

IV.

SULLA SOSTANZA GRIGIA DEL CERVELLO

(GAZZETTA MEDICA ITALIANA - ANNO 1873)

Opera Omnia pag. 90 - 98

Valendomi del metodo, da me trovato, della colorazione nera degli elementi del cervello, colorazione che ottiensì mercè la prolungata immersione dei pezzi, previamente induriti col bicromato di potassa o di ammoniaca, in una soluzione di 0,50 od I per cento di nitrato d'argento, mi fu dato scoprire, intorno alla struttura della sostanza grigia cerebrale, alcuni fatti che credo meritevoli di esser tosto comunicati.

I

Da O. Deiters che, indotto dalla sola analogia di quanto aveva osservato nel midollo spinale, pel primo insegnava qualmente fra i molteplici prolungamenti delle cellule nervose uno, da lui denominato prolungamento nervoso o del *cylinder axis*, avesse caratteri speciali ed una particolare significazione, avvegnachè destinato a continuarsi direttamente in una fibra nervosa, passando a Koschennikoff che sarebbe riescito a constatare la supposizione del Deiters e venendo fino a Butzke e Boll, gli ultimi che s'occuparono dell' argomento, che parimenti asserirono d'aver veduta la diretta continuazione del prolungamento del *cylinder axis* con una fibra nervosa, sempre col maggior accordo si ritenne essere carattere costante del prolungamento medesimo quello di rimaner semplice. Contro questa concorde asseveranza degli osservatori io devo ora sostenere che l'accennato prolungamento, anziché rimaner semplice, dà invece rami, ed in buon numero, i quali parimenti emettono filamenti e questi pure ne danno altri, risultandone così un complicato sistema di fili per ogni dove diffusi nella sostanza grigia cerebrale.

Spiccatosi, il prolungamento in questione, o direttamente dal corpo cellulare, in generale da quella superficie di esso che volgesi verso la

sostanza bianca, ovvero dalla radice di uno dei grossi prolungamenti protoplasmatici emanati dalla ora detta superficie della cellula, dal punto di emersione fino alla distanza a cui i soliti metodi di preparazione permettono di seguirlo (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 mantieni per qualche tratto ancora semplice, non cominciando a dar filamenti laterali che 30 o 40 altri micromillimetri più lunghi, più frequentemente le diramazioni incominciano subito dopo la tortuosità e continuano a tratti abbastanza regolari fin dove la riescita della colorazione nera permette di seguire il prolungamento. Questo poi conserva la sua regolarità e levigatezza, ma assume decorso lievemente tortuoso (forse per effetto di raggrinzamento del tessuto) ed oltre a ciò, con gradazione quasi insensibile, spesso va sempre più assottigliandosi divenendo infine estremamente esile. La massima distanza a cui giunsi a seguirlo fu di oltre 600 μ (distanza più di sei volte maggiore da quella alla quale Koschennikoff avrebbe veduto incominciare la guaina midollare) e fino a questo estremo limite, ne' preparati ben riesciti, mi fu dato vederne spiccare dei filamenti.

Pel fatto dell' esistenza delle ramificazioni lungi dal potersi assimilare il prolungamento nervoso agli altri prolungamenti, notoriamente nel modo più complicato ramificati, lo si può notoriamente anzi da questi ultimi ancor più decisamente contraddistinguere imperocchè il modo suo di emettere i filamenti gli è così speciale che può costituire altro de' suoi dati caratteristici; infatti i suoi filamenti secondarii spiccansi con regola costante nettamente ad angolo retto e, per l'aspetto, pel modo di decorrere e di ramificarsi, non differiscono punto da esso; quanto alla direzione, talora per breve, talora per lungo tratto decorrono orizzontalmente, quindi in generale tendono a ripiegarsi in alto, verso la periferia della corteccia, e si ponno seguire fino a molta distanza delle cellule da cui riconoscono la primitiva origine. In maniera affatto analoga si comportano anche le diramazioni figliali di terzo e di quarto ordine. - Nessun migliore riscontro del modo di ramificarsi e dell' aspetto generale di questi filamenti si può avere che nel modo di distribuzione dei nervi periferici ad es. de' nervi corneali; ciò parmi possa avere qualche valore per lo studio della significazione fisiologica dei filamenti medesimi.

