente semplice.

Poichè questo motivo, che è il principale addotto da Schultze, per noi ora non ha più valore, giacchè sappiamo che, almeno per la gran maggioranza delle cellule gangliari, anche il prolungamento nervoso non è punto semplice, ma complicatamente ramificato; così non credo che le stesse due denominazioni possano meritare una preferenza pel titolo di maggiore esattezza.

Aggiungo che la designazione di *protoplasmatici*, la quale del resto è ormai legalizzata dal lungo uso, serve pur sempre a meglio caratterizzarli, essendo che ad ogni modo essa implica il dato più essenziale, che è quello di non dar origine a fibre nervose, mentre invece, come dirò in seguito, molto probabilmente rappresentano le vie di nutrizione delle cellule gangliari.

Prolungamenti protoplasmatici. - Il numero di questi prolungamenti può variare da 3-4 fino a 15-20; hanno una costituzione affatto identica a quella del corpo cellulare, vale a dire si presentano finamente striati in direzione longitudinale. Tale striatura, come si è detto pel corpo cellulare, secondo Schultze, sarebbe l'espressione della loro costituzione fibrillare. Le fibrille costitutive egli le ritiene come una diretta continuazione di quelle che formano il corpo cellulare, e sarebbero altrettante fibrille nervose primitive.

I prolungamenti protoplasmatici già in prossimità della loro origine, si ramificano dicotomicamente, e mano mano che la suddivisione procede subiscono un progressivo assottigliamento.

Il più importante quesito che si presenta intorno a questi prolungamenti è quello che si riferisce alla loro finale destinazione.

L'opinione, che in proposito nel passato ebbe maggior credito, e l' ha tuttora presso molti, è che, dopo un decorso più o meno breve, i prolungamenti protoplasmatici si congiungano fra essi, o si anastomizzino, dando luogo ad un complicato concatenamento. Tale concatenamento era tanto più volentieri ammesso, in quanto che permetteva una facile spiegazione dei rapporti funzionali evidentemente esistenti fra diversi sistemi di fibre nervose. Sopra tutto pei fenomeni riflessi, parve quasi necessità assoluta ammettere le complicate anastomosi nervose, anzi erano già a

priori ammesse, prima che con minute particolari indagini gli istologi si occupassero di verificarne la reale esistenza.

Sotto l'influenza di quest'idea preconcepita, nell'epoca in cui appena incominciavasi ad introdurre qualche raffinatezza nei metodi di studio del sistema nervoso, parve la cosa più facile il confermare coll'osservazione le presupposte connessioni; e di fatto gli istologi ed i fisiologi di quel tempo le descrissero qual regola generale e ne diedero ben anco dei disegni. Evidentemente si credeva di ravvisare una anastomosi ogniqualvolta scorgevansi due prolungamenti di cellule nervose portarsi l'uno verso l'altro e poi mettersi a contatto.

Fra gli anatomici e i fisiologi che pretesero aver verificato su larga scala le anastomosi, e diedero ben anco le figure, ricordo Schroeder van der Kolk, Lenhossek, Mauthner, Jacobowitz, Funke, ecc.

Se non che a quelli fra gli istologi, che, non accontentandosi delle apparenze, si misero all'impresa di verificare con mezzi più fini e soprattutto col mezzo delle pazienti dilacerazioni, le asserite anastomosi, non soltanto queste non risultarono più tanto evidenti, ma, man mano che per raggiungere l'intento raddoppiavasi di accuratezza, il fatto apparve meno chiaro, per cui si cominciò da prima a metterlo in dubbio, poi a negarlo.

Passando in rassegna quanto intorno a ciò venne scritto, possiamo vedere come già da tempo siasi incominciato a mettere in dubbio ed anche a negare esplicitamente le asserite anastomosi.

L'argomento è così importante che parmi non superfluo il ricordare come in proposito siasi espressi gli osservatori che hanno credito di più accurati.

Deiters, ad esempio, sull'argomento delle anastomosi, dichiara che ad onta delle molte centinaia di osservazioni da lui fatte, su preparati per sezione e per dilacerazione, non riuscì a verificare nemmeno un solo caso di anastomosi e di essere per ciò costretto ad ammettere, che i dati esposti per conferma delle supposte connessioni dirette, anastomosi, siano un puro risultato di illusione.

Anche M. Schultze asserisce che le numerose anastomosi delle grandi cellule del midollo spinale e del midollo allungato, descritte e disegnate da Schroeder van der Kolk e Lenhossek, sono da lungo tempo conosciute come illusioni; aggiunge che anche le altre anastomosi ammesse da Meynert tra le cellule gangliari dei diversi strati della corteccia, sono ancora

da dimostrarsi; ricorda in proposito i negativi risultati degli accurati tentativi di isolazione fatti da Deiters, e soggiunge che a lui pure riuscirono infruttuosi analoghi tentativi nei lobi elettrici della torpedine, i quali organi per lo studio delle cellule gangliari sono eccezionalmente adatti.

Kölliker, nel trattare l'argomento delle probabili connessioni esistenti tra gli elementi degli organi nervosi e centrali, incomincia col dire che quanto più si va innanzi nella conoscenza della complicata struttura del midollo spinale dell'uomo, tanto più crescono le difficoltà di provare come i suoi elementi siano in connessione fra essi. Egli dichiara poi di non aver mai veduto anastomosi e ciò sebbene abbia esaminati i preparati di Stilling, Goll, Clarke, Lenhosseck, ecc.: cioè appunto i preparati di quegli istologi che descrissero le numerose anastomosi. Concludendo, dice di non volerle tuttavia negare affatto, ma che, ad ogni modo, nessuno è autorizzato a dedurre delle leggi generali da osservazioni isolate.

Fra i moderni anatomici, Krause parimenti nega che negli organi centrali dell'uomo e della maggioranza dei vertebrati esistano dirette connessioni tra le cellule nervose mediante robusti rami di prolungamenti.

Analoghe dichiarazioni si possono trovare negli speciali lavori di Gerlach, di Boll, e di altri.

Pertanto l'opinione degli antichi e moderni anatomici e fisiologi, che i prolungamenti protoplasmatici si congiungano direttamente, può essere dichiarata un'ipotesi non convalidata da osservazioni dirette, come possono essere dichiarate teoriche o schematiche le figure rappresentanti siffatte connessioni dirette, che vediamo riprodotte anche da qualche moderno istologo.

Ad onta di questo accordo nel negare le anastomosi qual legge generale, è pur d'uopo tener conto dei singoli casi di connessione diretta fra due cellule nervose, che vennero fatti argomento di speciale descrizione e che per l'autorità di chi li descrisse, devonsi considerare come autentici. Tali sarebbero i casi di anastomosi fra due cellule nervose descritte da Wagner, da Arnold, da Besser e da qualche altro.

L'autenticità di questi casi isolati, infatti, non è punto contestata, ma casi siffatti non possono esser posti a base di una legge generale; anzi lo stesso fatto che, ad onta delle innumerevoli ricerche, poterono essere raccolti i soli pochissimi esempi or ricordati, vale a prova che essi, piuttosto che la legge, rappresentano delle rare eccezioni, le quali hanno anzi

bisogno d'essere interpretate in base a qualche legge eccezionale. La spiegazione, che in proposito si presenta più verosimile, è che i rarissimi casi conosciuti di cellule nervose unite mediante un robusto prolungamento, o ponte di congiunzione, debbansi considerare quali manifestazioni di un arresto di sviluppo.

Durante il periodo dello sviluppo embrionale, ha certamente luogo un'attiva moltiplicazione anche degli elementi destinati a trasformarsi in cellule nervose, e la scissione cellulare, come si sa, ha luogo, prima nel nucleo, e quindi procede al corpo cellulare, nel quale, innanzi tutto, accade un allungamento, poi un assottigliamento nella parte mediana, avvenendo così, che due porzioni di cellule, a ciascuna delle quali corrisponde un nucleo, ad un certo periodo si presentano unite solo mediante un ponte. Ora potrebbe appunto verificarsi che la scissione s'arrestasse a questo periodo, così mantenendosi anche nella vita adulta.

Concludendo, i casi d'anastomosi fra le cellule nervose finora descritti, anzichè provare che le dirette connessioni esistono per legge generale, devonsi considerare come eccezionali e precisamente quali esempi di cellule, nelle quali il processo di scissione, incominciato nel periodo embrionale, non è progredito fino alla completa formazione di due distinte individualità cellulari.

Intorno alla questione delle anastomosi voglio aggiungere un'altra osservazione.

Se v'ha metodo di preparazione che dovrebbe permettere di vedere le anastomosi su larga scala, qualora veramente esistessero, certamente sarebbe quello della colorazione nera. Infatti, mediante tal metodo, non soltanto il corpo cellulare coi primi suoi prolungamenti, ma ben anco le più fine diramazioni di questi vengono poste in evidenza, con una chiarezza che non ha riscontro con quanto potè sin qui esser ottenuto con altri metodi di preparazione, per quanto accuratamente applicati; collo stesso metodo, la colorazione nera può essere ora limitata a pochi gruppi cellulari, ora estesa a gruppi abbastanza considerevoli, e qualche volta può ben anche ottenersi generale a tutta una provincia del sistema nervoso centrale.

Preparati di tal fatta io ne ottenni, e corrispondentemente ne sottoposi a minuto e paziente esame molte centinaia, ma in nessuno di essi mi fu dato constatare qualche caso, fosse pure unico, di anastomosi nè fra i grossi nè fra i sottili prolungamenti.

Vero è che non mancano i casi nei quali, pel fatto che due prolungamenti vanno direttamente incontro l'uno all'altro, si ha l'impressione di reciproca fusione, massime se l'esame viene fatto con leggeri e mediocri ingrandimenti, ma un esame accurato, fatto con più forti obiettivi fa di leggeri rilevare che trattasi di un' apparenza, risultante da reciproco contatto.

Supposta connessione indiretta delle cellule nervose mediante reticolo. - Distrutto il concetto che i prolungamenti protoplasmatici servano a stabilire i rapporti funzionali tra cellule e cellule col mezzo delle complicate anastomosi dirette, esistenti non quali forme eccezionali, ma per legge generale, si presentò di nuovo il problema del modo di contenersi dei medesimi prolungamenti a qualche tratto di distanza della loro origine.

Ed è appunto siffatto problema che in quest'ultimo decennio divenne principale obiettivo delle ricerche degli osservatori che s'occuparono da un punto di vista anatomico dello studio del sistema nervoso centrale. Nel dire ciò, naturalmente non tengo conto di quelli che, subordinando l'ammissione dei dati anatomici al concetto funzionale, continuarono e continuano ad ammettere a priori l'esistenza delle anastomosi, senza punto curarsi, non soltanto che manchi la dimostrazione diretta, ma che anzi le indagini anatomiche dimostrino il contrario.

A proposito di questo nuovo indirizzo degli studi istologici del sistema nervoso centrale, fin d'ora osservo che qualcuna delle opinioni, nella moderna epoca sull'argomento esposte, presso molti ebbe ed ha tuttora credito di rappresentare la definitiva soluzione del problema della sorte terminale dei prolungamenti protoplasmatici.

Anche questa nuova fase di ricerche, ha, in certo modo, il suo punto di partenza dagli accurati studi di Deiters, il quale può dirsi abbia raggiunto quanto di più fino era possibile coi mezzi di cui alla sua epoca potevasi disporre.

Parlando in generale dei prolungamenti protoplasmatici, egli dice che, suddividendosi fino ad una incommensurabile finezza, finiscono per perdersi nella sostanza *fondamentale porosa* esistente nella sostanza grigia. Asserisce, poi, che esaminando attentamente i prolungamenti protoplasmatici, vedesi partire da molti di essi un certo numero di finissime e fragili

fibrille, che non sono semplici divisioni, ma alcune che di speciale; si vedrebbero cioè inserite ai lati dei prolungamenti protoplasmatici, mediante un rigonfiamento triangolare, non presentando alcuna spiccata differenza rispetto al *cylinder-axis* delle più fine fibre nervose, colle quali anzi avrebbero di comune e l'aspetto alquanto irregolare e la leggera varicosità ed i caratteri chimici.

In alcuni casi Deiters credette di essere ben anco riuscito a vedere quelle fibrille rivestite da una tenue guaina midollare. Infine, fondandosi su tali dati, quest'osservatore dichiarava di non aver esitanza a riconoscere nelle fibrille in questione «*un secondo sistema di cylinder-axis, proveniente dalle cellule gangliari, sistema assolutamente distinto dal prolungamento cylinder-axis*». Noto incidentalmente che Deiters pensava che quest'altra categoria di fibre nervose emananti dai prolungamenti protoplasmatici, dovesse esser presa in considerazione per spiegare i rapporti funzionali tra diversi gruppi cellulari e tra diverse provincie nervose.

Intorno al finale modo di comportarsi dei *prolungamenti ramificati* (protoplasmatici), M. Schultze s'esprime in modo poco preciso; lascia però intendere con sufficiente chiarezza che la sua opinione in proposito è subordinata al concetto ch' egli ha della struttura squisitamente fibrillare delle cellule nervose e loro prolungamenti. Dopo essersi occupato del prolungamento *cylinder-axis*, riferendosi ai prolungamenti protoplasmatici, egli dice: « I molti altri prolungamenti delle cellule pongono queste ultime, e con esse il prolungamento *cylinder-axis*, in una dipendenza colle regioni più lontane degli organi centrali, e verosimilmente anche della periferia del corpo, dipendenza che non ci permette di designare le cellule gangliari quali esclusive origini delle fibre nervose ». E altrove: «Secondo le mie osservazioni dovrebbesi pensare che una vera terminazione di fibrille nel cervello e midollo spinale quasi non esista punto, vale a dire che tutte le fibrille abbiano origine alla periferia e quindi non facciano che attraversare le cellule gangliari ».

Sull'argomento Kölliker si limita ad osservare, che i prolungamenti delle cellule gangliari possono essere seguiti molto più da lontano, e corrispondentemente ridotti a molta maggior finezza di quanto farebbero credere le osservazioni di quelli che pretesero aver verificato le anastomosi, e volendo pure a conclusione esprimere un'opinione propria, lo fa in modo assai vago, e premettendo la dichiarazione di esporre un' ipotesi:

«solo a modo di supposizione, dice, io noto che le ramificazioni terminali delle cellule nervose servono da prima a congiungere insieme le cellule nervose lontane delle diverse regioni e che, in secondo luogo, esse sieno in connessione mercè alcune delle loro terminazioni, anche colle fibre nervose ».

Lascero da parte le opinioni di Hadlich e di Obersteiner, i quali, riguardo alle cellule nervose della corteccia cerebellare, pretesero aver osservato che le diramazioni periferiche (prolungamenti protoplasmatici) delle cellule di Purkinje, ridotte ad una estrema finezza, in vari punti della corteccia, e specialmente in prossimità della superficie, si ripiegano, formando arcate di varia ampiezza, per ritornare poi, in direzione perpendicolare alla superficie e parallela fra esse, verso lo strato dei granuli, concorrendo ivi in un certo numero a formare il *cylinder-axis* di una fibra nervosa.

Vogliono invece essere in particolar modo ricordate, però solo per l'importanza che ad esse si volle attribuire, le ricerche di Rindfleisch e quelle di Gerlach; le seconde in ispecie.

Lo studio di Rindfleisch (¹) può essere considerato come un tentativo di ritorno all'antico concetto, favorito da Wagner, da Henle e da altri, dell' esistenza di una sostanza nervosa diffusa.

Secondo questo osservatore, i prolungamenti protoplasmatici delle cellule nervose delle circonvoluzioni, dopo essersi ripetutamente ramificati, si decompongono fino ad una estrema finezza, ed alla fine si veggono composti di piccolissimi punti messi in fila, cosicchè scompare l'idea del *filamento*, sostituendosi l'impressione di una diretta continuazione dei fili colla sostanza *granulosa* interstiziale. D'altra parte, molte fibre si scioglierebbero in un pennello di finissime fibre, le quali alla lor volta presenterebbero, al pari dei prolungamenti protoplasmatici, il passaggio immensamente graduato dal *fibroso* nel *granuloso*.

Rindfleisch quindi è d'opinione che nella corteccia del cervello si abbia un doppio modo di terminazione delle fibre nervose midollate. I.° passaggio diretto, descritto da Deiters, ecc.; nel prolungamento *cylinder-axis* delle cellule nervose: 2.° lo scioglimento in questa sostanza gra-

(¹) RINDFLEISCH. Zur Kenntniss der Nervenendigungen in der Hirnrinde. *Arch. für mikr. Anat.* Vol. VIII.

nulo-fibrosa, in cui si sciogliono anche i prolungamenti protoplasmatici delle cellule nervose. La sostanza granula-fibrosa interstiziale sarebbe quindi, secondo Rindfleisch, di natura nervosa, e ben le converrebbe la denominazione di *sostanza nervosa centrale diffusa*, anticamente usata; e fra le parti costitutive del sistema nervoso centrale ad essa sarebbe devoluta la maggiore considerazione, mentre alle cellule gangliari soltanto spetterebbe la significazione, ad esse attribuita da Schultze, di apparecchi destinati a trasmettere l'eccitazione nervosa.

Il concetto della sostanza nervosa diffusa, venne tosto combattuto da Gerlach (¹), il quale, nei preparati ottenuti col metodo del cloruro d'oro, pretese aver veduto che le fine diramazioni dei prolungamenti protoplasmatici passano in una rete di finissime fibrille non midollari, dalla quale, d'altra parte, svilupperebbersi le fibre nervose.

Questa finissi ma rete nella corteccia cerebrale troverebbesi a fianco delle cellule gangliari, negli spazii di una rete a grandi maglie, formata da fibre midollari orizzontalmente decorrenti.

Gerlach rimase tuttavia in dubbio se tutte le cellule gangliari della corteccia siano fornite del prolungamento *cilinder-axis*; egli potè vedere un tal prolungamento soltanto nelle più grandi cellule gangliari, che inviano verso la superficie del cervello un lungo e largo prolungamento protoplasmatico.

Per concludere, l'opinione che intorno al modo di comportarsi dei prolungamenti protoplasmatici ora ha maggior credito è quella sostenuta da Gerlach, secondo la quale, dopo complicatissime suddivisioni, i prolungamenti medesimi passerebbero in una rete di finissime fibrille non midollari, dalla qual rete, d'altra parte, avrebbero origine numerose fibre midollate; o altrimenti, alla formazione di tal rete nervosa diffusa concorrerebbero: da una parte i prolungamenti protoplasmatici mediante indefinite suddivisioni, dall' altra, molte fibre nervose, col mezzo di altrettante fine suddivisioni.

Pertanto, dato che quest' opinione fosse dimostrata vera, potrebbesi contare sopra due distinti modi di connessione delle cellule gangliari colle fibre nervose, cioè: 1.° per mezzo del prolungamento nervoso il quale

(¹) GERLACH. Ueber die Structur der grauensubstanz des Menschliches Grosshirns. *Med. Centralblatt*, 1872 p. 273.

passerebbe direttamente, senza ramificarsi, a costituire il *cilinder-axis* di una fibra nervosa, 2.° per mezzo delle finissime suddivisioni dei prolungamenti protoplasmatici, le quali diventerebbero parti costitutive della fina rete della sostanza grigia.

Che quest'opinione abbia un'attrattiva in quanto che fornirebbe la spiegazione anatomica delle attività riflesse e dei rapporti funzionali fra i diversi gruppi di elementi, è cosa troppo evidente; ma che abbia diritto di essere collocata fra i fatti incontrovertibili, certo non lo si può con fondamento asserire; per mio conto, anzi, non esito a dichiarare che essa non resiste al severo controllo dell'osservazione. E per esprimermi in termini ancora più precisi, dirò che la dottrina di Gerlach non è che una arbitraria interpretazione ad un completamento ideale di talune apparenze, che si ottengono trattando la sostanza grigia centrale col metodo del cloruro d'oro.

A chi ha con accuratezza ritentata l'applicazione del metodo di Gerlach per lo studio della sostanza grigia dei centri nervosi, è certo avvenuto di ottenere alcune volte la colorazione di un'intricata rete diffusa a tutta la sostanza grigia, altre volte, invece, delle cellule nervose con alcuni prolungamenti, prime suddivisioni di questi ed anche di alcune ramificazioni secondarie. In quest'ultimo caso naturalmente i prolungamenti sottraggonsi all'esame confondendosi in mezzo all'intreccio fondamentale.

Ma dal fatto della graduale scomparsa all'asserita decomposizione in fibrille nervose primitive, e relativa formazione della rete diffusa, v'ha una gran lacuna. Ora Gerlach, che volle riempire tal lacuna, mettendo in campo il passaggio dei prolungamenti protoplasmatici in un reticolo nervoso, espone niente più che una supposizione, punto fondata.

