

Il cervello e la mente

• **Alberto Oliverio, Gordon M. Shepherd**
Messaggeri del cervello

[Breve storia delle neuroscienze]

• **Guy Deutscher**
Lingua e pensiero

[È la lingua che crea le nostre abitudini mentali?]

• **Oliver Sacks**

Lo scrittore che non riusciva a leggere

[I processi mentali della lettura e della scrittura]

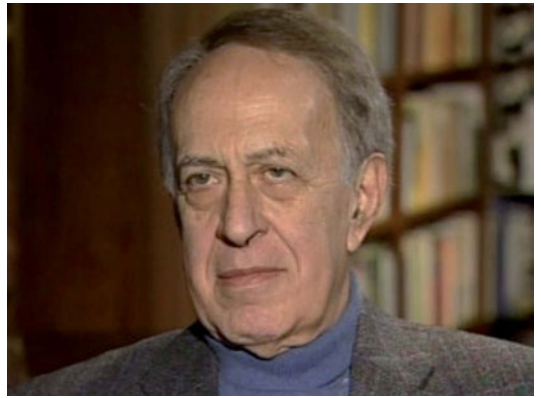
• **A.A.V.V.**

Internet ergo sum

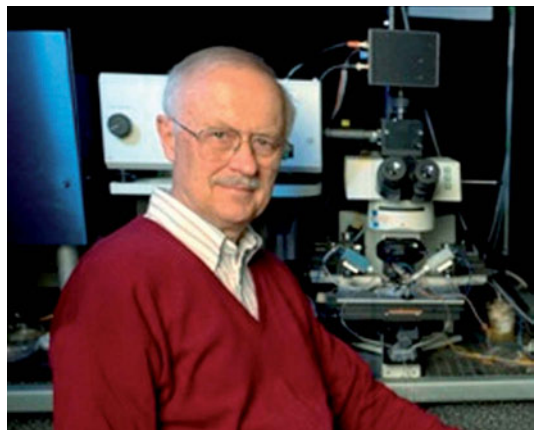
[L'influenza di Internet sul pensiero]

Gli autori e l'opera

Alberto Oliverio (1938) è un medico, biologo e psicobiologo italiano. Ha lavorato presso numerosi istituti di ricerca italiani e stranieri, è stato direttore dell'Istituto di psicobiologia e psicofarmacologia del CNR di Roma e del Centro di Neurobiologia *Daniel Bovet* presso l'Università La Sapienza di Roma. Nelle sue numerose pubblicazioni scientifiche (oltre 400) e divulgative (tra le quali *L'arte del ricordare*, *Le età della mente*, *Geografia della mente*, *La vita nascosta del cervello*) si è occupato in particolare delle basi biologiche del comportamento.



Gordon M. Shepherd (1933) neuroscienziato statunitense è professore di neurobiologia alla Yale School of Medicine di New Haven. Ha compiuto numerosi studi sulla neurofisiologia delle cellule nervose ed è uno dei coordinatori di *SenseLab Project*, un progetto che mira ad approfondire la conoscenza delle neuroscienze attraverso gli strumenti informatici. Utilizzando il sistema olfattivo come modello, il SenseLab Project si propone di costruire database per raccogliere ed analizzare i dati neuroscientifici.



La neurobiologia molecolare testimonia i prodigiosi progressi compiuti dalla scienza nella conoscenza del sistema nervoso a partire dall'epoca in cui, per la prima volta, Golgi e Cajal osservarono al microscopio le fantastiche ramificazioni della struttura dei neuroni.

Il saggio proposto ripercorre brevemente la storia dei contributi fondamentali allo studio del sistema nervoso, dai primi approcci cognitivi di Golgi e Cajal fino allo studio della funzione nervosa in biologia molecolare.

Grazie a questi studi termini come neuroni, sinapsi, endorfine fanno ormai parte del comune orizzonte di conoscenze di una persona di media cultura.

Inoltre l'approfondimento degli studi sul sistema nervoso ha condotto a una migliore comprensione delle reazioni, fisiologiche e patologiche del cervello, e anche alla produzione di medicinali nuovi e più specifici di quelli utilizzati in precedenza.