Ora non mi trovo per anco in grado di tracciare la storia completa

nè del prolungamento nervoso propriamente detto nè dei filamenti da esso emananti; per altro, relativamente al primo, credo di poter fin d'ora impugnare l'opinione generalmente ammessa ch'esso passi sempre a costituire il *cylinder axis* delle fibre nervose midollari, tale per lo meno non è la legge generale. Il fatto della ramificazione, e del contemporaneo progressivo assottigliamento, basta già ad infirmare l'accennata opinione, oltre a ciò, io ho potuto osservare, abbenchè in rari casi, altri modi di comportarsi del prolungamento in questione; in singoli casi lo vidi inserirsi ad altri filamenti, d'aspetto identico al suo, scorrenti od obliquamente in basso od in direzione trasversale, in altri casi lo vidi ripiegarsi, formando un'ansa ora larga ora strettissima, per assumere una direzione opposta alla primitiva, percorrendo in tal direzione in linea retta lunghissimi tratti (fin 300-400 μ); per altro non potrei garantire che, in questi casi, veramente si trattasse d'una ripiegatura di ritorno e non piuttosto della congiunzione di prolungamenti nervosi di due cellule gangliari situate a diverso piano; altre volte, a non molta distanza dal punto di emersione dalla cellula (40-60 μ), lo vidi bruscamente arrestarsi nel suo decorso dividendosi nettamente in due filamenti, diretti orizzontalmente in senso opposto l'uno dall'altro, i quali, poi, dando origine a numerosi filuzzi riducevansi in breve di estrema finezza. Finalmente in un certo numero di casi ho potuto vedere che, il prolungamento in questione dopo aver percorsi in linea retta lunghissimi tratti (400-600 μ) per aver dato origine a grandissimo numero di fili secondari, divenuto infine di finezza incommensurabile, decomponevasi in 3-4 ramuscoli diretti in vario senso, emananti a poca distanza l'uno dall'altro, tortuosi, ai quali mi fu possibile tener dietro soltanto per breve tragitto. Malgrado tutto ciò ora io non intendo negare, massime dopo le dirette osservazioni di Koschennikoff, Hadlich, Boll, ecc. che qualche volta il prolungamento nervoso si continui direttamente con una fibra midollare senza subire ramificazioni od altre vicende, però, a mio avviso, questo fatto, per ciò che riguarda le cellule piramidali, anzichè la regola sarebbe un'eccezione.

Intorno alla sorte finale delle diramazioni del prolungamento nervoso posso affermare soltanto esser certa la loro connessione ai granuli della sostanza grigia (forse passaggio attraverso ai granuli medesimi) ai quali concorrono pure, da diverse direzioni, altri filamenti d'identico aspetto. - Devo poi accennare come probabile un altro fatto, il quale, quando

fosse constatato, avrebbe molta importanza per lo studio della fisiologia del sistema nervoso, voglio dire l'anastomosi fra i filamenti nervosi originati dal prolungamento del *cylinder axis* di diverse cellule gangliari. - È certo trovarsi assai diffuso nella corteccia cerebrale, e nella sostanza grigia in genere, un sistema di filamenti anastomizzanti tra loro i quali per l'aspetto, pel modo di decorrere e di ramificarsi, non che per la loro connessione coi granuli, corrispondono affatto ai filamenti la cui derivazione dal prolungamento di Deiters delle cellule gangliari è facile a constatarsi.

II

Un'altra serie di fatti interessanti mi fece rilevare il nuovo mio metodo di preparazione, e questi riguardano il modo di comportarsi dei prolungamenti detti protoplasmatici o ramificati.

Fra le diverse opinioni su tal proposito emesse dagli autori ora ricorderò soltanto quelle, fra loro poco discordi, di Rindfleisch e Gerlach. - Sostiene il primo che i prolungamenti protoplasmatici, dopo essersi decomposti in una serie di tenuissime fibrille, si sciolgano in una sostanza granulare interstiziale (sostanza nervosa diffusa, secondo l'antico concetto di Wagner, Henle, ecc.) nella quale sostanza, parimenti dopo essersi decomposti in fascicoli di fibrille d'una estrema finezza, andrebbero a terminare anche i *cylinder axis* di molte fibre mi dollari. Gerlach, al quale non ha guari s'associarono Butzke, Boll ed altri, opina invece che i prolungamenti protoplasmatici, decomponendosi indefinitamente in filamenti, costituiscano un reticolo nervoso così *fino da esser visibile soltanto mediante i più forti sistemi ad immersione*; da questo reticolo, mediante pennelli di filamenti, avrebbero origine i *cylinder axis* delle fibre nervose, risultando per tal modo, fra questi ultimi ed i prolungamenti protoplasmatici, un reticolo nervoso continuo.