Se dunque non è dimostrata, nè sostenibile, nemmeno la dottrina di Gerlach, la quale tuttavia nella moderna fase istologica ebbe per sè i primi onori, quale sarà il finale contegno e la significazione dei prolungamenti protoplasmatici?

Alla risposta che ormai io credo di poter dare a tale quesito, stimo utile far precedere le osservazioni seguenti:

1.° Se v'ha processo che avrebbe potuto permettere di vedere il passaggio dei prolungamenti protoplasmatici nella rete fondamentale, esso sarebbe quello della colorazione nera, il quale, per finezza di risultati, lascia a grandissima distanza tutti i metodi adoperati da Gerlach e dagli

altri, che asserirono aver veduto il passaggio dei prolungamenti in questione nella rete diffusa; ora un tal metodo appunto ci permette di seguire i prolungamenti protoplasmatici fino a grandissima distanza dalla loro origine e di vederli ramificati dicotomicamente fino a considerevole finezza, ma giammai fa rilevare qualche cosa, che pur faccia sospettare essi passino a formare il supposto reticolo. Anzi, lungi dall'assumere l'aspetto che li faccia assomigliare alle fibrille nervose primitive, od alle diramazioni del prolungamento nervoso, essi costantemente conservano il loro aspetto granuloso ed il loro particolar modo di decorrere e di ramificarsi, affatto diverso da quello delle fibre nervose.

2.° Nella direzione delle ramificazioni dei prolungamenti protoplasmatici, anzichè verificarsi una tendenza a portarsi nelle località, dove esistono delle fibre nervose, piuttosto si nota che prevalentemente essi portansi in località, nelle quali le fibre mancano assolutamente. Per esempio nella corteccia cerebrale è facile il rilevare che i prolungamenti protoplasmatici dirigonsi, in grandissima parte, verso la superficie libera delle circonvoluzioni, ove, appunto, di regola non esistono fibre nervose.

3.° Havvi una regione cerebrale il cui studio può offrire una risposta decisiva ai problemi dei supposti rapporti fra i prolungamenti protoplasmatici e le fibre nervose, ed è la lamina di sostanza grigia formante la così detta *fascia dentata del gran Piede d'Ippocampo*. Tal regione, come dimostrerò in apposito studio, non è altro che una piccola, ben delimitata circonvoluzione continuantesi con uno straticello di sostanza grigia (circonvoluzione rudimentale), che, in forma di striscia, decorre lungo tutta la superficie del corpo calloso, a lato della linea mediana (così dette *strie longitudinali*, o *nervi di Lancisi*). Ora tale strato è occupato da caratteristiche piccole cellule nervose, situate, con regolarissima invariabile disposizione, in serie doppia o tripla lungo il margine interno dello strato, il cui prolungamento nervoso, avendo origine dal polo profondo dei piccoli ovali corpi cellulari, attraversa lo strato circonvoluto per unirsi al fascio di fibre, che decorre lungo il margine interno del medesimo strato circonvoluto.

I prolungamenti protoplasmatici, invece, con legge del pari invariabile emanando dal polo opposto, attraversano tutto lo strato grigio formante la fascia dentata, per terminare alla superficie di essa, la quale, oltrechè da un vaso sanguigno, è limitata da uno straticello di cellule connettive.

Alla superficie di tale strato assolutamente non esistono fibre nervose, quindi per queste tipiche cellule è esclusa la possibilità di un rapporto d'origine tra i prolungamenti protoplasmatici e le fibre nervose.

4.° Riguardo alla direzione dei prolungamenti protoplasmatici, ho notato sopra, che in essi scorgesi una tendenza a portarsi in località ove non esistono fibre nervose; aggiungerò ora che tal fatto può far sospettare che essi piuttosto tendano a mettersi in rapporto colle cellule connettive, e in proposito si rammenti che tanto alla superficie della corteccia quanto nelle altre regioni, dove le ramificazioni dei prolungamenti in questione hanno fine, costantemente il tessuto è formato appunto da sole cellule connettive, che sempre trovansi in strettissimo rapporto coi vasi.

I dati qui esposti non avrebbero che un valore indiretto se non venissero completati e spiegati da un altro dato, il quale sebbene sia in contraddizione con quanto, circa la sorte dei prolungamenti protoplasmatici, viene generalmente asserito dagli istologi, pure non esito ad esporlo, essendo io riuscito mediante innumerevoli tentativi, ad ottenere preparati che della reale esistenza del fatto stesso possono fornire evidente prova.

Intendo qui alludere alla connessione esistente tra le ultime propaggini dei prolungamenti protoplasmatici e cellule connettive. Terreno opportuno per la dimostrazione di tal fatto è la corteccia delle circonvoluzioni e specialmente la sua zona marginale, verso la superficie libera; più specialmente adatto poi è lo strato grigio dianzi accennato, che forma parte del *gran piede di Ippocampo*, sotto il nome di *fascia dentata*.

Qui non di rado si ha altresì l'impressione che alcuni dei prolungamenti protoplasmatici direttamente si inseriscano alle pareti dei vasi mediante una tenue espansione.

Vero è che, siccome lungo tutto l'andamento dei vasi, e in diretto rapporto con essi, esiste una continua e talora complicata serie di cellule connettive, così riesce difficile ed impossibile il dire, se le accennate tenui espansioni dei prolungamenti protoplasmatici appartengano direttamente alle pareti dei vasi, oppure alle cellule connettive, che alle pareti stesse sono applicate.

Concludendo io mi credo autorizzato a sostenere, che i prolungamenti protoplasmatici prendono nessuna parte nella formazione delle fibre nervose; da queste esse si mantengono sempre indipendenti; hanno invece rapporti intimi colle cellule connettive e coi vasi sanguigni.

Volendo pur dire una parola anche sulla significazione funzionale dei prolungamenti protoplasmatici, credo di poter asserire che il compito loro lo si deve ricercare dal punto di vista della nutrizione del tessuto nervoso, e più precisamente penso che essi rappresentino le vie per cui dai vasi sanguigni e dalle cellule connettive accade la diffusione del plasma nutritizio agli elementi essenzialmente nervosi; ai quali elementi del resto sarebbe difficile il comprendere per qual altra via possa arrivare il materiale nutritizio.

Esclusa una derivazione diretta od indiretta di fibre nervose dai prolungamenti protoplasmatici, posto in chiaro che i prolungamenti medesimi nè direttamente, col mezzo di anastomosi, nè indirettamente, mediante la supposta rete diffusa, possono servire ad una comunicazione funzionale fra le singole individualità cellulari e fra i diversi gruppi di esse, si presenta la domanda, se ciò non di meno si possa dare una sufficiente spiegazione anatomica della origine delle fibre nervose della sostanza grigia; e in secondo luogo, se quanto venne sin qui esposto può fornire una verosimile risposta al problema relativo al legame funzionale, di cui è necessità ammettere l'esistenza tra le diverse individualità cellulari e fra diverse provincie di sostanza grigia.

Ad ambedue questi quesiti credo risponderà quanto verrò esponendo nel seguente paragrafo intorno al prolungamento nervoso.

Prolungamento nervoso. - I caratteri per cui il prolungamento nervoso fin dalla sua origine può essere distinto dagli altri, sono soprattutto la maggiore omogeneità, anzi l'aspetto jalino, e la superficie più liscia; tali caratteri si contrappongono all'aspetto granuloso o striato, simile a quello del corpo cellulare, proprio dei prolungamenti protoplasmatici; i quali ultimi, oltre a ciò, veggonsi molto più chiaramente in diretta continuazione col corpo cellulare; questi prolungamenti poi alla loro origine sogliono essere più robusti, non molto regolari e presto ramificati; infine il prolungamento nervoso, con regola quasi assoluta, dal punto di sua origine dal corpo cellulare o dalla radice di un prolungamento protoplasmatico, fino 10-15 micromillimetri di distanza, va dolcemente e regolarissimamente assottigliandosi, in guisa che la prima porzione di esso suole aver aspetto di un lungo, fino e regolare cono. S'aggiunga che riguardo al punto d'emanazione ed alla successiva direzione, per le diverse cate-

gorie di cellule, esistono abbastanza determinate leggi, vale a dire negli stessi gruppi cellulari il filo in questione emana da corrispondenti punti del contorno delle cellule; per altro in proposito sonvi abbastanza numerose eccezioni.

Per es. dalle cellule gangliari della corteccia cerebrale, di regola il prolungamento nervoso ha origine dal mezzo della base delle forme piramidali, che costituiscono il tipo prevalente delle cellule medesime, e da questo punto esso dirigesì verso la parte profonda dello strato corticale, portandosi direttamente verso la sostanza bianca: però non si possono dire rarissime le cellule, il cui prolungamento nervoso portasi in direzione opposta dell'accennata, cioè verso la superficie della corteccia.

Nelle grandi cellule nervose del cervelletto, invece, con legge costante, il prolungamento nervoso trae origine dal polo profondo di esse per portarsi, attraversando più o meno tortuosamente lo strato dei granuli, verso il raggio midollare delle rispettive circonvoluzioni.

In molte cellule gangliari grandi dei corni posteriori del midollo spinale il prolungamento in questione portasi per un certo tratto nella direzione dei corni anteriori, poi il suo andamento è incerto. Le altre più precise particolarità rispetto all'origine e decorso del prolungamento in questione saranno argomento di studio nel fare la descrizione delle singole provincie degli organi nervosi centrali.

Da parecchi osservatori si è creduto di vedere un essenziale dato differenziale tra il prolungamento nervoso ed i prolungamenti protoplasmatici nel diverso modo di origine rispetto alle diverse parti costitutive delle cellule gangliari. Si è asserito, cioè, che il prolungamento nervoso è sopra tutto caratterizzato dall'aver origine dal nucleo, mentre i prolungamenti protoplasmatici deriverebbero dal corpo cellulare.

Su questo punto la maggioranza dei moderni osservatori (Deiters, Schultze, Kölliker, Boll, ecc.) è d'accordo nell'asserire di non aver mai potuto constatare questa pretesa connessione del prolungamento *cylinder-axis* col nucleo.

Di grande importanza e sempre argomento di studio è l'ulteriore modo di comportarsi del prolungamento nervoso.

Dopo che Deiters in base a lunghe e minute indagini forniva la dimostrazione dell'esistenza di questo speciale prolungamento, il quale però era già stato intraveduto da Remak, l'argomento divenne l'obbiettivo delle

indagini di numerosi osservatori, e poichè la descrizione di Deiters si riferiva alle sole cellule dei corni anteriori del midollo spinale e ad alcune categorie delle cellule del midollo allungato, così le nuove indagini vennero specialmente dirette sulle cellule delle diverse altre provincie del sistema nervoso centrale.

Su questo terreno vanno segnalate innanzi tutto le ricerche di Koschewnikow, poi quella di Gerlach, di Handlich, di Obersteiner, di Boll, di Butzke e di qualche altro, i quali, tutti d'accordo, asserirono d'aver constatata in qualche caso, la diretta continuazione dello speciale prolungamento nel *cylinder-axis* di una fibra nervosa midollata.

Naturalmente, sotto l'influenza di queste concordi asserzioni, lo schema della cellula nervosa centrale dato da Deiters venne generalmente adottato.

E invero tale schema rappresenta quanto di più fino e di più accurato si poteva ottenere coi mezzi di indagine, di cui, fino a pochi anni fa, gli istologi potevano disporre per lo studio della morfologia elementare del sistema nervoso centrale.

Se non che dopo il trovato della delicatissima reazione chimica delle cellule nervose, di cui sopra s'è fatto parola, (colorazione nera ottenuta sottoponendo il tessuto nervoso all'azione combinata del bicromato e del nitrato d'argento) mediante la quale reazione questi elementi possono essere posti in evidenza in tutti i loro più minuti dettagli di configurazione e con tutte le più fine propaggini dei loro prolungamenti, mentre stanno in posto nel tessuto e mantengono i loro rapporti colle parti vicine, dopo quel trovato, dico, s'è potuto far nuovamente progredire di un passo le conoscenze sui caratteri morfologici, sui rapporti e sulle leggi di ramificazione degli elementi in questione, correggendo così idee troppo assolute e dimostrando *erronee* certe asserzioni, appoggiate più a idee preconcelte che ad accurate osservazioni.

Come già ho dovuto notare, una particolareggiata descrizione del modo di comportarsi del prolungamento nervoso nelle diverse categorie di cellule gangliari, non può essere convenientemente data che nel fare lo studio delle singole regioni del sistema nervoso centrale cui le cellule appartengono; siccome poi non si può ancora asserire che vi siano dei caratteri assolutamente generali, cioè che si applichino senza eccezione a tutte le cellule nervose centrali, così credo utile prendere a base della descrizione le cellule della corteccia cerebrale, le quali, evidentemente, per quantità ed importanza hanno una grande prevalenza sulle altre.

Nella corteccia cerebrale, sottoposta alla reazione chimica accennata, si può rilevare che, almeno nella grande maggioranza delle cellule gangliari, il prolungamento nervoso ha un modo di comportarsi notevolmente diverso da quello descritto da Deiters e dagli altri osservatori, che asserirono d'aver constatati, per altre categorie cellulari, fatti descritti da Deiters.

Spiccatosi esso o direttamente dal corpo cellulare, e in generale da quella superficie di esso che volgesi verso la sostanza bianca (base delle forme piramidali), ovvero dalla radice di uno dei grossi prolungamenti protoplasmatici emananti dalla ora detta superficie della cellula, dal punto di emersione fino alla distanza di 20-30 μ va gradatamente assottigliandosi fino a divenire esile filamento, conservandosi però semplice, di solito rettilineo, regolare, liscio. Alla distanza accennata spesso presenta una lieve tortuosità, di poi talora mantiensì per qualche tratto ancora semplice, più frequentemente subito dopo la tortuosità cominciano ad emanare dei filamenti laterali; e tal fatto dell'emanazione di rami laterali continua, a tratti abbastanza regolari, fin dove la riescita della reazione nera permette di seguire il prolungamento. Questo poi conserva la sua regolarità e levigatezza, ma assume un decorso lievemente tortuoso (forse per effetto del raggrinzamento del tessuto) e così non è raro di poterlo vedere attraversare tutto lo spessore della corteccia cerebrale e ben anco internarsi nello strato delle fibre nervose (in molti casi ho potuto seguirlo fino alla distanza di 600 ed anche 800 μ); fino a tale distanza mi fu dato vederne spiccare dei filamenti. Quanto allo spessore, offre notevoli differenze; talora a partire dalla accennata tortuosità non offre rilevanti variazioni di diametro, ed arriva nello strato delle fibre nervose in forma di ben spiccato filamento; con molta maggior frequenza, invece, man mano che somministra rami laterali, con insensibile gradazione va sempre più assottigliandosi, acquistando infine una incommensurabile finezza.

Dissi che, in tutto il suo decorso, il prolungamento nervoso di tratto in tratto, a distanze abbastanza regolari, somministra dei fili laterali; relativamente a questi aggiungerò ora, che essi, con regola quasi costante, emanano ad angolo retto, e, seguendone il decorso, si vede che alla lor volta, in modo analogo al filo d'origine, somministrano rami laterali, i quali parimenti continuano a suddividersi in fili di 3.°-4.°-5.° ordine, sempre più fini, passando da ultimo, talora a grande distanza dall' origine, in

filamenti di estrema finezza. Da tutte queste ramificazioni dei diversi prolungamenti nervosi risulta naturalmente un intreccio estremamente complicato, esteso in tutta la sostanza grigia. Che dalle innumerevoli suddivisioni risulti, mediante complicate anastomosi, una rete nello stretto senso della parola, e non un semplice intreccio, è cosa assai probabile; si sarebbe anzi portati ad ammetterlo dopo l'esame di alcuni miei preparati; però che ciò sia veramente lo stesso fatto dell'estrema complicazione dell'intreccio non permette di assicurarlo.

Fra i dettagli, che si riferiscono al contegno dei prolungamenti nervosi, voglio notare infine che molti di essi, col somministrare rami, acquistano il maximum di finezza possibile buon tratto prima di arrivare in mezzo alle fibre nervose, e che, arrivate a tal estremo di finezza dividonsi in 3-4-5 filuzzi, i quali, alla lor volta ramificandosi, si confondono colla rete diffusa, di cui sopra ho fatto parola.

È pur degno di nuova speciale considerazione il fatto, che da un numero non insignificante di cellule nervose, massime delle parti profonde della corteccia, il prolungamento nervoso nè emana da quella parte del corpo cellulare, che è rivolta verso la sostanza bianca, nè dirigesì poi verso questa, ma va nell'opposta direzione presentando vicende analoghe a quelle testè accennate, vale a dire si decompone in filamenti di 2.^o-3.^o-4.^o ordine, i quali entrano a far parte dell' intreccio generale sopra descritto.

Sembra infine che nella corteccia cerebrale (e probabilmente nella sostanza grigia dei centri nervosi in generale) si possano distinguere due tipi di cellule gangliari, cioè:

I. Cellule gangliari (*Tav. X, fig. 1, 3, 4, 6; Tav. XI fig. 3, 4; Tav. XV, fig. unica*) il cui prolungamento nervoso somministra scarsi fili laterali e direttamente trasformasi nel *cylinder-axis* di una fibra nervosa midollare.

II. Cellule gangliari (*Tav. X, fig. 2, 5, 7, 8, 9, 10; Tav. XI, fig. 1, 2, 5, 6; Tav. XIV, fig. unica*) il cui prolungamento nervoso, suddividendosi complicatamente, perde la propria individualità e prende parte *in toto* alla formazione di una rete nervosa estesa a tutti gli strati di sostanza grigia.

A questo punto credo di dover richiamare l'attenzione anche sul modo di comportarsi delle fibre nervose, o di un certo numero di esse, entro la sostanza grigia.

Studiando i preparati col suddetto metodo trattati, nello stesso modo che in essi veggonsi spesso dei fasci di prolungamenti nervosi che dirigonsi verso la sostanza bianca, in questa veggonsi di frequente altri fascetti di *cylinder-axis*, del pari colorati in nero ed aventi, per l'aspetto, pel modo di decorrere e di ramificarsi, caratteri identici ai prolungamenti nervosi delle cellule. Seguendone il decorso, si può rilevare che molti si accompagnano ai fascetti di prolungamenti nervosi, con essi confondendosi in guisa da riescire impossibile un differenziamento, ma che molti altri invece, somministrando continuamente fili secondari i quali alla lor volta continuano a suddividersi, si riducono a fibrille di incommensurabile finezza, perdendosi poi, nel modo che s'è detto per alcuni prolungamenti nervosi, nella rete diffusa della sostanza grigia. Pertanto nello stesso modo che in relazione al comportarsi del prolungamento nervoso nella sostanza grigia, abbiamo distinto due tipi di cellule gangliari, analogamente si possono distinguere due categorie di fibre nervose diverse pel contegno del rispettivo *cylinder-axis* e che corrispondono ai due descritti tipi di cellule, cioè:

I. Fibre nervose, le quali, sebbene somministrino alcune fibrille secondarie (che suddividendosi si perdono nella rete diffusa) pure conservano la propria individualità, e vanno a mettersi in rapporto diretto colle cellule gangliari del primo tipo, continuandosi nel relativo prolungamento nervoso;

II. Fibre nervose, che, suddividendosi complicatamente, perdono la propria individualità, passando per intero a prender parte alla formazione della rete diffusa suaccennata.

Alla formazione della rete diffusa adunque concorrono:

1.° Le fibrille, che emanano dai prolungamenti nervosi delle cellule del primo tipo.

2.° In totalità, prolungamenti nervosi delle cellule del secondo tipo.

3.° Le secondarie diramazioni dei *cylinder-axis* appartenenti alle fibre nervose della prima categoria.

4.° Molti *cylinder-axis* in totalità, quelli cioè, che, parimenti decomponendosi in tenuissimi filamenti, s'uniscono al generale intreccio perdendo ogni individualità (fibre nervose della seconda categoria).

Dopo questa esposizione di fine particolarità intorno alla struttura e soprattutto intorno al modo di comportarsi dei diversi prolungamenti delle cellule gangliari, non che sul contegno delle fibre nervose entranti negli strati di sostanza grigia, parmi di aver raccolto sufficiente materiale per arrogarmi il diritto di affrontare decisamente, da un punto di vista generale, il problema del modo con cui le fibre nervose hanno origine negli organi nervosi centrali.

II.

Origine centrale dei nervi.

Il problema del modo, con cui i nervi hanno origine dagli organi centrali nervosi, è fra quelli dei quali nell'epoca moderna con grande prevalenza s'occuparono gli anatomici, e che rimane tuttavia fra i più controversi.