Camillo Golgi, pioniere dello studio del sistema nervoso

È a Camillo Golgi¹ che si deve un contributo fondamentale allo studio del sistema nervoso a livello cellulare nei primi anni Settanta del secolo scorso². Egli si laureò in giovane età all'Università di Pavia e seppe raccogliere e continuare l'illustre tradizione di ricerca in campo anatomico e anatomopatologico, secondo la lezione di maestri come Antonio Scarpa (1752- 1832), allievo di Morgagni, e il suo successore Bartolomeo Panizza (1785-1867). Quest'ultimo, con gli allievi Alfonso Corti (1822-1876) ed Eusebio Oehel (1837-1903), aveva perfezionato le tecniche della microscopia e introdotto nuove metodiche di preparazione dei tessuti.

1. **Camillo Golgi:** medico e ricercatore vissuto dal 1843 e il 1926, Premio Nobel per la medicina nel 1906.

(questo saggio risale infatti al 1991).

2. **del secolo scorso:** del XIX secolo

[...]

Allievo di Virchow³, e poi a sua volta insegnante ed amico di Golgi, fu il patologo e istologo Giulio Bizzozero (1846-1901). Fu proprio sotto la sua guida che Golgi 10 rivolse la sua attenzione allo studio delle cellule del sistema nervoso.

Difficoltà di carattere economico, insieme alle pressioni del padre, medico, costrinsero però Golgi ad abbandonare le ricerche che aveva intrapreso nel laboratorio di Bizzozero e ad accettare il posto di Medico Primario presso la Pia Casa degli Incurabili di Abbiategrasso⁴.

15

Qui tuttavia, nella cucina dell'appartamento messo a sua disposizione dall'ospedale, Golgi riuscì a continuare, pur se in condizioni estremamente precarie, le sue ricerche sul sistema nervoso. Si concentrò in particolar modo sul problema di trovare nuovi reagenti chimici capaci di fissare e colorare il tessuto nervoso fino a renderne possibile l'esame al microscopio.

20

La perseveranza⁵ del giovane ricercatore, o la fortuna, forse, lo condusse infine a scoprire una nuova tecnica di preparazione dei tessuti, chiamata "reazione nera" o "metodo di impregnazione all'argento". *"Con l'uso di un metodo, da me scoperto, per la colorazione degli elementi cerebrali, ottenuta grazie a una lunga immersione dei pezzi, preventivamente induriti con potassio dicromato e ammoniaca, [...] sono 25 giunto a scoprire alcuni fatti relativi alla struttura della materia grigia⁶ cerebrale che, a mio avviso, meritano di essere comunicati senza indugio⁷";* sono queste le parole con cui egli annunciò la sua scoperta in un articolo intitolato *Sulla struttura della materia grigia del cervello*, che venne pubblicato nel 1883.

Si tratta in realtà di un metodo di assai difficile applicazione, e Golgi lavorò per anni 30 nel tentativo di raffinare le sue metodiche perché garantissero risultati meno erratici⁸. Quando tuttavia l'impregnazione del tessuto nervoso con il nitrato d'argento riusciva nel modo dovuto, la struttura della cellula nervosa veniva rivelata in tutta la sua complessità, fino ai più sottili dettagli, e con una chiarezza realmente spettacolare. Malgrado i risultati ottenuti, però, le scoperte di Golgi si affermarono con lentezza 35 nella comunità scientifica internazionale: la barriera della lingua, la limitata circolazione fuori d'Italia delle pubblicazioni in cui apparvero i suoi lavori, e l'intrinseca difficoltà di applicazione del suo metodo di impregnazione argentea ne ritardarono di molti anni il riconoscimento.