Anche su questo argomento devo essenzialmente dissentire dagli osservatori sovra citati.

I prolungamenti protoplasmatici anzichè decomporsi indefinitamente, sia per sciogliersi in una sostanza amorfa fondamentale (Rindfleisch) sia per riesci re alla formazione di un reticolo (Gerlach), quando sono ridotti

allo stato di ramificazioni di secondo, terzo od al più quarto ordine, mettono capo invece alle cellule del tessuto interstiziale. Quali precisi rapporti, poi, esistano tra i detti prolungamenti ed i corpi delle cellule, se cioè quelli conservino la loro individualità, oppure intimamente si connettano, quasi si fondano, con questi, non mi fu possibile rilevare; probabilmente si verifica tanto l'uno quanto l'altro caso; infatti talora sembra che i prolungamenti attraversino il corpo delle cellule interstiziali per recarsi ad altri più distanti, tal'altra i prolungamenti terminano definitivamente nelle cellule; in questo secondo caso è probabile avvenga fusione della sostanza protoplasmatica cellulare con quella dei prolungamenti che al corpo cellulare medesimo confluiscono.

La concorrenza dei prolungamenti protoplasmatici alle cellule del tessuto interstiziale si può in ispecial modo riconoscere per quelli dell'apice delle cellule piramidali della corteccia. Le cellule a cui essi confluiscono, in alcune circonvoluzioni stanno immediatamente alla superficie, in altre trovansi a qualche profondità e sono disposte orizzontalmente in serie doppia o tripla abbastanza regolare. È poi degno di particolare menzione il fatto, che i corpi gangliari, situati più o meno profondamente nella corteccia, inviano i propri i prolungamenti a diverse cellule della superficie tra loro molto distanti. - Già verso la metà dello strato grigio corticale, il prolungamento dell'apice delle grandi cellule piramidali, che generalmente trovansi verso il terzo interno dello strato medesimo, spesse volte dividesi in due tronchi ognun dei quali si dirige obliquamente in alto inviando tratto tratto dai lati esili ramificazioni finché giunto in prossimità della superficie, assottigliato, ma pur sempre conservando un notevole spessore, ora mette capo subito alle cellule che ivi incontra, ora, e più frequentemente, si divide di nuovo in 2, 3, od al più quattro rami ciascuno dei quali va a connettersi con una cellula o della superficie o dello strato orizzontale sovraccennato; accade ancora che alcuni di essi rami sorpassino tale ordine di cellule, si ripieghino lateralmente e vadano a terminare, nel modo anzi detto, soltanto dopo aver percorso nella nuova direzione un tratto più o meno lungo, risultando da ciò una sempre maggiore complicazione di rapporti tra i corpi gangliari e le cellule interstiziali. Queste ultime, poi, sono fra loro connesse per mezzo di numerosi filamenti, sicchè, in alcune parti, presso la superficie della corteccia, esiste un complicatissimo intreccio. In qualche regione parvemi altresì esistesse connessione

fra le cellule della superficie del cervello (ch' io descrissi come cellule appiattite, invianti prolungamenti tanto orizzontalmente quanto verticalmente: ed obliquamente verso l'interno della corteccia) e quelle della serie suddescritta situata a qualche profondità entro la corteccia medesima.

Quanto ai rami secondarii emananti dai lati del prolungamento dell'apice, essi mettono capo alle piccole cellule situate negli interstizii.

Lo stesso fatto si, verifica pei prolungamenti protoplasmatici della base, ma riesce notevolmente difficile il verificarlo perocchè i prolungamenti medesimi non recansi già alle più prossime cellule, ma si portano a molta distanza, di frequente tengono altresì un irregolare tragitto, epperò da una parte si veggono le eleganti cellule gangliari con prolungamenti di straordinaria lunghezza, dall' altra si scorgono, massime nella metà interna della corteccia, grossi corpi cellulari da cui emana, o meglio a cui affluisce, una quantità enorme di filamenti per la massima parte in tutto simili ai rami di secondo, terzo e quarto ordine dei prolungamenti protoplasmatici, però solo raramente puossi constatare la connessione fra queste cellule con quelle.