Le cellule gangliari del cervello e del midollo spinale, sono, ben sappiamo, generalmente considerate gli organi elementari di origine centrale delle fibre nervose; però, se non accontentandoci di categoriche asserzioni, le quali non potrebbero essere altro che pure ipotesi, vogliamo conoscere da vicino l'argomento, è d'uopo rilevare che non soltanto continua ad essere oggetto di controversia il modo con cui le singole fibre congiungonsi alle cellule, ma altresì che a giorni nostri ancora si è discusso se veramente sia stata data la rigorosa dimostrazione dell'asserita continuità tra le due forme di elementi costitutivi del tessuto nervoso centrale.

Pur non curando certi pretensiosi scetticismi, come quello di Hyrtl, il quale appropriandosi un'espressione di Volkmann, ancora testè osava sentenziare *che il modo d'origine delle fibre nervose rimarrà per sempre sconosciuto*, per tenere conto invece dei risultati delle più recenti indagini, il vero è che la dimostrazione dell'accennata derivazione delle fibre, finora venne data soltanto per una ben circoscritta categoria di esse, mentre, per la massima parte, il rapporto colle cellule è pur sempre ipotetico. In pro-

posito basterà ricordare, come in uno dei più notevoli lavori in questi ultimi anni pubblicati sull'origine reale dei nervi, l'autore, il Laura, dopo un' accurata rassegna dei risultati degli altri osservatori, asserisce che «anche pei fatti più semplici come ad esempio, la connessione delle radici anteriori e di qualunque nervo cerebrale con i suoi così detti nuclei d'origine, siamo ben lungi dall'aver raggiunta un'assoluta certezza ».

Che se chiediamo all'anatomia la soluzione di alcuni altri problemi interessanti più da vicino la fisiologia, come, ad esempio, se nei rispettivi centri d'origine, le due sorta di fibre nervose (fibre di senso e fibre di moto) offrano fra esse delle differenze circa il modo di connessione coi corrispondenti gruppi cellulari; se per avventura ben anco esistano caratteri differenziali concernenti le origini delle varie categorie di fibre sensorie; oppure se esistano caratteri morfologici o d'altra natura, che valgano a far distinguere le cellule supposte motrici da quelle che suppongonsi sensorie; se dico chiediamo all'anatomia la risposta di questi ed altri quesiti, è d'uopo confessare che andiamo a cadere in un terreno di discussione, ove regna l'oscurità più assoluta.

È bensì vero che qualche osservatore ha creduto di poter rispondere a tutti gli accennati quesiti, ma è troppo evidente, che nessuna delle risposte messe in campo resiste al controllo di una severa osservazione.

Poichè nel precedente periodo abbiamo già avuto occasione di menzionare le principali dottrine che intorno allo speciale argomento del modo di connessione fra cellule e fibre nervose, si contesero il campo, qui mi limiterò a menzionare soltanto quella delle opinioni che fra i moderni anatomici ebbe l'immeritata fortuna di essere quasi generalmente accettata; voglio dire l'opinione di Gerlach. .

Secondo questa opinione, le cellule gangliari darebbero origine alle fibre nervose in due modi essenzialmente diversi, cioè:

I. In un modo diretto, mediante uno speciale prolungamento diverso da tutti gli altri per caratteri fisici e chimici, il quale, mantenendosi semplice, passerebbe direttamente a formare il *cylinder-axis* di una fibra nervosa midollare.

II. In un modo indiretto, mediante i numerosi prolungamenti protoplasmatici, i quali, col suddividersi indefinitamente, formerebbero una fina rete, a costituire la quale, mediante identica suddivisione dei rispettivi *cylinder-axis*, contribuirebbero d'altra parte molte delle fibre nervose,

che, derivando dalla sostanza midollare, entrano negli strati di sostanza grigia.

Nel primo caso adunque, uno speciale prolungamento si trasformerebbe in fibra nervosa, semplicemente col ricoprirsi della guaina midollare; nel secondo caso, invece, il collegamento tra cellule e fibre nervose avverrebbe coll'intermezzo di una rete risultante dalla indefinita suddivisione dei prolungamenti protoplasmatici delle prime e dei *cylinder-axis* delle seconde.

Intorno alla dottrina qui esposta, abbiamo già dichiarato che, lungi dall'essere basata su dati anatomici ben dimostrati, anch'essa, come altre che l'hanno preceduta, non è che una semplice ipotesi anatomica.

Ma dopo aver negato anche l'opinione di Gerlach, e soprattutto dopo aver dichiarato insussistenti i suoi dati relativi alla parte che alla formazione delle fibre nervose prenderebbero i prolungamenti protoplasmatici, ci troviamo noi in grado di fornire una spiegazione, esclusa ogni ipotesi, intorno alla maniera colla quale nei diversi strati di sostanza grigia formansi ed hanno origine le fibre nervose? Possiamo per avventura ben anco dire una fondata parola intorno al quesito se, circa il modo d'origine, tra le fibre di senso e quelle di moto esista qualche differenza corrispondente alla differenza funzionale?

Io non esito ad asserire che le particolarità istologiche, esposte nel precedente capitolo, nell'insieme rappresentano un corredo di dati, i quali già ne possono permettere di formulare intorno al difficile problema che ne sta davanti, delle leggi abbastanza precise e sicure. Certo è, che se non possiamo senz'altro dichiarare il problema come già risolto, possiamo dire però che, al completamento del quadro, non mancano che alcuni particolari d'importanza secondaria.

Il richiamo di alcuni fatti, che già abbiamo fatto argomento di particolare descrizione, ne fornirà le prove di questa asserzione.

Ricordo innanzi tutto, come negli strati di sostanza grigia delle varie provincie del sistema nervoso centrale esistano cellule il cui prolungamento nervoso va direttamente ad unirsi ai fasci di fibre nervose trasformandosi in uno di questi elementi, però non senza aver prima somministrato un maggiore o minor numero di fibrille secondarie, le quali, suddividendosi, prendono parte alla formazione di un diffuso intreccio di origine assai complessa.

In relazione a questo contegno del prolungamento nervoso di alcune cellule gangliari, vuol essere in secondo luogo rammentato, che, seguendo i fasci di fibre nervose penetranti negli strati di sostanza grigia, non di rado si può sorprendere qualcuna che va a mettersi in rapporto con cellule gangliari, trasformandosi nel rispettivo prolungamento nervoso, non senza aver prima alla sua volta somministrato un numero maggiore o minore di fibrille, le quali, suddividendosi, parimenti vanno a prender parte alla formazione dell' intreccio diffuso.

Siffatta maniera di comportarsi del prolungamento nervoso delle cellule gangliari da una parte, e delle fibre nervose dall'altra, la cui dimostrazione del resto è ormai fra le cose più facili dell'istologia, io ho potuto constatarla per una così estesa categoria di elementi spettanti alle diverse provincie del sistema nervoso (cellule della corteccia delle circonvoluzioni, cellule dei così detti nuclei grigi dei ventricoli e della base, cellule di Purkinje del cervelletto, cellule del midollo allungato e midollo spinale) che ormai credo autorizzata l'asserzione, essa rappresenti *una delle leggi generali*, che valgono per tutti gli strati grigi dei centri nervosi.

Ebbene, non abbiamo noi diritto di considerare il contegno qui descritto come uno dei modi di congiunzione fra cellule e fibre nervose, e precisamente come un modo di *origine diretta* delle fibre nervose dalle cellule gangliari dei centri?

Evidentemente la risposta non può essere che affermativa e possiamo aggiungere con sicurezza che da siffatta risposta è esclusa ogni più lontana ombra d'ipotesi.

Ma sono da notarsi altre particolarità isto-morfologiche che ne si presentano di chiara significazione, dal punto di vista delle conoscenze nostre sul modo d'origine delle fibre nervose.

Si rammenti come noi abbiamo fermata l'attenzione anche sull'esistenza di un secondo tipo di cellule, da ciò caratterizzate, che il rispettivo prolungamento nervoso col suddividersi complicatamente perde la propria individualità, passando in toto a prender parte alla formazione della diffusa rete di fibrille nervose. Vogliasi del pari rammentare come abbiamo verificato l'esistenza di una seconda categoria di fibre nervose avente contegno identico a quello del prolungamento nervoso di questo secondo tipo di cellule; di fibre cioè, il cui *cylinder-axis*, col suddividersi

complicatamente, alla sua volta passa *in toto* nella descritta rete diffusa (1).

In quest'altro modo di comportarsi dei prolungamenti nervosi di una certa serie di cellule da una parte, e di una seconda categoria di fibre dall'altra, non dobbiamo noi avere ancora diritto di ravvisare una seconda maniera di connessione tra fibre nervose e cellule gangliari, od un secondo modo di origine dei nervi?

Anche qui la risposta affermativa credo includa assolutamente nulla di ipotetico.

Ed anche questo modo d'origine delle fibre nervose noi abbiamo già potuto verificarlo, tanto nella corteccia delle circonvoluzioni del cervello e cervelletto, quanto nella sostanza grigia del midollo spinale. Anzi crediamo che in proposito debba esser posto in rilievo un fatto, che sembra meritevole di considerazione particolare ed è che i due tipi di cellule, lungi dal trovarsi separatamente in questa o quest'altra regione degli organi centrali del sistema nervoso, costantemente trovansi associati; al più, in alcune zone notasi prevalenza dell'uno o dell'altro tipo; ad esempio ciò si osserva nel midollo spinale, ove le cellule il cui prolungamento nervoso, serbando la propria individualità, passa direttamente a formare una fibra, prevalgono nei corni anteriori; mentre invece nei corni posteriori prevalgono le cellule il cui prolungamento nervoso, suddividendosi complicatamente, perde la propria individualità passando *in toto* nella rete diffusa. - Oppure si nota ancora che nella stessa zona degli organi centrali, talune categorie di cellule gangliari appartengono al primo tipo, mentre le altre appartengono al secondo. Ciò osservasi nelle circonvoluzioni cerebellari, ove le cellule di Purkinje appartengono al tipo di quelle il cui prolungamento nervoso, sebbene somministri alcune fibrille, pure conserva la propria individualità, passando a formare il *cylinder-axis* di una fibra nervosa, mentre tutte le altre cellule delle medesime circonvoluzioni appartengono al secondo. Sempre ad ogni modo nelle diverse provincie i due tipi cellulari trovansi associati.

Riassumendo, nella sostanza grigia degli organi nervosi centrali, a quest'ora possiamo dire di conoscere due diversi modi d'origine delle

(1) Verosimilmente questa seconda categoria di prolungamenti nervosi e di *cylinder-axis* ha la parte prevalente nella formazione della rete in questione.

fibre nervose, corrispondenti ai due tipi cellulari ivi da noi riconosciuti, tipi differenziatisi, come abbiamo veduto, pel diverso contegno del prolungamento nervoso; vale a dire:

1.° Un'origine che possiamo chiamare diretta dalle cellule nervose del primo tipo; - origine che effettuerebbersi per ciò che il prolungamento nervoso di tali cellule, sebbene somministri alcuni fili secondari, pure conserva la propria individualità e passa direttamente a formare il *cylinder-axis* di una fibra midollare.

2. ° Un' origine che si può dire indiretta, per ciò che le fibre non vanno già direttamente a mettersi in rapporto con cellule gangliari, ma suddividendosi complicatamente si uniscono alla rete, alla cui formazione prendono parte in prima linea le cellule gangliari del secondo tipo, in seconda linea le fibrille somministrate dal prolungamento nervoso delle cellule del primo tipo. In questo caso evidentemente le fibre nervose derivanti dalla periferia non congiungonsi in modo diretto nè coll'uno, nè coll' altro tipo di cellule gangliari; perciò questo modo d'origine crediamo non designarlo che come indiretto.

Riguardo al modo d'origine delle fibre nervose nella sostanza grigia dei centri nervosi, possiamo ancora distinguere due tipi di cellule gangliari, notando che tal distinzione si confonde con quella già da noi fatta, in relazione al modo di comportarsi del prolungamento nervoso, cioè:

a) cellule gangliari che per mezzo del prolungamento nervoso, somministrante scarsi fili, sono in rapporto diretto colle fibre nervose;

b) cellule gangliari che per mezzo del prolungamento nervoso suddividentesi complicatamente, e che passa in totalità nella rete diffusa, solo indirettamente sono in rapporto colle fibre nervose midollate derivanti dalla periferia.

Possediamo noi qualche criterio per poter asserire che i due tipi di cellule da noi descritti ed i due diversi modi di origine delle fibre nervose per avventura siano in rapporto con differenze fisiologiche? e più precisamente, abbiamo qualche fondamento per ammettere che i descritti due modi d'origine dei nervi siano rispettivamente in corrispondenza colle due funzioni, senso e moto, per ciascuna delle quali, secondo ciò che insegna la fisiologia, sarebbe assegnata una speciale categoria di fibre nervose?

Di leggieri si può comprendere che non siamo in grado di formulare una precisa risposta a siffatto quesito, però non si può dire che siamo privi di dati per esporre una fondata supposizione.

Per rischiarare codesta questione dobbiamo specialmente tener conto dei risultati delle ricerche sul midollo spinale, organo sul conto del quale abbiamo abbastanza esatte conoscenze così sulla fina costituzione anatomica, come circa le funzioni legate alle principali parti che lo costituiscono.

E invero, se consideriamo: I.° Che nella zona di quest'organo ove arrivano e si distribuiscono le fibre nervose di senso (corni posteriori e specialmente sostanza grigia di Rolando) trovansi in prevalenza cellule gangliari, il cui prolungamento nervoso, suddividendosi complicatamente, perde la propria individualità (cellule del secondo tipo) - 2.° Che le fibre delle radici posteriori (di senso) in grande maggioranza, forse in totalità, suddividendosi finamente, formano in tutta la zona di loro distribuzione un complicato intreccio, identico a quello che vediamo formato dal prolungamento nervoso delle cellule del secondo tipo (intreccio prevalente nella sostanza gelatinosa di Rolando e nei corni posteriori propriamente detti, ma che può dirsi diffuso a tutta la sostanza grigia del midollo, non esclusi i corni anteriori). D'altra parte se invece consideriamo: I.° Che nei corni anteriori (zona motoria) invece prevalgono le cellule che, riguardo al contegno del prolungamento nervoso, corrispondono alle cellule del primo tipo - 2.° Che le fibre delle radici anteriori corrispondono al contegno del prolungamento nervoso delle cellule del primo tipo, vale a dire, mettonsi in rapporto diretto colle cellule gangliari dello stesso primo tipo (situate nei corni anteriori od anche in altre zone della sostanza grigia, non esclusi i corni posteriori). Se, dico, consideriamo tutti i dati qui esposti, sembrami di poter dichiarare ben fondata la supposizione, che le cellule gangliari, il cui prolungamento nervoso suddividendosi complicatamente perde la propria individualità, passando *in toto* a formare una rete diffusa, appartengano alla sfera sensoria (o psico-sensoria per ciò che riguarda la corteccia cerebrale), e che invece le cellule gangliari il cui prolungamento nervoso, sebbene somministri dei fili, pure tende a mantenere la propria individualità mettendosi in rapporto diretto colle fibre nervose, appartengano alla sfera motori a (o psico-motoria per ciò che riguarda la corteccia delle circonvoluzioni).

Corrispondentemente apparirà altrettanto verosimile che il primo modo d'origine delle fibre nervose, che chiamammo *diretto*, sia proprio della sfera motoria o psico-motoria, e che il secondo modo d'origine, che designammo *indiretto*) sia invece proprio della sfera sensoria o psico-sensoria.

Dopo quanto precede, si presenta un altro quesito che si collega colla controversia, da noi già esposta, intorno alle supposte connessioni dirette (anastomosi) fra i prolungamenti protoplasmatici delle cellule nervose, ed è se le origini dei due sistemi di fibre sieno indipendenti, oppure se fra esse abbia luogo un collegamento, e dato che questo esista, in qual modo si effettui.

Sarebbe invero difficile il dire, se e come un collegamento possa aver luogo qualora fosse dimostrata esatta la comune opinione, che il prolungamento nervoso delle cellule gangliari, dopo breve tragitto, mantenedosi semplice e soltanto coll'acquistare un involucro midollare, per regola generale passi direttamente a costituire il cylinder-axis di una fibra midollare. Tanto più difficile sarebbe il rispondere a tale quesito, di fronte alla dimostrazione data, che i prolungamenti protoplasmatici nè presentano dirette anastomosi, nè congiungonsi per via diretta col mezzo del supposto reticolo di Gerlach. Ma dopo la conoscenza dei fatti da noi descritti, crediamo senz'altro si debba ammettere che il collegamento esiste, nè ci sembra difficile il precisare in qual modo esso si effettua.

Il fondamento per una risposta tanto decisa ne viene fornito dall'insieme di parecchie fra le particolarità esposte.

È d'uopo rammentare innanzi tutto, che il prolungamento nervoso di quelle cellule gangliari, riguardo alle quali noi pure ammettiamo la diretta connessione colle fibre nervose, nel suo decorso entro la sostanza grigia somministra un maggiore o minor numero di filamenti (fibrille nervose primitive), i quali suddividendosi prendono parte alla formazione di una rete nervosa diffusa. E in secondo luogo, come siffatta rete sia di origine assai complessa, giacchè alla sua formazione prendono parte, oltre le fibrille qui accennate, prolungamenti nervosi delle cellule del secondo tipo, e le due categorie di fibre nervose, che riguardo alla maniera di comportarsi rispettivamente presentano perfetta corrispondenza col prolungamento nervoso dei due tipi di cellule. Ora egli è evidente che i fili secondarii dei prolungamenti nervosi delle cellule del primo tipo, mentre hanno parte

nella formazione della rete, rappresentano il mezzo d'anatomico collegamento tra le origini delle due categorie di fibre nervose.

Pertanto negli organi centrali del sistema nervoso ammettiamo bensì che le fibre nervose abbiano origine in due diversi modi, però dobbiamo ritenere in pari tempo che entro gli strati di sostanza grigia le parti, che in certo modo rappresentano le radici delle due categorie di fibre, non sono indipendenti, ma esiste fra esse un legame abbastanza intimo.

Così, mentre per una categoria di fibre (fibre nervose motorie o psico-motorie), ciascun elemento ha un'origine individuale e diretta (non isolata), la seconda categoria invece (fibre sensorie o psico-sensorie) ha un'origine molto complessa; derivano cioè da una rete, alla cui formazione prendono parte: in prima linea, le cellule gangliari del secondo tipo, col loro prolungamento nervoso complicatamente suddividentesi; in seconda linea, i filamenti emananti dal prolungamento nervoso delle cellule del primo tipo. Prendendo la questione da altro punto di vista, da quanto precede risulta ad evidenza che un'estesa categoria di fibre nervose, anzi che aver rapporti individuali con corrispondenti individualità cellulari, può trovarsi in rapporto con estesi gruppi di esse, e forse colle cellule gangliari di intere zone di sostanza grigia.

Alcuni dei fatti esposti meritano di essere presi in particolare considerazione dal punto di vista della loro significazione fisiologica.

Sotto questo rapporto, una delle particolarità che richiama la nostra attenzione, è quella dell'anatomico collegamento, che entro gli strati di sostanza grigia, esiste tra le radici di formazione dei due sistemi di fibre nervose da me riconosciuti e descritti. In questa connessione sta la spiegazione dei rapporti fisiologici esistenti tra le fibre della sfera sensoria e quella della sfera motoria. Quale altro significato potremmo noi attribuire alle fibrille che emanando dal prolungamento nervoso delle cellule del primo tipo (supposte cellule motorie o psico-motorie) vanno a confondersi colla rete diffusa, la quale, come vedemmo, è essenzialmente formata dal prolungamento nervoso delle cellule del secondo tipo? (cellule sensorie o psico-sensorie).

Soprattutto le azioni riflesse possono, colla conoscenza dei descritti rapporti istologici, trovare quella spiegazione che nel passato si volle ricercare o nelle ipotetiche e non mai dimostrate dirette anastomosi fra i

prolungamenti protoplasmatici delle cellule gangliari, o nell'altrettanto ipotetica rete diffusa risultante dall'infinita suddivisione de' medesimi prolungamenti protoplasmatici.

Vuol essere pure fatto argomento di speciale considerazione l'esistenza ed il complicato modo di formazione della diffusa rete nervosa, per mezzo della quale deve effettuarsi un esteso, forse generale collegamento fra gli elementi che rappresentano le radici d'origine delle fibre nervose. Questa conoscenza ci permette di comprendere come possa effettuarsi l'intimo legame che esiste fra le funzioni spettanti alle diverse provincie del sistema nervoso centrale, ed è specialmente pei così detti fenomeni di diffusione, che col conoscere il modo di formazione della rete si può dire d'aver acquistato un fondamento anatomico per una soddisfacente spiegazione.