Il contributo di Cajal e la rivalità umana e scientifica con Golgi

A partire dalla metà del decennio 1880-90, gli scienziati presero a ripetere le osserva- 40 zioni fatte da Golgi, e si convinsero della rivoluzionaria importanza del suo metodo. L'autorevole anatomista svizzero Rudolph von Kölliker (1817- 1905) ebbe in grande stima il collega italiano, e ne divenne amico. Fu lo stesso Kölliker a dare notorietà al lavoro di un altro importante protagonista di questa prima fase dello studio delle cellule del sistema nervoso, lo scienziato spagnolo Santiago Ramon y Cajal (1852- 45 1934). Nel 1887, quasi per caso, quest'ultimo ebbe l'opportunità di osservare i risultati che si potevano ottenere con il metodo di Golgi.

Egli ne comprese senza indugio l'importanza e si mise al lavoro, fino ad arricchire la conoscenza del sistema nervoso con una straordinaria serie di osservazioni originali e di importanti scoperte. La personalità di Cajal era più estroversa di quella del col- 50 lega italiano, e nel 1889 egli intraprese un viaggio in Germania e in altri paesi d'Europa allo scopo di presentare direttamente i risultati delle sue scoperte agli scienziati europei. Il successo di Cajal fu immediato e Golgi sentì ben presto la necessità di

3. Virchow: Rudolph Virchow (1825-1902), patologo e scienziato tedesco, pioniere nello studio della patologia cellulare.

4. Pia Casa degli Incurabili di Abbiategrasso: istituto assistenziale fondato ad Abbiategrasso in provincia di Milano

dal governo austriaco; alla metà del XX secolo venne trasformato nell'Istituto geriatrico Camillo Golgi, dedicato all'assistenza degli anziani.

5. perseveranza: costanza nel perseguire i propri scopi.

6. materia grigia: corpo cellulare dei

neuroni contenente il nucleo; l'espressione viene utilizzata come sinonimo di "intelligenza" in senso scherzoso.

7. senza indugio: immediatamente.

8. meno erratici: meno imprevedibili, più verificabili.

rivendicare la priorità di alcune scoperte; da allora le relazioni fra i due scienziati presero a farsi sempre più difficili. 55

Malgrado la mediazione di Kölliker, a dividere i due grandi protagonisti degli studi sulla cellula nervosa si instaurò una profonda incomprensione scientifica e umana. Al di là della loro rivalità personale, i due scienziati vedevano il sistema nervoso e le sue modalità di funzionamento in maniera opposta. Golgi era convinto che il cervello funzionasse come un unico insieme integrato, per mezzo di una “rete 60 nervosa diffusa”, cioè come collezione di prolungamenti e fibrille costantemente e strettamente intersecantesi nel tessuto nervoso. Egli era inoltre convinto che il ruolo dei dendriti⁹ (le chiome di sottili prolungamenti che dipartono dalla cellula nervosa) fosse esclusivamente nutritizio. Cajal, d'altra parte, grazie ai perfezionamenti da lui apportati al metodo di Golgi e ai suoi sistematici studi sullo sviluppo embrionale del- 65 la cellula nervosa dimostrò che ciascuna di esse costituisce un'unità anatomicamente e funzionalmente distinta, e che i dendriti svolgono un ruolo nella trasmissione del messaggio nervoso.

In una serie di studi pubblicati in rapida successione a partire dal 1888 Cajal presentò gli elementi basilari di quella che l'anatomista Wilhelm von Waldeyer¹⁰ (1836- 70 1921) avrebbe chiamato nel 1891 “teoria neuronale”.