Credo opportuno accennare pure il seguente fatto probabilmente assai importante per la fisiologia dell'organo cerebrale. Alle cellule a cui concorrono le diramazioni dei prolungamenti protoplasmatici, concorrono altresì, da direzioni diverse, altri filamenti i quali, e per l'aspetto liscio, uniforme, e per una certa apparenza di rigidità, e pel modo di decorrere e di ramificarsi, corrispondono pienamente al descritto sistema di filamenti che emanano dal prolungamento nervoso delle cellule gangliari. Appartengono essi veramente a tale sistema? Ciò parmi probabile, tanto più che in vista del fatto, da me constatato, della connessione dei filamenti emananti dal prolungamento nervoso coi granuli; non credo però di potermi pronunciare in proposito con assoluta certezza.

Quando, con ulteriori ricerche, avrò meglio accertato taluni reperti e scoperto nuovi dettagli, forse mi sarà permesso di aggiungere ai fatti riferiti opportune e concludenti considerazioni, per ora mi limito ai seguenti scarsi apprezzamenti.

Per ciò che riguarda il sistema di filamenti emananti dal prolungamento nervoso delle cellule gangliari mi sembra si possano mettere in campo due ipotesi ambedue appoggiate a validi argomenti e forse sì l'una che l'altra, per lo meno in parte, veritiere. - L'una è ch'essi rappresen-

tino i nervi trofici del cervello, l'altra che concorrano in qualche modo, che ora non credo di poter precisare, all'origine dei nervi. In favore della prima avremmo: la loro natura essenzialmente nervosa, il loro particolare aspetto, modo di decorrere e di ramificarsi che ricorda, come già ho notato, i nervi periferici, finalmente il gettarsi ch' essi fanno sulle cellule del tessuto interstiziale. - La seconda ipotesi per avventura può sembrare troppo arbitraria e invero, per ciò che strettamente riguarda il cervello, nessun altro argomento positivo di osservazione io potrei addurre in suo favore all'infuori della ramificazione delle fibre nervose, che dagli strati midollari entrano nella sostanza grigia, ramificazione analoga a quella del prolungamento nervoso. Se non che parmi che in appoggio, del nuovo modo d'origine, o di terminazione, dei nervi a cui oscuramente ora accennai, possano aver valore i reperti, su tal particolarità più eloquenti, da me ottenuti nel cervelletto e nel midollo spinale.

Nel primo, infatti, oltre la complicata ramificazione del prolungamento del *cilinder axis* delle cellule di Purkinje, io rilevai: 1.° ramificazione assai complessa delle fibre nervose, che dai raggi midollari, attraversando lo strato dei granuli, si portano verso lo strato corticale esterno, e, ciò che più importa, modo di ramificazione analogo a quello dei prolungamenti nervosi delle cellule gangliari tanto del cervello quanto del cervelletto, cioè ad angolo retto e visibile coi più deboli ingrandimenti (80- 100 diametri); 2.° inserzione, ad angolo retto, di alcune ramificazioni delle fibre nervose ad un particolare sistema di fibre orizzontali od arcuate, in grande numero esistenti nella metà profonda dello strato esterno della corteccia cerebellare, alla costituzione del quale sistema di fibre prendono parte alcuni filamenti emananti dal prolungamento nervoso delle cellule di Purkinje (gli interessanti miei reperti intorno al cervelletto verranno da me descritti in una prossima comunicazione). - Nel midollo spinale, poi, parimenti io già rilevai elegante ramificazione delle fibre delle radici; ma anche qui, lungi dal verificarsi la pretesa ramificazione a pennello, i rami secondari spiccansi costantemente isolati e ad angolo retto.

Quanto alla significazione delle cellule a cui concorrono i prolungamenti protoplasmatici, ancora due supposizioni parmi si possano fare: o che servano a stabilire l'anatomica connessione tra le cellule nervose. Parmi ora inopportuno esporre gli argomenti in favore dell'una e dell'altra ipotesi; soltanto dirò come creda di poter propendere per la seconda, tanto

più che, a mio credere, essa ci permette di spiegare anche i fenomeni di colleganza funzionale dei quali, non è molto, credevasi di poter dar ragione soltanto ammettendo la diretta connessione od anastomosi tra i prolungamenti cellulari. E invero, se, com'è di fatto, il risultato dell' eccitazione, anche psichica, delle cellule nervose cerebrali è un'alterazione della nutrizione, cioè acceleramento dei processi di riduzione ed aumento di assorbimento del materiale nutritizio, parmi ovvio il supporre che, data l'eccitazione di alcuni gruppi cellulari, alle modificazioni che in questi gruppi si verificano prendano parte altri le cui radici (prolungamenti protoplasmatici) assumono nutrimento alle stesse fonti e trovansi probabilmente sotto l'influenza degli stessi filamenti nervosi nutritizi.