Tenendo conto anche delle descritte particolarità intorno al modo di connessione tra le cellule gangliari dei centri nervosi e le fibre nervose, mi sembra si possa sostenere che troppo arbitrariamente si continua a parlare di *isolata trasmissione* tra i punti periferici e le supposte corrispondenti individualità di cellule gangliari. Anzi io mi credo autorizzato a dichiarare, che alla così detta legge della isolata trasmissione, *in quanto si vuole applicarla al modo di funzionare delle cellule gangliari e fibre nervose degli organi centrali*, ora è tolta ogni base anatomica.

Almeno riguardo alla maggior parte delle provincie del sistema nervoso centrale, i fatti istologici costringono ad ammettere non già un'isolata azione delle individualità cellulari, ma un'azione simultanea di estesi gruppi.

La fibra nervosa, quale organo della trasmissione centripeta e centrifuga, lungi dal trovarsi in individuali isolati rapporti con una corrispondente cellula gangliare, nella massima parte dei casi si trova invece in connessione con estesi gruppi di cellule; ma si verifica anche il fatto opposto, vale a dire, ogni cellula gangliare dei centri può essere in rapporto con parecchie fibre nervose, che hanno destinazione, e verosimilmente funzione diversa.

Tal fatto merita di essere meglio spiegato ed illustrato con qualche esempio, e non mi è difficile trovarne richiamando i risultati delle recenti mie ricerche sulla struttura dei lobi olfattori e del midollo spinale.

Secondo quanto già ho potuto constatare, nei lobi olfattori le singole cellule gangliari sono in rapporto almeno con tre categorie di fibre ner-

vose aventi andamento e destinazione affatto diversa. Per esempio, una cellula del primo tipo, per mezzo del suo prolungamento nervoso, è in rapporto: 1.° colle fibre nervose del *tractus*. 2.° con fibre della commessura anteriore. 3.° con fibre della corona radiata; il rapporto è in ogni caso indiretto. Così pure ogni cellula del secondo tipo sarebbe in rapporto colle medesime tre diverse categorie di fibre, però colla differenza che il rapporto è diretto colle fibre del *tractus* e probabilmente anche con quelle della commessura.

Ed anche nel midollo spinale io ho verificato molti casi di cellule gangliari, il cui prolungamento nervoso dà luogo a varie fibre che portansi in opposte direzioni.

In conclusione, riguardo alla massima parte dei centri nervosi lungi dal potersi verificare le descritte individuali ed isolate connessioni tra cellule e fibre nervose, notasi invece una disposizione evidentemente diretta a che si effettui la maggior possibile complicazione nei rapporti tra quelle e queste. E legge siffatta esiste non soltanto per ciò che riguarda i singoli elementi o gruppi di essi, ma ben anco riguardo ad intere provincie.

Mi si presenta un' altra osservazione:

Anche il concetto della così detta *localizzazione delle funzioni cerebrali*, qualora lo si voglia prendere in senso rigoroso, non sarebbe in perfetta armonia coi dati anatomici, o almeno il concetto potrebbe ora essere ammesso soltanto in un senso alquanto limitato e convenzionale. Dimostrato, ad esempio, che una fibra nervosa è in rapporto con estesi gruppi di cellule gangliari e che gli elementi gangliari di intere provincie, ed anche di varie provincie vicine, sono fra essi congiunti mediante una rete diffusa, alla cui formazione contribuiscono tutte le varie categorie di cellule e fibre nervose delle provincie medesime, naturalmente è difficile il comprendere la rigorosa localizzazione funzionale, come la si vorrebbe da molti. Al più si potrebbe parlare di vie *prevalenti* od *elettive* di trasmissione e di provincie, non rigorosamente delimitate, le quali, siccome *prevalentemente* od *elettivamente* eccitate, così prevalentemente reagiscono in senso corrispondente alla effettuata eccitazione.

Voglio per ultimo far cenno di un'altra questione, già toccata nell'esposizione descrittiva precedentemente fatta e che avrebbe relazione con uno dei quesiti, che ci siamo proposti di risolvere, vale a dire se nei centri

nervosi esistano differenze anatomiche di elementi che corrispondano al diverso compito funzionale ad essi spettante.

Rapporto a tale questione possiamo dire che una differenza veramente esiste, che però essa esclusivamente riguarda il diverso modo di comportarsi del prolungamento nervoso. Invece dal punto di vista della supponibile relazione esistente fra le differenze anatomiche degli elementi e la loro funzione, non possiamo tener conto nè della forma nè della grandezza dei corpi cellulari.

Vero è, però, che sono prevalentemente le cellule gangliari grandi quelle che, essendo provvedute di un prolungamento nervoso che si mette in rapporto diretto colle fibre nervose (cellule gangliari del primo tipo) verosimilmente dovrebbero essere designate quali cellule motorie o psicomotorie, mentre invece sono prevalentemente le cellule piccole provvedute di un prolungamento nervoso, che suddividesi complicatamente per mettersi in rapporto indiretto colle fibre nervose (cellule gangliari del secondo tipo), quelle che verosimilmente appartengono alla sfera sensoria o psicosensoria; però questi rapporti hanno tante eccezioni che non è possibile stabilire una legge generale.

Che in corrispondenza delle differenze funzionali delle cellule, in pari tempo esistano anche differenze chimiche o d'altra natura, non può essere escluso in alcun modo, è anzi probabile che esistano; ma dal punto di vista anatomico credo di poter asserire che quella da me descritta è per lo meno la più importante.

Alla fine di questo studio intorno al modo d'origine delle fibre nervose dai centri, parmi utile esporre in una serie di conclusioni riassuntive tutto quanto direttamente od indirettamente riguarda una così importante questione:

I.° Studiando il problema dell' origine dei nervi nelle diverse provincie del sistema nervoso centrale, si rileva che esistono bensì talune secondarie differenze relative alla morfologia, disposizione e distribuzione delle parti elementari, ma che nei fatti essenziali, circa i rapporti tra cellule e fibre nervose, esistono leggi costanti e corrispondenza assoluta tra le diverse provincie.

2. ° In generale le cellule nervose, per la forma, per l'aspetto speciale del corpo cellulare e del nucleo, pel modo con cui hanno da esse

origine i prolungamenti, come anche per l'aspetto e modo di ramificarsi di questi da un esperto osservatore possono essere differenziate dagli altri elementi cellulari; però nessuno degli accennati caratteri può essere dato come assoluto, tanto è vero che, tenendo per fondamento di giudizio questi soli dati, non è raro il caso di dover rimanere incerti se taluni elementi cellulari debbano essere giudicati di natura connettiva oppure nervosa; ed è noto come non pochi siano gli elementi relativamente ai quali, i giudizi degli istologi sono contraddittori. Havvi però anche un dato caratteristico assoluto, per cui una cellula può essere con certezza designata come nervosa, e questo consiste nella presenza di un prolungamento (sempre unico) diverso da tutti gli altri, e destinato a mettersi in rapporto colle fibre nervose, od a trasformarsi in queste.

3. ° I così detti prolungamenti protoplasmatici in nessun modo, né direttamente né indirettamente, dànno origine a fibre nervose; da queste, essi mantengono sempre indipendenti; hanno invece rapporti intimi colle cellule connettive, per ciò il loro compito funzionale lo si deve ricercare dal punto di vista della nutrizione del tessuto nervoso; essi, cioè, verosimilmente rappresentano le vie per cui dai vasi sanguigni e dalle cellule connettive accade la diffusione del plasma nutritizio alle cellule gangliari.

4. ° Le cellule gangliari di tutte le provincie del sistema nervoso, con legge che non ha eccezione, sono in rapporto colle fibre nervose mediante uno solo dei loro prolungamenti, quello che, in omaggio all'Autore, che pel primo lo ha fatto argomento di particolareggiata descrizione, viene generalmente designato col nome di prolungamento di Deiters o prolungamento cylinder-axis, e che noi chiameremo sempre col nome di prolungamento nervoso. *Pertanto dal Punto di vista della loro funzione specifica, tutte le cellule nervose centrali si possono considerare come monopolari.*

5. ° Il fatto, più volte notato, che è soltanto mediante l'unico prolungamento nervoso, di cui sono provvedute, che le cellule gangliari mettonsi in rapporto cogli organi, per mezzo dei quali si estrinseca la loro attività funzionale (fibre nervose di moto e di senso), ha relazione con un altro di notevole importanza, ed è che le differenze fra le cellule nervose di senso e quelle di moto principalmente, se non esclusivamente, si riferiscono al modo con cui, mediante lo stesso prolungamento, si effettua la loro connessione colle corrispondenti fibre di senso o di moto. Vengono

in linea molto secondaria le differenze relative alla forma, alla grandezza ed anche, fatte alcune eccezioni, alla situazione delle cellule gangliari medesime. - Qual evidente corollario di questa legge dobbiamo ritenere che, nel fare lo studio anatomico dei centri nervosi, la funzione delle cellule gangliari si potrà con fondamento arguire soltanto all'andamento dei rispettivi prolungamenti nervosi e dal modo con cui si effettua la loro connessione coi corrispondenti fasci di fibre nervose di nota funzione.

6.° È erroneo quanto, riguardo al prolungamento nervoso delle cellule gangliari, venne asserito prima da Deiters poi confermato dalla generalità degli anatomici, che di questo argomento si sono occupati; cioè che esso, mantenendosi costantemente semplice, passi direttamente a costituire il cylinder-axis di una fibra nervosa. La regola è invece che tale prolungamento, a maggiore o minor distanza del suo punto di partenza dalla cellula, dà origine ad un numero più o meno grande di filamenti, che sono altrettante fibrille nervose.

7. ° Il contegno del prolungamento nervoso non è uguale in tutte le cellule gangliari; in proposito anzi si possono rilevare delle notevoli differenze: in molte cellule gangliari il prolungamento nervoso, suddividendosi complicatamente, in totalità prende parte alla formazione di una fina rete nervosa, che trovasi diffusa in tutti gli strati di sostanza grigia; in molte cellule gangliari, invece, il prolungamento nervoso, sebbene somministri alcuni filamenti, del pari destinati a prender parte alla formazione dell'accennata rete nervosa diffusa, pure arriva negli strati mi dorsali mantenendo la propria individualità, e là di fatto esso forma il cylinder-axis di una fibra nervosa midollare.

8.° In relazione al diverso modo di comportarsi del prolungamento nervoso nella sostanza grigia dei centri nervosi si possono distinguere due tipi di cellule gangliari, cioè:

I. Cellule gangliari il cui prolungamento nervoso, sebbene somministri alcuni fili laterali, mantiene la propria individualità e va a mettersi in rapporto diretto colle fibre nervose.

II. Cellule gangliari il cui prolungamento nervoso, suddividendosi complicatamente perde la propria individualità e prende parte in toto alla formazione di una rete nervosa diffusa. Queste cellule pertanto colle fibre nervose non avrebbero che rapporti indiretti.

Argomenti, risultanti da accurati studi sulla distribuzione dei due ac-

cennati tipi di cellule danno già abbastanza valido fondamento al giudizio, che le cellule del primo tipo siano di natura motoria o psico-motoria e che quelle del secondo tipo, siano invece *sensorie* o *psico-sensorie*.

9. ° I due tipi di cellule gangliari, da noi riconosciuti, lungi dal trovarsi separatamente in questa o quell'altra regione degli organi centrali, costantemente trovansi associati; al più in alcune zone, in rapporto alla diversa loro funzione, notasi una prevalenza dell'uno o dell'altro tipo, oppure si osserva che nelle stesse zone, una serie di cellule appartiene al primo tipo, mentre le altre appartengono al secondo.

10. ° Anche le fibre nervose entranti nei diversi strati di sostanza grigia, in relazione al contegno del rispettivo cylinder-axis possono essere distinte in due categorie, cioè:

I. Fibre nervose il cui cylinder-axis, sebbene somministri alcune fibrille secondarie (che suddividendosi si perdono nella rete diffusa), conserva la propria individualità e va a mettersi in rapporto diretto colle cellule gangliari del primo tipo, continuandosi nel relativo prolungamento nervoso.

II. Fibre nervose il cui cylinder-axis, suddividendosi complicatamente, perde la propria individualità e in totalità prende parte alla formazione della nominata rete diffusa.

Nello stesso modo che i descritti due tipi di cellule gangliari giudicammo spettanti alla sfera motoria o psico-motoria l'uno, ed alla sfera sensoria o psico-sensoria l'altro, così riteniamo verosimile che la prima categoria di fibre nervose appartenga alla sfera motrice e la seconda invece alla sfera di senso.

11. ° In tutti gli strati di sostanza grigia degli organi nervosi centrali esiste una fina e complicata rete nervosa diffusa, alla formazione della quale concorrono:

I. Le fibrille emananti dal prolungamento nervoso delle cellule del primo tipo (cellule motorie o psico-motorie).

II. I prolungamenti nervosi delle cellule del secondo tipo in totalità, decomponendosi complicatamente (cellule sensorie o psico-sensorie).

III. Le fibrille emananti da quelle fibre nervose che vanno a mettersi in rapporto diretto colle cellule gangliari del primo tipo (fibre della prima categoria).

IV. Molte fibre nervose in totalità, quelle cioè che, identica-

mente al prolungamento nervoso delle cellule del secondo tipo, decomponendosi in tenuissimi filamenti, e così perdendo la propria individualità, vanno gradatamente a confondersi nella rete in questione.

La rete nervosa qui descritta è evidentemente destinata a stabilire un legame anatomico e funzionale tra gli elementi cellulari di estese zone della sostanza grigia dei centri.

12.° Le singole fibre nervose, lungi dal trovarsi in rapporti individuali, isolati, con una corrispondente cellula gangliare, nella massima parte dei casi si trovano invece in connessione con estesi gruppi di cellule; però si verifica anche il fatto opposto, vale a dire ogni cellula gangliare dei centri può essere in rapporto con parecchie fibre nervose, aventi destinazione e funzione diversa.

13.° Nei rapporti tra cellule e fibre nervose, anzichè verificarsi le descritte individuali ed isolate connessioni, notasi una disposizione evidentemente diretta a che si effettui la maggior possibile complicazione dei rapporti medesimi.

14.° Qual necessaria deduzione di quanto precede, dobbiamo ritenere che troppo arbitrariamente fino ad ora si è continuato a parlare di isolata trasmissione tra punti periferici e supposte individualità cellulari dei centri. Tenendo conto dei dati sopra descritti, possiamo senz'altro dichiarare che alla così detta legge della isolata trasmissione, *in quanto si vuole applicarla al modo di funzionare delle cellule gangliari e fibre nervose degli organi centrali*, ora è tolta ogni base anatomica.

15.° Altro corollario di quanto precede, è che il concetto della così detta localizzazione delle funzioni cerebrali preso in senso rigoroso, nel senso cioè, che certe determinate funzioni si possano rigorosamente riferire all'una od all'altra zona nettamente delimitata, non può dirsi in alcun modo suffragato dai risultati delle fine ricerche anatomiche.

III.

Morfologia e disposizione delle cellule nervose nelle circonvoluzioni centrale anteriore ed occipitale superiore.

Lo studio della forma e disposizione delle cellule gangliari dovrebbe esser rifatto per intero in tutte le provincie del sistema nervoso centrale

affine di poter risolvere il problema, se le differenze di funzione siano legate a differenze della forma, disposizione e rapporti degli elementi medesimi. La soluzione di tale problema venne bensì già tentata da parecchi osservatori ed alcuni hanno pur data una risposta, ma certo non potrebbesi dire che questa sia attendibile.

Per ottenere l'intento nessuna provincia del sistema nervoso centrale, nessuna circonvoluzione dovrebbe esser dimenticata nella nuova rassegna; e solo dopo compiuto questo lungo e paziente lavoro analitico, solo dopo aver ordinati, confrontati, controllati i dati raccolti, si potrà forse formulare su quel problema un fondato giudizio.

Nell'esteso terreno aperto per queste ricerche, quello delle circonvoluzioni, a motivo degli studî fisiologici sperimentali intorno a queste eseguite nell'epoca moderna, parvemi offrissi un interesse più speciale *di circostanza* e da esse io volli quindi incominciare le indagini cogli accennati intendimenti.

Di fronte all'estensione, che dovrebbero avere queste ricerche per poter arrivare a fondate conclusioni, di leggieri si comprende come io non possa attribuire che un ben scarso valore ai dati ora presentati; e infatti io li considero come due soli *punti* nella lunga serie di studî, che penso si dovranno raccogliere per raggiungere lo scopo; ad ogni modo li presento, osservando che nello scegliere queste due circonvoluzioni, io ebbi l'intendimento di stabilire un confronto tra quelle circonvoluzioni alle quali, secondo le ultime ricerche, dovrebbe attribuire una opposta significazione fisiologica.

È noto infatti come dopo gli ormai celebri studî di Fritsch ed Hitzig, con accordo quasi completo, alle circonvoluzioni della metà anteriore del cervello i fisiologi attribuiscono azione motrice (circonvoluzioni psico-motorie), mentre alle circonvoluzioni occipitali attribuiscono invece funzione più specialmente sensoria ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Veggansi in proposito (oltre i ben noti lavori di Hitzig. *Das Gehirn*, ecc. ed i moltissimi altri sui così detti *centri psico-motori*, che a quei primi fecero seguito), i seguenti che più specialmente riguardano i lobi occipitali:

HITZIG. Untersuchungen ueber das Gehirn. *Centralblatt f. med. Wissenschaften*, p. 548, 1874 - (in questa breve comunicazione venne annunciato che le lesioni - esportazione della corteccia - del lobo occipitale producono cecità dalla parte opposta).

Pertanto, fra le circonvoluzioni che, essendo considerate centri di funzioni diverse, si potrebbero supporre formate di una differente costituzione istologica, in prima linea starebbero appunto quelle intorno alle quali io presento questo saggio di studio morfologico, vale a dire la circonvoluzione centrale anteriore e l' occipitale superiore. Queste circonvoluzioni anzi, riguardo alla struttura, in certo modo dovrebbero essere considerate come due tipi contrapposti.

E poichè questo argomento è evidentemente fra quelli che meriterebbero un ampio sviluppo, così è mia intenzione di limitarmi per ora quasi alla sola presentazione delle tavole, nelle quali con scrupolosa esattezza di forma di topografia e rapporti, vennero disegnate le cellule come s'osservano ne' miei preparati; ad illustrazione delle tavole io non farò che una rassegna delle forme cellulari esistenti nelle varie zone, aggiungendo in proposito soltanto qualche osservazione critica sulle divisioni in strati, che, riguardo alla corteccia delle circonvoluzioni, sono quasi generalmente accettate come più esatte.

Prima di passare alla descrizione delle due tavole (XII, XIII) che riproducono la forma e la disposizione delle cellule nelle circonvoluzioni centrale anteriore ed occipitale, devo ricordare come in questi ultimi anni Betz ⁽¹⁾ abbia pubblicato un lavoro, fatto cogli stessi intendimenti da me sopra espressi. Egli avrebbe trovato che la corteccia delle parti anteriori del cervello, al davanti del solco di Rolando, è caratterizzata dalla pre-

(Tale fatto era già stato scoperto sino dal 1856 da Bartolomeo Panizza, come ha dimostrato Tamburini: V. *Rivista di Freniatria*, 1880, *Rivendicazione al Panizza*, ecc.).

GOLTZ. Archiv f. Physiologie di Pflüger. Vol. XIII.

FERRIER. The function of the Brain. London, 1875.

MUNK. *Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft*. Berlin. N. 9 e 10 1877-1878. N. 4 e 5 1878-79.

LUCIANI e TAMBURINI. - I. Ricerche sperimentali sulle funzioni del cervello. (*Prima Comunicazione: Centri psico-motori corticali*). - II. Ricerche sperimentali ecc. (*Seconda Comunicazione: Centri psico-sensori corticali*). *Rivista Sperimentale di Freniatria*, 1878-1879.

⁽¹⁾ BETZ (in Kiew). Anatomischer Nachweis zweier Gehirncentra. *Centralblatt für die Med. Wissenschaften*. N. 37 e 38, 1874.

BETZ. Ueber die feinere Structur der menschlichen Gehirnrinde. *Centralblatt für die Med. Wissenschaften*. N. 11, 12, 13, 1881.

senza di speciali cellule di eccezionale grandezza (*Riesenpyramiden*), in quello che egli chiama 4.° strato e che presenterebbersi riunite in gruppi o *nidi* e sarebbero fornite di due prolungamenti principali; l'uno grosso che dirigesì, mandando rami laterali, verso la periferia, l'altro sottile, derivante dal nucleo e destinato a passare direttamente in una fibra nervosa. Cellule, aventi siffatti caratteri, mancherebbero nella parte posteriore del cervello.

Fondandosi su questi dati, Betz espone l'opinione, che nel cervello esistano due dominî, che si potrebbero considerare quali due diversi centri, uno motorio e uno sensitivo, ripetendosi così nella struttura del cervello il tipo del midollo spinale.