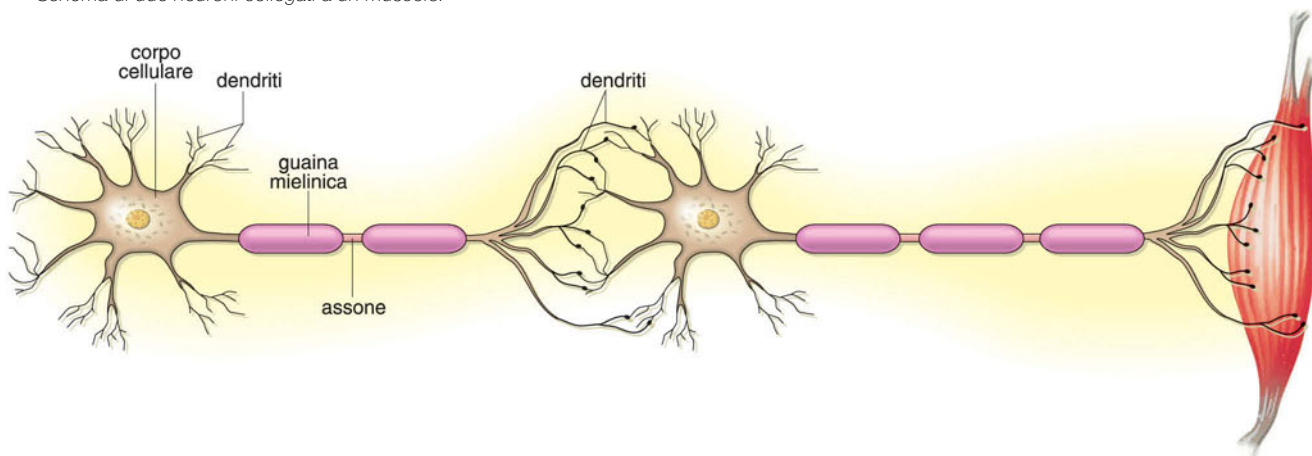
Le recriminazioni¹¹ sulla questione della priorità nella scoperta di nuove relazioni, strutturali e funzionali, tra le cellule nervose, finirono così per trasformarsi in un profondo contrasto tra due opposti modi di considerare il sistema nervoso [...].

La comunicazione tra i neuroni: il ruolo delle sinapsi

In seguito alla scoperta del neurone¹² ad opera di Golgi e Cajal, gli studiosi del si- 75 stema nervoso si trovarono comunque di fronte a un panorama del tutto mutato. La scoperta delle cellule di cui è costituito il cervello, e la comprensione del fatto che i neuroni non formano una catena ininterrotta, ma che al contrario vi sono delle sottili interruzioni tra un neurone e l'altro, secondo l'idea di Cajal, poneva tutta una serie di nuovi interrogativi sulla natura della conduzione nervosa. 80

Alla fine del XIX secolo, l'ipotesi che la conduzione nervosa fosse basata su impulsi elettrici venne accettata anche dai più accesi critici della concezione “fisicista” del cervello. L'elettricità, dopo tutto, è sotto molti aspetti una cosa “impalpabile”, e come tale era accettabile per coloro che avevano una concezione idealistica del cervello e temevano che la neurologia¹³ si ponesse in contrasto con le concezioni spiritualisti- 85 che dell' essere umano.

Schema di due neuroni collegati a un muscolo.



9. dendriti: sono stati chiamati in questo modo perché assomigliano alle ramificazioni degli alberi (*dendron*, in greco).

10. Wilhelm von Waldeyer: studioso tedesco di anatomia, a cui si devono

importanti contributi circa la teoria sui neuroni e sul sistema nervoso.

11. recriminazioni: accuse reciproche.

12. neurone: o cellula nervosa, costituisce l'unità di base del sistema nervoso.

13. neurologia: complesso delle scienze che si occupano del sistema nervoso (dal greco *neuro* - "nervo").