La parte situata al davanti del solco di Rolando, corrisponderebbe ai corni anteriori, la parte al di dietro ai corni posteriori.

Che la dottrina fisiologica, la quale attribuisce alle varie circonvoluzioni funzioni diverse, possa contenere una parte di vero, dopo i risultati degli studi sperimentali e clinici dovuti ad un'eletta schiera di moderni fisiologi e patologi, non s'avrebbe diritto di negarlo; ma che tal dottrina non acquisti un più solido fondamento dai dati anatomici di Betz apparirà manifesto dopo l'esposizione che io m'accingo a fare.

I.

Studio della circonvoluzione centrale anteriore.

(*Gyrus centralis anterior*. Huschke-Ecker) (¹).

Appartiene alle circonvoluzioni nelle quali, secondo Meynert, si verificherebbe la struttura generale tipica della corteccia e in cui si dovrebbero quindi distinguere 5 strati (*Allgemeine oder fünf-schichtige Typus*).

Eguale distinzione è fatta da Huguenin, il quale del resto, su questo argomento, come in tutti gli altri, non fa che ripetere quasi sempre senza controllo le osservazioni di Meynert.

La divisione in strati di Meynert-Huguenin, essendo comunemente

(¹) *Gyrus frontalis ascendens* di alcuni Autori, *circonvoluzione frontale 4ª* di altri.

giudicata la più esatta, anzi, posta a base delle disquisizioni fisiologiche relative alla corteccia, su di essa credo di dover fissare la scelta, per farne qui un riassunto da metter a riscontro coi dati risultanti dalle mie ricerche. È la seguente:

1. ° *Strato di Piccole cellule nervose disseminate*. Avrebbe lo spessore di 25 centesimi di mill. (1/8 o 1/10 dello spessore totale della corteccia) ed oltre alla nevroglia conterrebbe: 1.° delle piccole cellule gangliari il cui asse longitudinale misurerebbe da 9 a 10 μ ; forma delle cellule, piramidale o poligonare. 2.° delle fibre nervose formanti un sottile strato situato al limite più esterno e diretto tangenzialmente alla superficie.

2. ° *Strato di Piccole cellule Piramidali stipate*. Dello spessore di 0,25 millimetri; la quantità delle piccole cellule piramidali sarebbe così grande da mascherare la nevroglia esistente negli interstizî.

3. ° *Strato di cellule Piramidali grandi*. (Formazione del corno d'Ammon). Sarebbe ben tre volte più largo del secondo, però le cellule gangliari non si troverebbero così stipate come in questo; all'incontro il loro diametro è molto più grande (25-40 μ). Il nome di formazione del corno d'Ammon usato da Meynert, devesi a ciò, che a suo dire il corno d'Ammon conterrebbe soltanto cellule di questa natura.

Relativamente alla forma delle cellule del 2. ° e 3. ° strato, Meynert dichiara che la piramidale, ad esse attribuita, è illusoria, la vera forma (V. fig. 235 del suo Art. *Das Gehirn* nell'*Handbuch* di Stricker) sarebbe fusata, col loro grande asse perpendicolare alla superficie esterna della corteccia.

4. ° *Strato di Piccole cellule irregolari*. (Formazione granulare). Spessore 0,20 e 0,25 mill. Cellule arrotondate, raramente triangolari, del diametro di 8 a 10 μ , molto più avvicinate le une alle altre che le grandi cellule del 3. ° strato. Meynert paragona questi elementi, ch'egli pretende si riscontrino nella corteccia cerebrale, ai granuli interni della retina.

5. ° *Strato di cellule nervose fusiformi*. (Formazione del *Clastrum*; *Vormauerformation*). Il più interno della corteccia è dello spessore di 0,5 millimetri; le sue cellule sarebbero della lunghezza di circa 30 μ . In corrispondenza della sommità delle circonvoluzioni, questi elementi sarebbero disposti parallelamente alle piramidi; in corrispondenza del solco tra due circonvoluzioni, avrebbero invece disposizione orizzontale. Secondo la descrizione di Meynert, poi, queste cellule invierebbero dei prolungamenti

che dirigonsi tutti verso la periferia della corteccia, e da questa circostanza egli senz'altro trae la conclusione che esse hanno nulla a che fare col sistema di proiezione (fasci della corona radiata) e devonsi invece considerare quali cellule appartenenti al sistema d'associazione. Le chiama col nome di *Vormauerformation* perchè dice che il *Claustrum* consta soltanto di un accumulo di cellule identiche a queste.

Noto infine che Meynert attribuisce un prolungamento cilindro-axis nel senso di Deiters alle sole grandi cellule piramidali del 3.^o strato e ad esse di conseguenza attribuisce significato di cellule motrici, ammettendo siano in diretto rapporto colle fibre della corona radiata (sistema di proiezione), mentre ai piccoli elementi in forma di nuclei del 4.^o strato attribuisce funzione sensoria.

Quanto inesatti siano i dati anatomici di Meynert e conseguentemente quale scarso fondamento abbiano le sue teorie sulla funzione delle singole categorie di elementi, lo si può già argomentare da quanto ho precedentemente detto intorno alle cellule nervose in generale ed apparirà ancora più chiaramente dal seguito di questo lavoro.

In relazione alla qui descritta stratificazione, io osservo soltanto che essa corrisponde bensì alle tavole illustrative di Meynert, ma che se il confronto viene fatto non già colle tavole, ma coi preparati, qualunque sia il metodo con cui vennero eseguiti, credo che nessuno riuscirà a trovare una corrispondenza.

Lasciando per un momento da parte l'insieme della corteccia, prima di dire se, e quale divisione io creda possibile, farò una rassegna delle diverse forme cellulari esistenti nella corteccia della *circonvoluzione centrale anteriore*, da noi presa quale tipo di quelle che verrebbero designate come circonvoluzioni psico-motorie.

Credo si possano distinguere i seguenti tipi:

1. ° *Cellule Piramidali.*
2. ° *Cellule fusiformi.*
3. ° *Cellule globose o poligonali con angoli arrotondati*

1. ° *Cellule Piramidali.* Quanto a numero, di gran lunga prevalgono su tutte le altre e ve ne sono di grandissime (diametro in larghezza 30' 40 μ , e lunghezza che può corrispondere alla larghezza dello strato corticale e quindi perfino di I $\frac{1}{2}$ mill. è più) e di piccolissime (diametro in lar-

ghezza 10' 15 μ ; lunghezza 3-4-500 μ). Dagli angoli del lato basale, spesso anche dalla loro superficie laterale, emanano numerosi prolungamenti (che possono essere 6-8-10 e più), che, mentre continuano a ramificarsi dicotomicamente, possono essere seguiti fino a grandissima distanza dalla loro origine.

Fra i molti prolungamenti, uno solo offre i caratteri di *prolungamento essenzialmente nervoso*. Tutti gli altri presentano i caratteri dei prolungamenti protoplasmatici.

Nella massima parte dei casi, il prolungamento nervoso ha dal mezzo, o un po' da lato della superficie basale delle forme piramidali; in parecchi casi invece ha origine dalla radice di uno dei prolungamenti protoplasmatici emananti dalla superficie delle piramidi.

Circa il contegno successivo delle due categorie di prolungamenti, mi riferisco alla descrizione generale, che di essi ho data. Tutti si mettono in rapporto colle cellule connettive, che sono per ogni dove distribuite, specialmente lungo i vasi, nei diversi strati della corteccia.

In proposito trovo degno di nota, come in molti casi io abbia potuto verificare, che le cellule situate negli strati più profondi della corteccia si spingono coi loro prolungamenti protoplasmatici fino allo strato connettivo, che, in forma di strato continuo sottomeningeo, nella circonvoluzione centrale anteriore, come in tutte le altre circonvoluzioni, esiste alla superficie della corteccia.

I prolungamenti nervosi del pari si comportano nel modo descritto nella prima parte di questo lavoro, vale a dire, danno origine a numerosi rami laterali, i quali, suddividendosi, riescono a costituire un intreccio diffuso in tutta la corteccia.

Per ciò che riguarda la distribuzione di questo tipo di cellule, ora mi limiterò a dire, come esse non sieno esclusive di questo o quello strato, ma esistano in tutta l'estensione della corteccia, non escluse le parti più profonde.

Ritornero sull' argomento, nel trattare di una possibile divisione in strati.

2. ° *Cellule fusiformi*. Sono in realtà quasi esclusive dello strato più profondo della corteccia, ove le fibre nervose derivanti dalla corona radiata esistono ancora in fasci paralleli. Pertanto non si può escludere

che la speciale loro forma sia determinata dalle topografiche condizioni di sviluppo, vale a dire, dal trovarsi in mezzo a fasci, che, decorrendo parallelamente fra essi, in certo modo rendono possibile lo sviluppo solo nel senso longitudinale.

Quanto ai caratteri essenziali, le cellule fusate uniformansi esattamente al tipo generale; quindi l'asserzione di Meynert, che esse abbiano rapporti speciali colle fibre nervose, è affatto priva di fondamento. I loro prolungamenti protoplasmatici hanno i soliti rapporti coi vasi e cogli elementi connettivi; in proposito rileverò soltanto come alcuni di quei prolungamenti spesso si spingono molto profondamente, raggiungendo cellule connettive situate proprio nello spessore dello strato midollare.

Il prolungamento nervoso esce prevalentemente da un lato del corpo cellulare dirigendosi tosto verso le fibre, e nel tragitto sempre somministra alcune tenuissime fibrille, le quali mostrano tendenza a ripiegarsi verso l'alto, per raggiungere la rete diffusa esistente nella sostanza grigia.

3.° *Cellule globose o poligonali con angoli arrotondati.* Esistono in scarso numero e anch'esse non possono dirsi proprie di questa o di quella zona, potendosene riscontrare qualcuna tanto nelle zone più superficiali, quanto nelle medie e profonde. Per altro nelle parti profonde, in corrispondenza delle cellule fusate, esistono in quantità notevolmente maggiore. Il loro diametro in larghezza oscilla dai 12 ai 20 μ , quello in lunghezza dai 15 ai 25 μ ; sono in generale provvedute di numerosi prolungamenti protoplasmatici, che, emanando da punti diversi del loro contorno, portansi molto lontano nelle più svariate direzioni, seguendo però sempre, circa il modo di terminazione, le leggi generali.

Riguardo al prolungamento nervoso, abbastanza frequentemente queste presentano una deviazione da quella che può dirsi legge generale; mentre di regola questo prolungamento esce da quella parte delle cellule, che è rivolta verso le fibre nervose, invece nelle cellule in discorso frequentemente esso emana dalla parte opposta, avviandosi verso la superficie della corteccia. Circa all'ulteriore decorso presenta differenze: in alcuni casi si ripiega per uniformarsi al decorso degli altri; molto più frequentemente, decomponendosi in tenuissime fibrille, va a confondersi colla rete nervosa diffusa. Pertanto, circa il prolungamento nervoso di queste cellule, il fatto, che, decomponendosi in tenuissime fibrille, in certo modo esso

perde la propria individualità per confondersi colla rete diffusa, può dirsi normale, mentre, come vedremo, è eccezionale per gli altri tipi cellulari.

Ritornando ora all'argomento della divisione in strati, quanto ho esposto basta per far comprendere come io non creda assolutamente accettabile quella di Meynert, perchè affatto arbitraria e basata su erronei giudizi circa i caratteri morfologici degli elementi distribuiti entro la sostanza grigia corticale; aggiungerò anzi che a tutto rigore io dovrei dire non esser possibile una vera distinzione in strati, giacchè le differenze che si rilevano nelle diverse zone s'effettuano così gradatamente, che riesce impossibile il dire dove finisce uno strato, per incominciare, un altro.

Ad ogni modo, siccome è utile e comodo il poter designare con una certa precisione questa o quella zona corticale, così, volendo pure adottare una distinzione in strati, nella corteccia della circonvoluzione centrale anteriore io mi limiterò ad annoverarne *tre*, cioè:

- I.° *Uno strato superiore* o superficiale (terzo superiore della corteccia) .
- 2.° *Uno strato medio*, (terzo medio).
- 3.° *Uno strato profondo*, (terzo profondo).

Si noti che siffatta distinzione, la quale infine, sino ad un certo punto è in relazione colla distribuzione delle forme cellulari descritte, in qualche modo corrisponde a quella che, come è noto, si vede accennata anche ad occhio nudo mediante una graduazione di colore.

Osservo poi, che nel fare questa distinzione in tre strati, non tengo calcolo dello straticello connettivo superficialissimo, sottomeningeo, strato che, pii' o meno distinto, esiste in tutte le circonvoluzioni e su tutta la loro superficie libera.

Calcolando anche questa parte puramente connettiva, avremmo invece *quattro strati*.

Sebbene l'ammessa distinzione, quanto ai confini, sia pur sempre arbitraria, giacchè relativamente al diametro ed alla forma delle cellule vi hanno gradualissimi passaggi, tuttavia talune differenze esistono e le indicherò nella seguente breve rassegna:

I.° *Strato primo o superficiale*. (v. Tav. XII). È quasi esclusivamente formato da cellule piramidali piuttosto piccole, le quali presentano un lieve aumento di diametro nel passaggio verso lo strato sottostante. Vi sono pure rappresentate, ma in quantità assai scarsa, anche le cellule che ho designate come globose o poligonali.

2.° *Strato secondo o medio*. Vi si riscontrano le cellule piramidali che possiamo designare come medie e grandi. Le seconde esistono prevalentemente in prossimità del confine inferiore dello strato.

Sul conto di queste ultime, voglio mettere in evidenza come non sia difficile il poter accompagnare il loro prolungamento dell'apice fin proprio al suo arrivo nello strato connettivo sottomeningeo. Ad onta delle ripetute divisioni dicotomiche che presenta e dei rami laterali che somministra, troviamo che le ultime propaggini nello strato connettivo hanno ancora un notevole diametro.

Insieme alle grandi ed alle medie cellule, ne esistono altre, parimenti di forma piramidale ed appartenenti alle più piccole, che esistono nella corteccia.

3.° *Strato terzo o profondo*. Quanto alle forme cellulari è quello che presenta le maggiori varietà; però vi prevalgono le fusi formi; le globose o poligonali e atipiche, sono qui più che altrove rappresentate, e non vi mancano le piramidali di medio e piccolo calibro. È ancora in questo strato che si riscontrano le maggiori anomalie quanto alla disposizione dei corpi cellulari e quanto al modo d'origine ed alla direzione del prolungamento nervoso. Circa la direzione, osservo come abbastanza frequentemente le cellule veggansi disposte obliquamente od anche orizzontalmente. Qui con grande prevalenza ho riscontrate le cellule il cui prolungamento nervoso emana nella direzione della superficie libera: fra le diverse deviazioni della tipica disposizione voglio menzionare quella della presenza di cellule aventi ben distinta forma piramidale, ma dirette in senso opposto a quello che può dirsi normale, presentanti cioè la punta in basso e la base in alto.

Nei rari tipi di tal genere da me riscontrati, il prolungamento nervoso emanando dalla base delle piramidi, dirigevasi verso la periferia.

2.

Studio della circonvoluzione occipitale superiore
(estremità posteriore)

Appartiene alle circonvoluzioni, che furono in modo speciale studiate anche da Clarke, il quale, come è noto, vi distingueva sette strati concentricamente disposti. Per evitare inutili ripetizioni della descrizione, da lui data, io mi limiterò a ricordare aver egli asserito che nella corteccia dell'estremità del lobo posteriore «*tutte le cellule sono piccole*». Invece riporterò ancora la divisione di Meynert-Huguenin, che è la più accreditata affine di contrapporvi quella divisione, che, volendo ad ogni costo fame una, a me sembra più conveniente.

Gli strati distinti da Meynert-Huguenin sono nientemeno che otto, i seguenti:

I. ° Strato che corrisponde completamente a quello descritto come primo strato del tipo generale

2. ° Strato simile al secondo del tipo generale (piccole cellule piramidali).

3. ° Lo strato di grosse cellule piramidali sarebbe mancante. Al contrario vi si troverebbe uno strato di nuclei, che offrirebbe la medesima struttura del quarto strato del tipo generale.

4. ° Uno strato contenente delle cellule piramidali molto scarse, ma rimarchevoli per la loro grandezza. A queste cellule, a motivo del loro scarso numero, Meynert dà il nome di *cellule solitarie*.

5. ° Uno strato di nuclei simile a quello che Meynert ammette nelle circonvoluzioni frontali.

6. ° Strato simile a quello descritto per quarto; esso contiene gli elementi della nevroglia, in mezzo ai quali trovansi disseminate delle grandi cellule solitarie in piccol numero.

7. ° Strato di piccole cellule a nucleo arrotondato.

8. ° Finalmente l'ottavo strato sarebbe formato di cellule fusiformi, le quali per forma e disposizione non presentano differenze rispetto al tipo generale.

Pertanto secondo Meynert le circonvoluzioni del lobo occipitale distinguerebbersi per la prevalenza dei così detti *granuli*, dei quali esisterebbero ben tre strati.

Se anche per questa circonvoluzione io volessi raggruppare le diverse forme cellulari, che vi si riscontrano, dovrei, come ho fatto per la circonvoluzione centrale, distinguere tre tipi principali, cioè: 1.° cellule piramidali: 2.° cellule fusiformi: 3.° cellule globose od irregolari; quanto ai caratteri essenziali, sarei costretto a ripetere esattamente quanto ho detto parlando delle cellule nervose in generale e di quelle della circonvoluzione centrale in particolare, il che sarebbe superfluo.

Perciò, quanto ai caratteri generali delle cellule della circonvoluzione occipitale, noterò soltanto che infatti qui si riscontrano in numero un po' maggiore le cellule piccole e piccolissime, che però anche queste ultime hanno sempre ben spiccato il carattere cellulare e sempre sono fornite di numerosi e lunghi prolungamenti, fra i quali con tutta chiarezza si può distinguere il caratteristico prolungamento nervoso. Aggiungerò come assolutamente non facciano difetto le medie, grandi e grandissime cellule gangliari piramidali fornite di caratteri identici a quelli delle cellule che si riscontrano nella circonvoluzione centrale anteriore; nè si può dire che queste ultime cellule si trovino in quantità minore nella circonvoluzione occipitale, che nella circonvoluzione centrale anteriore.

Relativamente alla questione degli strati, è superfluo il dichiarare che la divisione fatta da Meynert (otto strati) è più che mai infondata. E invero, tra l'altro, non saprebbe a qual parte riferire i tre strati di granuli messi in conto da Meynert, essendochè di elementi che meritino la qualifica di *granuli*, fosse pure nel senso di piccole cellule non provvedute di prolungamenti, nè in questa circonvoluzione, come risulta dalla tavola, nè in altre ci è dato trovarne traccia.

Per conto mio, anche riguardo a questa zona corticale, devo dichiarare, che in essa credo non si possa riconoscere nè una vera divisione in strati, nè una regolare distribuzione dei diversi tipi di elementi; però, qualora a scopo di render facile la descrizione e di orientamento vogliasi fare una divisione convenzionale, credo che anche qui, lasciando sempre da parte lo strato connettivo superficiale, potrebbersi distinguere tre strati, e cioè:

I.° *Strato primo o superficiale.*

2.° *Strato secondo o medio.*

3.° *Strato terzo o profondo.*

I.° *Strato primo o superficiale.* Riguardo alla forma, grandezza e disposizione delle cellule nervose, difficilmente saprebbe trovare significative differenze in confronto del corrispondente strato della circonvoluzione centrale anteriore. Le cellule sono anche qui in grande prevalenza di forma piramidale o triangolare più o meno regolari, con apice di regola rivolto verso la superficie libera. Quanto alla grandezza dei corpi cellulari, accurate misurazioni dimostrano che propriamente qui non esiste prevalenza delle forme piccole, trovandosi medie e piccole cellule in quantità presso a poco eguale; nota si però che nell'insieme gli elementi di questo strato offrono minori proporzioni di quelli dello strato sottostante.

La sola differenza che si può rilevare, continuando il confronto tra la circonvoluzione occipitale superiore e la centrale anteriore, è che nella prima incontrasi il primo ordine di corpi cellulari ad una distanza notevolmente minore dalla superficie, che nella circonvoluzione centrale; corrispondentemente qui (circonvoluzione occipitale superiore) le cellule nervose degli ultimi ordini verso la superficie hanno forma più tozza (perché i prolungamenti protoplasmatici dell'apice raggiungono più presto la loro terminazione), che le corrispondenti cellule della circonvoluzione centrale. Probabilmente questa differenza è legata soltanto al maggiore o minore sviluppo del tessuto connettivo, notandosi che quest'ultimo è sempre più abbondante nelle circonvoluzioni parietali e frontali superiori.

2.° *Strato secondo o medio.* È prevalentemente popolato, al pari del corrispondente strato della circonvoluzione centrale anteriore, da cellule piramidali di medio e grande diametro, non però escluse alcune piccole. Le grandi prevalgono verso le parti più profonde dello strato, dove veggonsi distribuite a piuttosto regolari distanze, ma con differenza di livello. Anche qui ho potuto molte volte accompagnare il prolungamento, che rappresenta la continuazione dell'apice delle piramidi e sue divisioni (le quali nel tragitto sono abbastanza numerose ed in forma dicotomica), fino all'arrivo nello strato connettivo sottomeningeo.

3.° *Strato terzo o profondo*. È quello che presenta le più notevoli differenze, non soltanto rispetto allo strato primo e secondo di questa stessa circonvoluzione, ma anche rispetto allo strato corrispondente della circonvoluzione centrale. Vi sono rappresentati tutti i tipi cellulari descritti, e tutte le gradazioni di diametro. Vi si riscontrano in quantità assai grande le cellule fusiformi, però in proporzione forse un po' minore che nella circonvoluzione centrale; è qui del pari che le cellule globose e poligonali quasi esclusivamente esistono; vi troviamo pure, e in quantità notevole, le cellule piramidali medie e piccole, in numero un po' maggiore. Finalmente deve esser segnalata anche la presenza di rare cellule piramidali appartenenti alle più grandi, che si possono riscontrare nella corteccia cerebrale.

Una di queste la si vede appunto disegnata nella tavola 13^a, giù nella zona più profonda, ove i fasci nervosi (che per evitare confusione vennero omissi nella tavola stessa) appena incominciano a farsi divergenti; s'osservi come la continuazione dell'apice della piramide possa esser accompagnata fino al suo arrivo nello strato connettivo superficiale; la lunghezza di queste cellule corrisponderebbe quindi alla larghezza dell'intero strato corticale (la precisa larghezza dalla sua base all' estremità dei prolungamenti dell'apice a me risultò di un millimetro e mezzo, mentre la larghezza era di 30μ).

Relativamente alla fisionomia d'insieme di questo 3° strato, possiamo dire che il carattere suo più spiccato risulta dalla presenza di una grande quantità di cellule nervose piccolissime, di forma globo sa o piramidale od anche fusiforme e provvedute sempre di parecchi prolungamenti (prolungamento nervoso sempre unico), le quali veggonsi disposte nella zona più profonda della corteccia (però senza un limite marcato), zona che anzi è situata ad un livello, ove, ad occhio nudo, pel suo colore bianco, direbbesi che il tessuto è formato di sole fibre nervose.

Se ora, per conclusione, tenendo conto della rassegna dei tipi di cellule gangliari appartenenti alle circonvoluzioni centrale anteriore ed occipitale superiore, da noi scelte per un confronto, vogliamo studiarci di indicare se fra le stesse due circonvoluzioni esistano fondamentali differenze di anatomica organizzazione e in che per avventura queste consi-

stano, facendo astrazione del diverso loro spessore, a me risulta che la sola apprezzabile differenza riguarda lo *strato terzo* o *profondo*, e consiste nel fatto, da ultimo accennato, della presenza di numerose cellule nervose piccole, distribuite in una zona piuttosto ristretta, situata nella parte più profonda dello strato medesimo.

Che a questa sola differenza si possa attribuire un grande peso nella spiegazione dei fatti fisiologici, non soltanto a me sembra difficile il crederlo, ma, tenendo conto dei fatti esposti, io ritengo che sarebbe di gran lunga più giustificata la contraria sentenza, vale a dire che le differenze funzionali inerenti alle varie circonvoluzioni cerebrali trovano la loro ragione non già nelle particolarità istomorfologiche delle circonvoluzioni medesime, sibbene nell'andamento e nei rapporti periferici dei fasci nervosi, che dalle circonvoluzioni hanno origine. *La specificità della funzione delle varie zone cerebrali (circonvoluzioni, ecc.) sarebbe in rapporto non già colle particolarità di anatomica organizzazione delle zone medesime, bensì colla specificità degli organi, ai quali perifericamente vanno a metter capo le fibre, che dalle stesse zone hanno origine.*

IV.

Sulla fina anatomia delle circonvoluzioni cerebellari.

Intorno alla fina costituzione delle *circonvoluzioni del cervelletto*, parecchi argomenti sono tuttora oscuri e controversi e non poche inesattezze sono generalmente accettate quali fatti dimostrati.

Onde poter rischiarare qualcuno di quei punti oscuri e dimostrare il nessun fondamento di parecchie asserzioni, avendo io, anche a questa parte del sistema nervoso centrale, applicati i nuovi più fini metodi di indagine, ho potuto raccogliere una serie di fatti, che, nell'insieme, parmi rappresentino un passo notevole verso la più precisa conoscenza della struttura di tale organo.

Questi risultati io verrò man mano esponendoli, nel passare metodicamente in rassegna i vari strati, che in ogni circonvoluzione cerebellare si possono distinguere.

Nell'accingermi a questa esposizione, amo richiamare in modo speciale l'attenzione sulle figure che unisco a corredo di questa parte del lavoro (v. Tavole XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI), le quali da sole, massime se vengono confrontate colle figure più dettagliate che corredano gli ultimi trattati di Anatomia ed Istologia, non che i lavori istologici speciali sul cervelletto (¹), potranno a colpo d'occhio far rilevare parecchi dei fatti che verrò descrivendo, ed insieme far apprezzare il valore dei metodi di studio da me adoperati.

Se noi esaminiamo ad occhio nudo una sezione verticale di circonvoluzione cerebellare, possiamo in essa distinguere tre strati, che si differenziano per le diverse gradazioni di colore, cioè: uno strato esterno di color grigio rossigno; uno medio di color rossigno più spiccato; ed uno interno bianchiccio o bianco roseo.

A questa divisione, rilevabile senza aiuto di mezzi d'ingrandimento, corrisponde quella che si può fare anche in base ai più spiccati caratteri istologici. Pertanto anche all'osservazione microscopica, in ogni circonvoluzione cerebellare distinguiamo tre strati, che io designerò coi nomi comunemente adottati, cioè:

- I. ° *Strato superficiale o molecolare.*
2. ° *Strato medio o dei granuli.*
3. ° *Strato interno o delle fibre nervose.*

I. ° Strato molecolare. Deve questo suo nome all'aspetto finamente granuloso, che il tessuto da cui è formato presenta, allorchè lo si esamina coi comuni metodi, aspetto che corrisponde a quello di tutti gli strati di sostanza grigia in generale e più specialmente a quello della corteccia delle circonvoluzioni cerebrali.

Non volendo entrare per ora nell' intricata questione della vera natura di tal tessuto apparentemente granuloso, passerò senz' altro alla enumerazione e descrizione degli elementi costitutivi dello strato.

(¹) Veggansi, p. es., le figure 252 e 253 a pag. 432 e 434 dell'*Allgemeine Anatomie* di Krause; fig. 259 a pag. 793 dell'*Handbuch* di Stricker (art. di Meynert); e fig. 175, 176, 177, 178, 179 a pag. 262, 265 del trattato di Anatomia di Henle (*Nervenlehre*, ultima edizione 1879).

Considero come appartenenti a questo strato i seguenti elementi:

1.° Una serie di grandi cellule nervose, le così dette cellule di Purkinje, situate in regolare ordine lungo il confine interno dello strato, con poche differenze di livello.

2.° Una grande quantità di cellule nervose piccole, distribuite in tutto lo spessore dello strato senza determinato ordine.

3.° Cellule e fibre connettive in grande quantità.

4.° Fibre nervose.

Cellule nervose grandi o cellule di Purkinje. Di forma globosa o piriforme, e situate nell'accennata zona di confine tra lo strato superficiale ed il medio, con regola costante esse inviano l'unico prolungamento nervoso, di cui sono provvedute, verso lo strato dei granuli, mentre nell'opposta direzione continuansi in 2, 3 o più processi (prolungamenti protoplasmatici), che s'insinuano nello strato molecolare in direzione molto obliqua spesso quasi orizzontale o parallela alla superficie. Lungo l'andamento di queste prime grosse propagini emanano numerosi rami secondari, i quali invece tendono a portarsi verticalmente verso la superficie, somministrando però sempre rami obliqui, che alla loro volta assumono prevalentemente direzione parallela ai rami secondari e quindi perpendicolari alla superficie. Questo succedersi di suddivisioni oblique e verticali si ripete fino a che il sistema di ramificazioni protoplasmatiche, ormai ridotto a rami di notevole finezza, ha raggiunto la superficie libera sottomeninge (strato connettivo limitante), ove i singoli rami terminano nel modo descritto per le cellule nervose cerebrali, cioè mettendosi in rapporto colle pareti dei vasi, o colle cellule connettive dello strato marginale.

Durante questo tragitto poi i rami protoplasmatici già descritti, tanto i più fini (di 3° o 4° ordine) che i più grossi (di 1° o 2° ordine), emettono continuamente dei ramuscoli, i quali a differenza dei primi, si ramificano e decorrono in modo affatto irregolare, portandosi in tutte le direzioni ed occupando gli interstizii lasciati liberi dai grossi rami.

Nelle ramificazioni protoplasmatiche di ogni cellula si potrebbe quindi distinguere 1.° un sistema fondamentale di rami, che mostrano tendenza a portarsi direttamente verso la superficie dello strato molecolare, con direzione più o meno perpendicolare alla superficie stessa; 2.° un sistema

secondario di fine ramificazioni, che assumono le più svariate direzioni e decorrono affatto irregolarmente.

Da tutto questo complicato sistema di ramificazioni risulta che, allorquando la reazione nera è perfettamente riuscita, lo strato molecolare in tutta la sua estensione appare occupato da un fitto intreccio di fili. L'impressione che si ha allorquando si fa l'esame con deboli ingrandimenti è che si tratti di una rete, ma un esame accurato con ingrandimenti maggiori (anche soltanto di 300 diametri) ne fa accorti trattarsi invece di un intreccio fitto e complicato, del quale soltanto con figure credo si possa dare un' idea prossima al vero (Veggansi specialmente le Tav. XV, e XVI).

Ciò che soprattutto, circa il modo di comportarsi dei prolungamenti protoplasmatici, io voglio far rilevare, è che essi assolutamente non danno origine a fibre nervose, nè direttamente, nel modo descritto da Hadlich ed Obersteiner, nè indirettamente (col decomorsi in una fina rete matrice di fibre nervose) come venne asserito da Boll, che disse d'aver osservato la trasformazione dei prolungamenti protoplasmatici in fibre nervose, la qual cosa evidentemente non era che una semplice sua congettura od arbitraria interpretazione.

Più interessante, per la conoscenza dell' origine centrale delle fibre nervose, è il modo di comportarsi del prolungamento nervoso delle cellule di Purkinje.

Tale prolungamento, emanante da quella parte del corpo cellulare, che volgesi verso lo strato dei granuli, nei miei preparati può esser veduto a colpo d'occhio, anche coi più deboli ingrandimenti, attraversare detto strato con decorso ora rettilineo, ora tortuoso, non di rado anzi con curve piuttosto complicate, per portarsi nello strato midollare, entro il quale, unito ai fasci di fibre nervose, talora può essere seguito per lunghi tratti.

Durante questo tragitto, non rimane semplice, come, dopo Deiters, venne asserito dagli osservatori, che a fresco riuscirono ad accompagnare il prolungamento nervoso per qualche tratto; ma ad intervalli, in ispecie nel mentre attraversa la prima metà dello strato granulare, somministra lateralmente delle fibrille, le quali alla lor volta emettono altri fili, che pure si ramificano.

Intorno a questo sistema di filamenti emananti dal prolungamento

nervoso delle cellule di Purkinje, merita in particolar modo d'esser posta in rilievo la tendenza che molti di essi presentano di portarsi, ripiegandosi verso la superficie delle circonvoluzioni, nello strato molecolare (V. specialmente Tav. XV), per entrare a far parte del complicato sistema di fibre nervose, che là esistono.

Noto ora incidentalmente che alla formazione di tale sistema di fibre nervose dello strato molecolare, evidentemente hanno parte anche i prolungamenti nervosi delle piccole cellule gangliari, che in detto strato trovansi disseminate in grande numero.

Cellule nervose Piccole dello strato molecolare. Mentre resistenza di cellule nervose riguardo allo strato molecolare può dirsi generalmente negata, io posso invece asserire che gli elementi di tal natura nello strato medesimo si riscontrano in numero assai cospicuo; si può anzi calcolare che, entro un determinato spazio, le cellule gangliari qui esistenti siano pressochè in egual numero, che in uno spazio corrispondente della corteccia cerebrale (Veggasi Tav. XVI). Trovansi disseminate in tutta l'estensione dello strato molecolare, cioè dal fondo, a livello delle cellule di Purkinje, fino alla superficie ad immediato contatto dello strato connettivo limitante. Hanno il diametro di 6- 12 μ circa. Riguardo alla forma presentano notevoli differenze: ve ne sono cioè di forma globosa, e sono le più numerose, di ovoidali, di fusate, di triangolari, di coniche, ecc. con tutte le graduazioni di passaggio dall'una forma all'altra. Sono fornite di 4, 5, 6 prolungamenti, ed anche più, elegantemente e complicatamente ramificati in modo dicotomico, intorno alla natura dei quali si verifica la stessa legge, che vale per le cellule nervose in generale; cioè uno soltanto di essi si può qualificare come essenzialmente nervoso, destinato a dar origine ad una serie di fibrille nervose od a mettersi in rapporto con tale categoria di elementi; tutti gli altri offrono i caratteri di prolungamenti protoplasmatici.

I prolungamenti protoplasmatici, per le cellule situate nella parte profonda dello strato molecolare, dirigonsi in generale verso la periferia del cervelletto, arrivando spesso a toccare l'estremo margine della circonvoluzione; per le cellule situate alla periferia dello strato molecolare, la direzione dei prolungamenti protoplasmatici è qualche volta inversa, essi portansi cioè all'ingiù, verso lo strato dei granuli; ordinariamente però

in quest'ultima località, come anche più in basso verso il mezzo dello strato, non hanno direzione ben determinata: molti dirigersi orizzontalmente, per ripiegarsi poi nella direzione dello strato dei granuli o verso la periferia, altri dirigersi verso la periferia, altri verso l'interno.

Riguardo al punto di partenza del prolungamento nervoso, non hanno una legge fissa; lo si vede partire, ora da uno dei lati del corpo cellulare, ora dalla parte di esso che volgesi verso la parte profonda dello strato molecolare, ora dalla parte rivolta verso la superficie. Questa irregolarità è evidentemente in relazione alla circostanza, che esso non è destinato a portarsi direttamente verso fasci di fibre nervose aventi una ben determinata direzione, ma deve invece entrare a far parte dell'intreccio di fibre nervose, che trovasi diffuso in tutto lo strato molecolare.

Del resto, facendo argomento di particolareggiato esame il contegno di questo prolungamento, esame che per la conoscenza del modo di origine centrale delle fibre nervose, non deve mai essere trascurato, si possono rilevare particolarità diverse, che meritano considerazione. A poca distanza dal punto di origine (6, 10, 20 μ) esso comincia ad emettere filamenti di finezza estrema, i quali, a loro volta, si suddividono, analogamente a quanto succede per il corrispondente prolungamento di molte cellule gangliari della corteccia cerebrale (secondo tipo), colla differenza che qui le ramificazioni sono molto più fine e succedono a minor distanza l'una dall'altra. Col ripetersi delle suddivisioni, ben presto il prolungamento nervoso perde i caratteri di filo ben individualizzato, per confondersi col diffuso intreccio di fibre.

Sonvi poi, nel modo di comportarsi del prolungamento nervoso medesimo, molte varietà, di alcune delle quali, è pur conveniente si prenda nota. Ad esempio: talora esso discende verticalmente fin quasi a livello delle cellule di Purkinje per quindi riascendere, formando un'ansa di varia larghezza ed emettendo continuamente, in questo lungo tragitto, dei filamenti laterali; talora forma curve bizzarre in vario senso; spesso, ciò che io ho osservato specialmente verso la parte profonda dello strato molecolare, partendo dal corpo delle cellule, assume decorso francamente orizzontale, decorso che conserva per lunghi tratti, dando inserzione a numerose fibrille nervose ascendenti e derivanti dallo strato granulare; spesso ancora a poca distanza dal punto d'origine, scompone si in 4, 5, 6 e più fibrille ramificate, emananti a breve distanza l'una dall'altra, le

quali discendono quasi verticalmente fin presso lo strato granulare, ove sottraggonsi all'esame.

Pertanto nel modo di comportarsi di questo prolungamento nervoso si ripete presso a poco quanto si verifica nelle fibre nervose, di guisa che appare ovvia la supposizione che le fibrille emananti dallo stesso prolungamento vadano a mettersi in rapporto colle fibre nervose; ma sull'argomento della connessione delle cellule gangliari colle fibre nervose dovremo ancora far parola nel descrivere l'andamento di queste ultime.

Cellule e fibre connettive dello strato molecolare. Lo stroma connettivo è nello strato superficiale della corteccia cerebellare largamente rappresentato; tuttavia deve dirsi che proprio nel suo spessore le cellule connettive sono scarsissime. Vi abbondano invece le fibre (prolungamenti delle cellule connettive), le quali, attraversandolo radialmente in tutta la sua larghezza, vi formano una siepe abbastanza fitta (v. Tav. XXI.)

Le fibre connettive, che in tal guisa attraversano lo strato molecolare, derivano in parte da uno strato di cellule connettive, che, applicate sulla superficie libera di ogni circonvoluzione, inviano all'interno dello strato numerosi prolungamenti fibrillari, che frequentemente possono essere seguiti fin entro lo strato dei granuli; in parte, e forse prevalentemente, derivano da cellule connettive situate o nella zona periferica dello strato granulare, od anche più profondamente.

Anche questo sistema di fibre derivanti dalle cellule strato dei granuli, non di rado può essere veduto in tutto il attraverso lo strato molecolare, fino alla sua superficie.

Finalmente devo pur notare che anche nello spessore dello strato molecolare esistono, sebbene in scarso numero, delle cellule connettive abbastanza ben pronunciate, i cui prolungamenti, emanando dagli opposti poli del corpo cellulare, portansi verticalmente o verso la superficie libera, o verso lo strato dei granuli.

Fibre nervose. Le troviamo in quantità considerevole, e non soltanto nella parte profonda, ma anche nelle zone più superficiali. Del modo di comportarsi delle fibre nervose entro lo strato molecolare e più specialmente del tipico plesso, che esse vi formano in corrispondenza circa del terzo interno, farò speciale menzione nel descrivere l'andamento generale delle fibre nervose derivanti dallo strato midollare.

Dopo questa rassegna degli elementi che popolano lo strato molecolare, piacemi ricordare la descrizione che di tale strato viene data da qualcuno fra i moderni più autorevoli anatomici ed istologi.

Secondo Henle ⁽¹⁾, il tessuto dello strato esterno della corteccia cerebellare consta di una sostanza gelatinosa (?) alquanto modificata o finamente granulata, contenente soltanto poche cellule connettive stellate ed alcuni granuli. Questo stesso strato, secondo la descrizione di Meynert, sarebbe assai ricco di una sostanza fondamentale connettiva, che corrisponderebbe alla sostanza reticolare molecolare fondamentale della corteccia cerebrale. Disseminati in questa sostanza, oltre i nuclei apparentemente liberi di sostanza connettiva, esisterebbero dei piccoli corpi nervosi, triangolari e fusiformi, la cui natura nervosa però, a cagione della facile decomposizione del loro protoplasma, sarebbe assai più difficile a stabilirsi che nella corteccia cerebrale. Krause ⁽²⁾ nella descrizione dello strato molecolare (prima e seconda delle tre parti in tale strato da lui distinte) non fa cenno di cellule nervose. Ed Huguenin ⁽³⁾, riguardo allo strato in questione, si limita ad asserire che in esso esistono pochissime cellule nervose di forma triangolare o quadrangolare.

E per ricordare anche qualcuno degli studi istologici speciali, sulla fina costituzione delle circonvoluzioni del cervelletto, dirò come Boll, nel lavoro intorno a siffatto argomento pubblicato ⁽⁴⁾, al quesito che egli esplicitamente si pone, se nello strato molecolare esistono, oltre le cellule di Purkinje, altre cellule gangliari, risponde risolutamente di no. « Nello strato molecolare, egli dice (pag. 77), io non conosco che i sovraccennati nuclei a doppio contorno, che debbonsi ascrivere alla sostanza connettiva molecolare. i quali sono piuttosto uniformemente distribuiti in tutto lo strato corticale, ed oltre questi, anche talune isolabili cellule connettive, le quali però sono limitate al superficiale strato marginale libero della corteccia cerebellare ».

⁽¹⁾ HENLE. Handbuch der Anatomie (Nervenlehre pag. 627) Braunschweig 1879.

⁽²⁾ W. KRAUSE. Allgemeine und mikroskopische Anatomie. Hannover 1876.

⁽³⁾ HUGUENIN. Allgemeine Pathologie der Krankheiten des Nervensystems. Anatomische Einleitung. Zurich 1873 pag. 293.

⁽⁴⁾ F. BOLL. Die Histiologie und Histiogenese der nervösen Centralorgane, Berlin 1873.

II. *Secondo strato, o strato dei granuli*. Ricevette il nome di *strato granulare* dal concetto che gli istologi passati avevano (ed ancora hanno parecchi moderni) della natura degli elementi, che con grandissima prevalenza vi si riscontrano.

Sebbene dalla descrizione, che darò, risulti che ora debbasi essenzialmente modificare quel concetto, tuttavia trovo superfluo sostituire altro nome, giacchè quello usato esprime ad ogni modo il carattere più spiccato dello strato, quale si presenta coi comuni metodi di preparazione, mentre la natura di piccole cellule nervose, che nei così detti granuli noi dobbiamo ora riconoscere, può essere posta in evidenza soltanto mediante speciali procedimenti.

Allo strato granulare, lasciando da parte le fibre nervose, la cui descrizione parmi convenga comprenderla nello studio dello strato midollare, devonsi ascrivere i seguenti elementi:

1°. I così detti *granuli* (cellule nervose piccolissime).

2°. *Cellule nervose grandi*.

3°. *Cellule connettive*.

Granuli. Omettendo di fare la rassegna, che sarebbe oltremodo lunga, delle opinioni, che dagli istologi vennero manifestate intorno alla natura di questi elementi, dalla qual rassegna sarebbe risultato che molti (la maggioranza) hanno sostenuto che questi così detti granuli sono elementi connettivi, mentre gli altri li hanno pur considerati come di natura nervosa, omettendo, dico, questa rassegna, sull'argomento osserverò soltanto che la discussione fino ad ora quasi mancò completamente di base dal momento che mancava un mezzo per far conoscere i caratteri morfologici dei corpi, che erano oggetto di discussione. A prova di ciò ricorderò che Boll fra gli elementi dello strato granulare evidentemente designava come nervosi quelli, che invece sono di natura connettiva. Egli cioè dice che la natura nervosa di qualcuno di questi elementi provveduti di prolungamenti, è indicata dalla pigmentazione del corpo cellulare; ora nello strato granulare del cervelletto dell'uomo, sono appunto le cellule connettive raggiate che sogliono essere pigmentate, mentre in condizioni normali, non lo sono, non dirò i granuli, ma nemmeno le cellule nervose grandi. Del resto Boll è fra quelli, che ai granuli propriamente detti attribuisce natura connettiva.

Adunque in base ai nuovi criteri risultanti dalla delicata reazione, mediante la quale io ho potuto mettere in evidenza in tutti i suoi dettagli la forma degli elementi in questione (veggasi Tav. XIX), io devo dichiarare questi così detti granuli come vere cellule nervose Piccole (le più piccole cellule nervose esistenti nell' organismo nostro.)

Come risulta dalla Tavola XIX, nella quale l'aspetto dei granuli è riprodotto colla massima verità a circa 300 diametri di ingrandimento, essi presentansi sotto forma di piccole cellule, generalmente di forma globosa, provvedute di tre, quattro, cinque, od anche sei prolungamenti dei quali (come per tutte le cellule gangliari) uno soltanto ha i caratteri di prolungamento nervoso, mentre tutti gli altri offrono invece il carattere di prolungamenti protoplasmatici. Il primo ha finezza estrema, ed è solo nei casi, nei quali la reazione è più felicemente riuscita, che può essere con sufficiente chiarezza differenziato dagli altri. L'estrema sua finezza rende assai difficile il poterne studiare l'andamento; tuttavia in qualche caso l'ho veduto emettere dei fili laterali e talvolta ho anche potuto verificare la sua inserzione a fibre nervose attraversanti lo strato. Quindi anche riguardo a queste cellule posso dire di aver constatata la loro connessione colle fibre derivanti dalla parte profonda delle circonvoluzioni.

Più limitata è la storia dei prolungamenti protoplasmatici. Dopo alcune suddivisioni dicotomiche, i singoli rami, a non molta distanza dal punto d'origine, terminano in modo che è piuttosto difficile a descriversi; l'impressione che si ha, osservando i preparati più fini, è che essi prolungamenti si decompongano in un fino ammasso granuloso, e sembra altresì, che nello stesso ammasso di granuli concorrano, identicamente decomponendosi, i prolungamenti analoghi di altri vicini granuli.

Cellule nervose grandi dello strato granulare. Ne trovai di due diversi tipi, cioè di forma fusata (v. Tav. XVIII) e di forma globosa o poligonale con angoli arrotondati (Tav. XIV, XVII e XIX).

Le prime le rinvenni quasi esclusivamente nel cervelletto dell'uomo e sono sempre scarse ed isolate. Quanto a situazione esse non presentano norme fisse, esistono cioè tanto nella zona profonda e nelle intermedie. Il loro diametro in larghezza è di circa 20 μ , quello in lunghezza è indeterminato, giacchè il loro corpo passa gradatamente nei prolungamenti dei due poli. Il prolungamento nervoso di solito ha origine dai

lati del corpo cellulare, e decomponendosi in tenui fibrille, passa a far parte del complicatissimo sistema di fibre nervose esistente nello strato granulare.

I prolungamenti protoplasmatici, che si suddividono nel modo comune a questo genere di prolungamenti, possono esser seguiti fino a grande distanza dal corpo cellulare; la loro terminazione non ho mai potuto sorprenderla. Ma naturalmente non v'ha motivo per credere che, circa il finale loro modo di comportarsi, essi sottraggansi alla legge generale.

Le cellule globose e poligonali con angoli arrotondati, quanto alla loro, situazione, presentano norme più fisse, vale a dire trovansi di solito nella zona periferica dello strato granulare, od anche proprio a livello delle cellule di Purkinje; quanto a volume, sono eguali o di poco inferiori a queste ultime. I numerosi prolungamenti protoplasmatici di cui sono fornite mostrano tendenza a dirigersi verso la superficie libera, anzi, quelli portanti in questa direzione, spesse volte, ho potuto seguirli fino oltre la metà dello strato molecolare, alla cui superficie sembra che molti vadano a terminare.

Il loro prolungamento nervoso conservasi semplice fino alla distanza di 20 o 30 μ , quindi si ramifica complicatamente. Il più d'un caso dal solo prolungamento nervoso di una di queste cellule vidi risultare, per le ripetute e fine suddivisioni verificantisi in tutte le direzioni, un complicato intreccio di fibrille, esteso dal fondo alla periferia dello strato granuloso e nelle due direzioni laterali esteso per più di 200 μ . Richiamo in proposito l'attenzione sul prolungamento nervoso (colorato in rosso) delle cellule di questo tipo raffigurate nelle Tav. XIV e XVII.

Cellule connettive (v. Tav. XXI). Nello strato dei granuli le troviamo in quantità molto maggiore che nello strato precedente descritto; hanno la forma raggiata caratteristica degli elementi connettivi del sistema nervoso centrale. I loro prolungamenti ramificati dal corpo cellulare, da cui hanno origine, portansi in tutte le direzioni, formando un intreccio complicato che rappresenta lo stroma di sostegno degli elementi nervosi. Anche qui, come per tutte le altre parti del sistema nervoso centrale, non soltanto le cellule connettive veggonsi in maggior quantità distribuite lungo l'andamento dei vasi sanguigni, ed anche ad immediato contatto delle pareti di questi, ma anche se lontane dai vasi, a questi stanno connesse mediante robusti prolungamenti.

III. *Strato interno o midollare*. Non tenendo conto di talune cellule nervose che eccezionalmente possono trovarsi proprio in mezzo ai fasci nervosi, cellule che ho messe nella categoria di quelle esistenti nello strato granulare, quali elementi costitutivi dello strato interno o midollare devonsi annoverare soltanto: *elementi connettivi e fibre nervose*.

Riguardo agli *elementi connettivi*, vale quanto si dovrà dire nel fare lo studio dello stroma connettivo dei centri nervosi in generale.

Le *fibre nervose*, per la massima parte di notevole finezza, hanno i caratteri proprî delle fibre nervose midollari centrali in generale, nè mancano in esse i fini apparati ad imbuto destinati a contenere la guaina midollare, e formati da tenuissime fibrille avvolte a spira. Facendo qui argomento di particolareggiato studio soltanto il loro modo di decorrere ed il contegno che esse tengono nei due strati ove hanno origine, osservo innanzi tutto che facendo l'esame con deboli ingrandimenti e su preparati nei quali le fibre siano rese evidenti da qualche reattivo, che faccia loro assumere un colore oscuro (ad es. acido osmico), si scorge che i fasci nervosi dei singoli raggi midollari, entrando nello strato granulare, si espandono a ventaglio, lasciando posto negli interstizî ai granuli.

In questo tragitto, molte fibre perdono la guaina midollare; molte invece conservano il carattere di fibre midollate fino a livello delle cellule di Purkinje, anzi buon numero, penetrano come tali nello strato molecolare, ove ben presto sono perdute di vista.

L'impressione di questo primo studio, è che l'andamento sia piuttosto semplice, anzi parrebbe autorizzata la supposizione che le singole fibre, mettano capo individualmente a qualche elemento gangliare, nel modo comunemente descritto.

Se non che, qualora lo studio venga fatto invece con metodi più delicati, che permettono di seguire, una per una, le singole fibre in tutte le loro vicende, si vede che le cose corrono in modo assai più complicato.

Il fatto più saliente che ne si affaccia studiando in dettaglio l'andamento delle fibre nervose, a partire dai raggi midollari, è la complicata ramificazione che molte di esse presentano. Già nell'interno dei raggi midollari, ove le fibre decorrono parallele fra loro, da queste veggonsi qua e là spiccare, in generale ad angolo retto, delle diramazioni secondarie, le quali si insinuano nello strato dei granuli.

Da questi rami poi ne emergono altri, i quali seguitando il tragitto, con direzione più o meno obliqua, parimenti continuano a ramificarsi; e poichè tutti i filamenti di 1°, 2°, 3°, 4°, ordine ripetono il fatto delle complicate suddivisioni e mantengono l'irregolare decorso, così ne risulta un intreccio così complicato, da riescire impossibile seguire le vicende delle singole fibrille; certo è che i rami derivanti da una sola fibra nell'attraversare lo strato granulare si decompongono in modo estremamente complicato, e si portano a grandissime distanze le une dalle altre, per cui evidentemente, mediante queste complicate suddivisioni, molte fibre sono destinate a mettersi in rapporto con gruppi cellulari diversi e gli uni dagli altri molto lontani.

E qui trovo conveniente ricordare essere da questo complicato plesso esistente nello strato granulare che veggonsi derivare le fibrille, che vanno a mettersi in rapporto coi granuli, ciò che val quanto dire che nella formazione del plesso prendono parte i granuli col loro prolungamento nervoso.

Le complicate suddivisioni descritte si verificano per molte fibre, fors'anche per la maggioranza, ma è pur d'uopo rilevare che per un numero considerevole di esse le cose procedono in modo assai più semplice; le fibre che si differenziano dalle altre per quest'altro speciale contegno deviano semplicemente dal fascio a cui appartengono, per internarsi obliquamente nello strato dei granuli, portandosi con franca direzione e dando origine a pochi fili secondari verso lo strato molecolare.

Direbbesi pertanto che esistono due categorie di fibre: le une, che, suddividendosi in modo estremamente complicato, danno origine ad un plesso nervoso diffuso, tanto nello strato granulare, quanto nello strato molecolare; le altre che sembra si portino più direttamente alla loro destinazione, sebbene anche da esse abbiano origine alcuni fili secondari.

Vedremo infine se questo doppio modo di comportarsi delle fibre nervose, sia in relazione con altri fatti già da me notati nella descrizione generale delle cellule gangliari e se l'insieme delle particolarità descritte possa dar fondamento a qualche congettura diretta a spiegare il diverso modo di manifestarsi dell'attività funzionale dei centri nervosi.

Continuando lo studio dell'andamento delle fibre, rimangono a considerare quelle che, proseguendo il tragitto, od avendo origine nello strato dei granuli, sono destinate ad aggiungersi al ricco plesso esistente anche

nello strato molecolare. Se osservasi la zona di confine tra lo strato dei granuli e lo strato corticale esterno, scorgesi una fitta siepe di fibre isolate o riunite in fascetti, talune finissime, altre robuste, le quali, con decorso generalmente tortuoso, spesso contornando il corpo delle cellule di Purkinje ed emettendo continuamente rami, attraversano detta zona e penetrano nello strato molecolare, ove o ripiegansi orizzontalmente poco dopo che vi sono entrate, oppure si inseriscono ad altre fibre che ivi hanno decorso orizzontale; oppure spingendosi ben oltre obliquamente nello strato vi subiscono poi una complicata ed elegante suddivisione. Infine detta siepe di fibrille che penetra nello strato molecolare forma, entro questo, un plesso ricchissimo ed estremamente complicato.

Uno studio più particolareggiato della derivazione della siepe di fibre che vediamo portarsi nello strato molecolare ne fa rilevare, che la parte prevalente ha origine dal plesso esistente nello strato dei granuli, in certo modo presentandosi come la continuazione del plesso medesimo, e che in parte pur deriva dai filamenti emananti dal prolungamento nervoso delle cellule di Purkinje, i quali, come notammo, mostrano tendenza a dirigersi verso lo strato molecolare e la loro congiunzione colle fibre di altra origine, là esistenti, è fatto che io ho più volte verificato.

Nel mentre lascio da parte altri dettagli, la cui significazione ora si presenta oscura, qual dato che per la storia dell'origine centrale delle fibre nervose cerebellari parmi offra molto interesse, riferirò d'aver in parecchi casi constatata la connessione di fibrille nervose emananti dal plesso colle piccole cellule gangliari dello strato molecolare, o, viceversa, l'inserzione dei filamenti risultanti dalla suddivisione del prolungamento delle cellule in discorso, nelle fibrille appartenenti al plesso.

Pertanto alla formazione del complicato plesso nervoso esistente nello strato molecolare concorrerebbero:

- I.° Fibre che derivano dai raggi midollari e che attraversano lo strato dei granuli.
- 2.° Fibrille emananti dal prolungamento nervoso delle cellule di Purkinje.
- 3.° I prolungamenti nervosi delle piccole cellule del medesimo strato molecolare.

Lo stesso plesso, poi, studiato nel suo insieme si presenta fitto e prevalentemente formato da fibre robuste e con decorso orizzontale, nella

zona profonda dello strato molecolare; man mano meno fitto e formato da fibrille più tenui ed a decorso affatto irregolare, negli strati più superficiali.

Dopo questa esposizione di dettagli, volendo io pur tentare di fare una sintesi anatomica dei rapporti che, entro le singole circonvoluzioni cerebellari, esistono tra le cellule e le fibre nervose, devo richiamare innanzi tutto, che nelle circonvoluzioni medesime esistono quattro categorie di elementi cellulari destinati a dar origine alle fibre nervose, cioè:

1.° *Le grandi cellule* dette di Purkinje, situate nella zona di confine tra lo strato molecolare ed il granulare.

Riguardo al prolungamento nervoso di tali cellule, vedemmo come in esso in certo modo si possa distinguere: *a)* un tronco principale che portasi più o meno direttamente nello strato midollare, ivi assumendo significato di fibra nervosa; *b)* una serie di fibrille emananti dallo stesso prolungamento, le quali in parte entrano a far parte del plesso nervoso esistente nello strato dei granuli, in parte, ascendendo nello strato molecolare, parimenti entrano nel plesso di fibre nervose là pure esistente.

2.° *Le piccole cellule nervose* in grande quantità disseminate nello strato molecolare, cellule pure fornite di prolungamento nervoso. Quest'ultimo, suddividendosi finamente, perde presto la propria individualità per entrare alla sua volta nel plesso accennato.

3.° I così detti *granuli* dello strato che da essi prende nome, i quali, come vedemmo, devonsi considerare come altrettante piccole cellule nervose. Ho pure già notato che il prolungamento nervoso di siffatte piccole cellule prende parte alla formazione del fino intreccio di fibre nervose, che esiste nel rispettivo strato.

4.° Da ultimo le grandi cellule appartenenti al medesimo strato granulare, il cui prolungamento nervoso, colle innumerevoli sue suddivisioni, s'aggiunge pure al plesso nervoso diffuso ivi esistente.

Se ora io rivolgo uno sguardo complessivo alle qui enumerate categorie di organi d'origine delle fibre nervose, in speciale modo ponendo attenzione al modo di comportarsi del relativo prolungamento nervoso, parmi di poter fare un più semplice raggruppamento, e precisamente io penso debbansi riunire in un solo gruppo le categorie di cellule comprese

sotto i numeri 2, 3, 4, mentre parmi rappresentino qualche cosa di distinto, una categoria a sè, le cellule designate sotto il numero I.^o (Cellule di Purkinje).

Questo speciale raggruppamento sarebbe autorizzato dalle seguenti considerazioni:

I.^a Che tanto il prolungamento nervoso delle piccole cellule dello strato molecolare, come quello di tutte le cellule nervose messe in conto dello strato dei granuli, compresi gli stessi così detti granuli, non mostrano tendenza di sorta a portarsi in una determinata direzione per unirsi a fasci di fibre aventi un determinato decorso, ma invece, decomponendosi in tenuissimi fili, perdono presto la propria individualità, per prender parte alla formazione di un intreccio o plesso nervoso diffuso.

2.^a Che dal punto di vista dall'andamento delle fibre, non può dirsi esista demarcazione fra lo strato granulare ed il molecolare e che anzi, il plesso nervoso esistente in quest'ultimo strato, è in evidente connessione o continuità con quello dello strato granulare.

3.^a Che invece, il prolungamento nervoso delle cellule di Purkinje, sebbene dia origine a fili laterali, conserva sempre la propria individualità e, anzichè decomorsi in un plesso diffuso, va francamente a formare una fibra nervosa dei raggi midollari.

Pertanto, avremmo da una parte varie categorie di cellule gangliari, che mediante il loro prolungamento nervoso finamente suddiviso, danno origine ad un comune complicatissimo intreccio o plesso di fibre nervose.

Dall'altra, avremmo invece una più limitata categoria di cellule gangliari, il cui prolungamento nervoso, mantenendosi ben individualizzato, sebbene dia origine a fili laterali, passa direttamente a costituire una distinta fibra nervosa midollare.

E qui si presenta l'opportunità di rilevare come il semplice raggruppamento, ora fatto, delle diverse categorie di cellule, (raggruppamento basato sul modo di comportarsi dei rispettivi prolungamenti nervosi) sia in esatta corrispondenza col contegno da noi verificato nelle fibre nervose dai raggi midollari allo strato molecolare. Vedemmo infatti che molte si decompongono in modo estremamente complicato, formando un plesso diffuso (corrispondenza col prolungamento nervoso della prima categoria di cellule gangliari) mentre invece altre attraversano più o meno direttamente lo strato granulare, somministrando rari fili laterali (corrispondenza

col prolungamento nervoso della seconda categoria delle cellule gangliari).

In base ai fatti qui esposti e soprattutto di fronte alle spiccate differenze da ultimo notate relativamente al modo con cui le cellule nervose si mettono in rapporto colle fibre, parmi non sia più mettere in campo un'ipotesi infondata, se io dichiaro di essere portato ad attribuire alle due categorie di cellule da noi distinte, ed alle corrispondenti due categorie di fibre una significazione fisiologica essenzialmente diversa. E invero le cellule, il cui prolungamento nervoso va direttamente a formare una fibra nervosa, parmi ovvio il considerarle quali organi aventi influenza diretta sulle parti periferiche; sarebbero quindi verosimilmente organi di *attività motoria*.

Le altre cellule invece, riguardo alle quali si può senz'altro escludere una diretta connessione colle fibre recantisi dalla periferia al centro, parmi sia invece più naturale il considerarle organi dell'*attività sensoria*, od anche, se vuolsi, delle *azioni automatiche*.

Nei filamenti, che, emanando dal prolungamento nervoso di questa seconda categoria di cellule, vanno alla lor volta a far parte del plesso diffuso, non si può a meno di ravvisare una via di comunicazione centrale tra le due ora distinte categorie di elementi nervosi.

La connessione, verificata sul terreno anatomico, ne fornirebbe una ovvia spiegazione dei rapporti funzionali, di cui, nel dominio della specifica attività degli organi centrali del sistema nervoso, troviamo argomenti di varia natura.

TAVOLA X.

Alcuni tipi di cellule gangliari appartenenti alla corteccia cerebrale.

Questa tavola è specialmente destinata a far vedere con qualche dettaglio il modo di origine e le differenze del contegno successivo dell'unico prolungamento nervoso, di cui ogni cellula gangliare è provveduta.

In questa e nelle altre figure, il prolungamento nervoso venne disegnato in rosso. - Ingrandimento di 150 diametri circa (†).

Fig. 1.^a - Cellula gangliare appartenente al terzo medio circa della corteccia della *circonvoluzione centrale anteriore* (uomo). Il prolungamento nervoso di questa cellula non somministra che rare fibrille secondarie e fino a grande distanza dalla sua origine si conserva in forma di ben individualizzato filamento. Questa cellula apparterrebbe quindi al primo dei due tipi da me distinti.

Fig. 2.^a - Cellula gangliare, pure della corteccia della *circonvoluzione centrale anteriore* (uomo), situata presso a poco allo stesso livello della precedente, il cui prolungamento nervoso a non grande distanza dalla sua origine, ridotto già a sottilissimo filo, si divide in due fine fibrille, le quali sembrano destinate a perdersi nella rete diffusa.

Fig. 3.^a - Grande cellula gangliare dello strato medio (verso il confine superiore) della corteccia della *circonvoluzione occipitale superiore* (uomo). Il suo prolungamento nervoso, che potè essere seguito per buon tratto fin entro lo strato midollare, non somministrava che scarse fibrille laterali. - Anche questa cellula apparterrebbe quindi al primo dei due tipi da me ammessi.

Fig. 4.^a - Cellule gangliari dello strato superficiale (terzo superiore) della *circonvoluzione centrale anteriore* (uomo), - dal relativo prolungamento nervoso emanano poche fibrille secondarie.

Fig. 5.^a - Cellula gangliare dello strato superficiale della *circonvoluzione centrale anteriore* (presso a poco eguale livello di quelle della figura precedente). Dal prolungamento nervoso non emanavano che due fibrille laterali; per altro nulla potevasi dire intorno alla sua ulteriore destinazione, perchè il filo principale assottigliavasi rapidamente, acquistando ben presto un' estrema finezza.

Fig. 6.^a - Cellula gangliare della corteccia della *circonvoluzione occipitale superiore* dell'uomo (parte profonda dello strato superiore). Il suo prolungamento nervoso comportavasi come quello descritto per la figura 3.^a

Fig. 7.^a - Cellula gangliare pure della corteccia della *circonvoluzione occipitale superiore* dell'uomo (strato profondo). - Contro la legge comune il suo prolungamento

(†) I disegni originali vennero fatti coll'ingrandimento fornito dall'Obj. N. 5. Oc. N. 3. (tubo rientrato); per altro pel bisogno di una maggiore economia di spazio nella riproduzione litografica le figure dovettero essere notevolmente rimpicciolite.

nervoso emanava da quella parte del corpo cellulare che era rivolto verso la superficie della circonvoluzione, emergendo a lato del grosso prolungamento protoplasmatico, che rappresenta la continuazione dell'apice della forma piramidale. - Dopo un lungo tragitto lo stesso prolungamento nervoso si decomponeva in parecchi filamenti, che perdevasi nella rete diffusa.

Fig. 8.^a - Cellula gangliare situata nella zona più profonda (già in mezzo a fasci di fibre nervose) della corteccia della *circonvoluzione occipitale superiore*. Il suo prolungamento nervoso, che presentava decorso molto tortuoso, dopo aver somministrato poche fibrille, acquistava un'estrema finezza e probabilmente era destinato a perdersi nel diffuso intreccio.

Fig. 9.^a - Cellula dello strato medio (parte profonda) della *circonvoluzione centrale anteriore*. - Il prolungamento nervoso emanava dai lati del corpo cellulare, anzi dalla radice di un prolungamento protoplasmatico, decorreva per un certo tratto orizzontalmente, poi si decomponeva in parecchie tenuissime fibrille.

Fig. 10.^a - Cellula gangliare di una *circonvoluzione frontale* (terzo profondo della corteccia) il cui prolungamento nervoso, emanante da quella parte del corpo cellulare che era rivolta verso la superficie libera, dopo breve tragitto si decomponeva in numerose fibrille, che suddividendosi complicatamente, espandendosi in ogni direzione.

TAVOLA XI.

Altri tipi di cellule gangliari appartenenti a diverse provincie degli organi nervosi centrali.

Anche questa undicesima tavola è specialmente destinata a far vedere con qualche dettaglio l'origine e le differenze del successivo modo di comportarsi del prolungamento nervoso.

Fig. 1.^a - Cellula gangliare appartenente allo strato superiore della corteccia della *terza circonvoluzione frontale* del cane. Il prolungamento nervoso si assottiglia gradatamente e poi si decompone in parecchie fibrille tenuissime (2° tipo).

Fig. 2.^a - Cellula gangliare appartenente allo strato superiore della corteccia della *circonvoluzione occipitale superiore* del cane. Il prolungamento nervoso si comporta presso a poco come quello della figura precedente.

Fig. 3.^a - Grande cellula gangliare appartenente allo strato medio della corteccia della *circonvoluzione centrale anteriore* dell'uomo. Il suo prolungamento nervoso, sebbene somministrasse numerose fibrille secondarie, conservavasi in forma di filo ben distinto fin entro lo strato midollare.

Fig. 4.^a - Cellula gangliare appartenente allo strato profondo della corteccia di una *circonvoluzione frontale* dell'uomo. Anche in questa cellula il prolungamento nervoso, sebbene somministrasse numerose fibrille secondarie, pure conservavasi fino a grande distanza dalla sua origine in forma di filo ben individualizzato.

Fig. 5.^a - Cellula nervosa dello strato grigio superficiale delle *eminenze bigemine anteriori* (gatto). Il prolungamento nervoso, emanando da un fianco del corpo cellulare, decomponendosi presto in una serie innumerevole di tenui fibrille, le quali, continuando a suddividersi, portavansi con una certa prevalenza verso la superficie libera dall'eminenza bigemina.

Fig. 6.^a - Cellula gangliare dei *corni posteriori del midollo spinale* (gatto). Il suo prolungamento nervoso si divideva in un grande numero di fibrille, che portavansi nelle più svariate direzioni e che alla loro volta continuavano a decomporsi in fibrille di incommensurabile finezza.

TAVOLA XII.

Sezione verticale della corteccia della *circonvoluzione centrale anteriore* (uomo). Il disegno si riferisce ad un punto della circonvoluzione situato a circa 2 ½ centimetri di distanza dalla grande scissura longitudinale del cervello.

a - Strato connettivo superficiale.

Venne omesso lo stroma connettivo degli strati sottostanti, onde non complicare troppo il disegno.

Riguardo alle cellule gangliari, coll'eguale intendimento di non complicare troppo il disegno, il prolungamento nervoso, di cui sono provviste tutte, venne appena accennato.

I. - Strato primo o superficiale.

Cellule gangliari piuttosto piccole e in grande maggioranza di forma piramidale; insieme alle cellule piramidali se ne trovano alcune isolate di forma globosa; tutte sono provviste di numerosi prolungamenti.

2. - Strato secondo o medio.

Sono in prevalenza le cellule gangliari medie, però non mancano quelle grandi e queste veggonsi man mano diventare più numerose verso la parte inferiore dello strato.

Anche in questo secondo strato sono quasi esclusive le forme piramidali.

3. - Strato terzo o profondo.

Cellule gangliari di varia forma; veggonsi in grande prevalenza le cellule che si potrebbero designare come *fusate*.

TAVOLA XIII.

Sezione verticale della corteccia della *circonvoluzione occipitale superiore* (uomo). Il disegno si riferisce ad un punto dell'estremità posteriore-superiore della circonvoluzione indicata.

a - Strato connettivo superficiale.

Riguardo allo stroma connettivo ed alle cellule gangliari valgono anche per questa tavola le osservazioni che per le stesse parti costitutive vennero aggiunte alla spiegazione della Tavola XII.

I. - Strato primo o superficiale.

Cellule gangliari piuttosto piccole e in grande maggioranza di forma piramidale; insieme se ne trovano alcune di forma globosa.

2. - Strato secondo o medio.

Sono in prevalenza le cellule gangliari medie; però anche qui non mancano quelle grandi, le quali, come nel corrispondente strato della circonvoluzione centrale anteriore, vanno mano mano diventando più numerose verso il passaggio nello strato terzo.

3. - Strato terzo o profondo.

Cellule gangliari di varie forme (piramidali, globose, fusate): prevalenza delle cellule fusate e delle cellule piramidali assai piccole.

TAVOLA XIV.

Cellula gangliare della corteccia cerebellare del gatto (neonato). - Siffatte cellule fanno parte dello strato granulare, e nel gatto e nel coniglio, quando la reazione nera è ben riuscita, possono esser vedute in quantità abbastanza considerevole. - Le ramificazioni dei prolungamenti protoplasmatici (neri) in buona parte arrivano fino al confine superiore dello strato molecolare. Il prolungamento nervoso (rosso), colle continuate e sempre più minute suddivisioni, dà luogo ad un complicatissimo intreccio, che nel senso verticale s'estende dall'uno all'altro confine dello strato dei granuli, e nel senso della larghezza va a confondersi coll'intreccio risultante dalla suddivisione di altre cellule vicine appartenenti alla stessa categoria (veggasi la Tavola XVII).

Questa cellula sarebbe uno degli esemplari più spiccati di quelle, che nel testo vennero descritte come cellule del secondo tipo. Riguardo al cervelletto la stessa cellula sarebbe da contrapporsi a quella disegnata nella Tavola XV (cellula di Purkinje), la quale sarebbe invece uno dei più spiccati esemplari delle cellule del primo tipo.

TAVOLA XV.

Cellula gangliare grande del cervelletto umano (cellula di Purkinje).

Le ramificazioni dei prolungamenti protoplasmatici (neri) continuando a suddividersi arrivano in grandissimo numero fin proprio all'estremo limite periferico dello strato molecolare, e qui la loro terminazione è spesso segnata da un piccolo rigonfiamento o da una tenue espansione.

Il prolungamento nervoso, sebbene somministri buon numero di fibrille secondarie, conserva la propria individualità e in forma di ben distinto filo conservante uniformità di diametro, può essere accompagnato (veggasi la Tavola XVI) fino al suo ingresso nello strato delle fibre nervose (raggi midollari). Le fibrille nervose emananti da questo prolungamento mostrano una certa tendenza a portarsi in alto, verso lo strato molecolare.

Questa cellula vale come uno dei più spiccati esemplari di quelle, che nel testo sono descritte come cellule del primo tipo. Riguardo al cervelletto essa sarebbe da contrapporsi, oltrechè alle cellule piccole dello strato molecolare (veggasi Tavola XVIII) a quella disegnata nella Tavola XIV, la quale, come s'è detto, sarebbe invece uno dei più spiccati esemplari delle cellule del secondo tipo. (Veggasi in proposito anche le figure 5^a e 6^a della Tavola XI).

T AVOLA XVI.

Frammento di sezione verticale di una circonvoluzione cerebellare dell'uomo.

La figura è specialmente destinata a far vedere: situazione, forma, leggi di ramificazione, disposizione, rapporti vicendevoli colle fibre nervose delle grandi cellule gangliari, dette di Purkinje, situate nella zona di confine fra *strato molecolare* e *strato granuloso* della corteccia del cervelletto.

Le ramificazioni del prolungamento protoplasmatico di queste cellule, continuamente suddividendosi in modo assai elegante, arrivano fino all'orlo periferico dello strato molecolare, dove veggonsi terminare con un lieve ingrossamento.

I prolungamenti nervosi attraversano con decorso più o meno tortuoso tutto lo strato dei granuli e vanno ad internarsi nello strato interno di fibre nervose (raggio midollare), entro il quale non di rado possono essere accompagnati per lunghi tratti. Gli stessi prolungamenti nervosi, sebbene nel tortuoso loro tragitto somministrino un numero più o meno considerevole di fibrille secondarie, pure conservansi sempre in forma di ben individualizzato filo.

TAVOLA XVII.

Frammento di sezione verticale di una circonvoluzione cerebellare del gatto (neonato). Il disegno è specialmente destinato a far vedere: forma, disposizione, leggi di ramificazione, situazione e rapporti delle cellule gangliari grandi, esistenti entro lo strato dei granuli.

I prolungamenti protoplasmatici, ramificantisi dicotomicamente, in modo molto diverso da quello delle cellule di Purkinje, colle loro ultime propagini spesso arrivano fino al limite periferico dello strato molecolare.

I prolungamenti nervosi, colle finissime e ripetute suddivisioni, passano a costituire un complicato intreccio, entro il quale riesce impossibile seguire le sorti di ogni singolo prolungamento nervoso. Tale intreccio non ha determinabili confini nè verso l'interno, nè verso lo strato molecolare; lo stesso intreccio naturalmente si confonde col plesso di complicata derivazione descritto nel testo.

TAVOLA XVIII.

Frammento di sezione verticale di una circonvoluzione cerebellare dell'uomo.

Il disegno è destinato al particolare scopo di mettere in evidenza le numerose cellule gangliari piccole disseminate nello strato *molecolare*. Vi si trovano riprodotte le principali forme, sotto le quali le stesse cellule si presentano nei preparati ottenuti col nitrato d'argento e bicromato. Il prolungamento nervoso, che riguardo al punto d'emanazione dal corpo cellulare non presenta determinabili regole, venne appena accennato, onde non complicare troppo il disegno. È per un intendimento eguale che le cellule di Purkinje vennero disegnate con una tinta molto sbiadita.

Nello strato granuloso, appena al di sotto delle cellule di Purkinje, venne pur disegnata una cellula gangliare fusiforme molto allungata, da un lato, della quale vedesi emergere il rispettivo prolungamento nervoso.

I casi detti granuli dello strato omonimo sono appena accennati per fondo.

TAVOLA XIX.

Frammento di sezione verticale di una circonvoluzione cerebellare del coniglio.

Disegno fatto a particolare illustrazione dello strato dei granuli. - Questi così detti granuli si presentano quali cellule nervose di forma globosa, piccolissime e fornite di 3, 4, 5 ed anche 6 prolungamenti, dei quali sempre uno solo offre i caratteri di prolungamento nervoso; siffatto prolungamento trova si appena accennato (filo rosso). I prolungamenti, che pare si possano chiamare protoplasmatici, sebbene si presentino in modo un po' diverso dai prolungamenti protoplasmatici delle altre cellule gangliari, finiscono con un piccolo ammasso granuloso, al quale spesso veggonsi confluire le estremità dei corrispondenti prolungamenti dei circostanti granuli.

Nella zona di passaggio tra lo strato molecolare e lo strato dei granuli sono pur disegnate altre due cellule, che dalle cellule di Purkinje, a lato delle quali sono poste, si differenziano oltrechè per la forma del corpo cellulare e modo di ramificarsi dei prolungamenti protoplasmatici, anche, e soprattutto, pel contegno affatto diverso del prolungamento nervoso. - Queste due cellule appartengono al tipo che già trovasi illustrato nelle Tavole XIV e XVII.

TAVOLA XX (¹).

Frammento di sezione verticale d'una circonvoluzione cerebellare del/ uomo.

Disegno specialmente dimostrante l'enorme complicazione di rapporti esistenti fra le fibre nervose e le cellule gangliari; - esso dev'essere qualificato come semischematico, perchè in certo modo rappresenti la sintesi di fatti dedotti dallo studio di parecchi preparati; per altro i singoli elementi disegnati, per situazione,- rapporti, forma e modo di ramificarsi delle fibre nervose e dei prolungamenti cellulari esattamente corrispondono al vero, almeno al loro modo di presentarsi nei pezzi trattati col metodo della colorazione nera.

Ad onta della mancanza delle lettere indicative si possono ben distinguere i tre strati formanti le circonvoluzioni del cervelletto: *strato molecolare*; *strato dei granuli*; *strato delle fibre nervose*.

Strato molecolare. Vi si vedono molto spiccate, per la tinta nera intensa, alcune fra le cellule nervose piccole proprie di tale strato. - Richiamo in modo speciale l'attenzione sulle molte differenze che, relativamente al punto di emanazione e contegno successivo, presenta il prolungamento nervoso (filo rosso), di cui tutte queste cellule sono provvedute. Riguardo a quelle che stanno nel terzo inferiore dello strato, deve essere notato che il medesimo prolungamento evidentemente si unisce al plesso di fibre nervose orizzontali ivi esistenti, esattamente uniformandosi, per andamento e modo di ramificarsi, alle singole fibre di cui il medesimo plesso è costituito.

Nel terzo profondo dello strato è disegnata in rosso una parte del complicatissimo plesso accennato; alle fibre decorrenti parallelamente ai margini dello strato in questione s'inseriscono molte fibre che derivano dallo strato dei granuli: dalle medesime fibre emanano poi innumerevoli fibrille, che, ramificandosi con vicende svariate, si portano verso l'alto. Il plesso evidentemente non è così limitato come qui appare, ma s'estende a tutta la larghezza dello strato: il disegno corrisponde al suo più frequente modo di presentarsi ne' miei preparati.

Lungo il margine profondo dello strato molecolare sono disegnate con tinta sbiadita alcune cellule di Purkinje. Il loro prolungamento nervoso, somministrante un certo numero di fibrille secondarie, può essere accompagnato fino allo strato delle fibre nervose.

Strato dei granuli. Vi sono disegnati: I° I così detti granuli, però in quantità molto minore di quella che realmente esiste; il prolungamento nervoso, di cui ciascuno di questi elementi è provveduto, è appena accennato. Vuol essere notato che nell'uomo

(¹) La maggior parte delle particolarità, concernenti lo strato molecolare disegnato in questa tavola, sono riprodotte dalla tavola corredata una nota (*Sull'origine delle fibre nervose nel cervelletto*), che verrà quanto prima pubblicata dal distinto mio allievo sig. R. Fusari.

i medesimi elementi sono assai più piccoli che nel coniglio, gatto, vitello ecc. (Vedi Tav. XIX). 2.° Una cellula nervosa identica a quelle piccole dello strato molecolare è situata in alto, a livello del corpo delle cellule di Purkinje. 3.° Due cellule gangliari piuttosto grandi, l'una di forma triangolare situata verso il mezzo dello strato, l'altra di forma fusata, situata rasente allo strato midollare. Il prolungamento nervoso di queste cellule è appena accennato. - Siffatte cellule solitarie di forma svariata nel cervelletto dell'uomo sono abbastanza frequenti.

Strato delle fibre nervose. Di tale strato non ne venne raffigurata che una sottile striscia.

In mezzo alle fibre orizzontali schematicamente disegnate, se ne scorgono alcune esattamente riprodotte dal vero. Seguendo il loro decorso dal basso all'alto si vede che certune conducono al corpo delle cellule di Purkinje, non essendo altro che altrettanti prolungamenti nervosi delle medesime, i quali conservano la loro individualità, sebbene diano origine ad alcune fibrille secondarie, e che certe altre invece, nel mentre attraversano lo strato dei granuli, si suddividono complicatamente, perdendosi in un plesso di cui è assai difficile, se non impossibile, scoprire il più fino contegno.

Molte delle più spiccate ramificazioni di questa seconda categoria di fibre certamente penetrano nello strato molecolare, partecipando alla formazione del plesso ivi esistente; lo stesso accade di alcune ramificazioni delle fibrille emananti dal prolungamento nervoso delle cellule di Purkinje.

TAVOLA XXI.

Frammento di sezione verticale di una circonvoluzione cerebellare dell' uomo.

Disegno fatto a particolare illustrazione dello stroma connettivo (*nevrogli*a) dei tre diversi strati delle circonvoluzioni del cervelletto. - Lo strato molecolare vedesi attraversato da fasci di fibrille, derivanti da cellule connettive situate o al limite profondo dello strato medesimo, od anche più profondamente entro lo strato dei granuli.

- Lo strato *limitante* di cellule connettive piatte della superficie libera non trovasi disegnato.

Nello strato dei granuli le cellule connettive ve raggiate trovansi regolarmente disseminate, per altro spiccano sempre i rapporti che tali elementi hanno colle pareti dei vasi; la connessione di quelli con questi o è diretta, essendo i corpi cellulari applicati sulle stesse pareti vasali, delle quali spesso direbbesi che fanno parte, oppure si effettua mediante più o meno robusti prolungamenti, i quali nel punto d'inserzione presentano una tenue espansione, ove più ove meno estesa.

Eguali particolarità, anzi più evidenti, veggonsi nello stroma connettivo dello strato midollare. Qui per altro le cellule connettive hanno in prevalenza forma appiattita e presentansi più regolarmente disposte, in rapporto colla più o meno regolare disposizione in fasci delle fibre nervose.

I vasi sanguigni che, ramificandosi, dalla superficie penetrano nell'interno della circonvoluzione, sono disegnati in tinta molto sbiadita, affinché più chiaramente appariscano gli elementi connettivi.