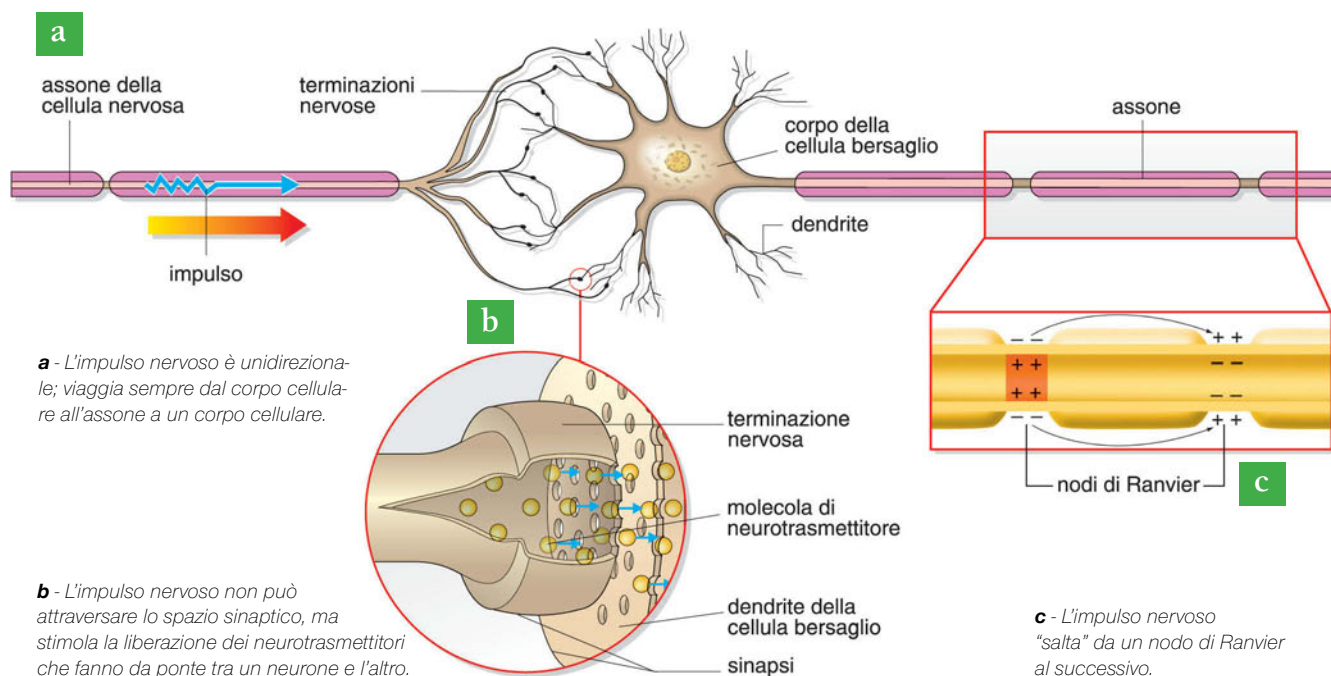
[...] Alcuni filosofi aderivano alla concezione di un “campo aggregato” (per cui il cervello sarebbe una massa indistinta di cellule che funziona come un tutt’uno), e credevano che l’elettricità potesse spiegare il passaggio delle informazioni che circolavano nel sistema nervoso. I “neuroni”¹⁴, al contrario, credevano che esistessero delle interruzioni tra una cellula e l’altra, e che le singole cellule avessero una propria autonomia (teoria del connessionismo cellulare). Di conseguenza, si misero alla ricerca di un possibile messaggero chimico che permettesse all’informazione di attraversare il minuscolo spazio della giunzione tra l’una e l’altra cellula nervosa [...]. Per rispondere alla domanda sul modo in cui l’informazione nervosa possa attraversare l’intervallo sinaptico, i “neuroni” basarono i propri studi sulla sinapsi¹⁴ che il nervo forma con il muscolo, quella che permette al primo di trasmettere l’impulso eccitatorio che a sua volta causa la contrazione del muscolo stesso. Il problema venne indagato con l’aiuto della farmacologia, una scienza che affonda le sue radici nello studio dei veleni animali e vegetali.

Nella seconda metà del XIX secolo, il famoso fisiologo francese Claude Bernard (1813-1878) tentò di comprendere il meccanismo d’azione del curaro, un veleno di origine vegetale tuttora usato dagli Indios sudamericani, che lo spalmano sulle punte delle loro frecce per paralizzare le prede che ne vengono colpite. Bernard, nel 1878, sostenne che il curaro blocca l’azione dei nervi sui muscoli “intossicando” il nervo stesso[...]

La scoperta dei “messaggeri nervosi”: i neurotrasmettitori

Fu solo ai primi del XX secolo che si scoprì che il curaro agisce perché blocca l’azione di una sostanza chiamata acetilcolina che viene liberata dalle terminazioni nervose e agisce sui muscoli inducendone la contrazione.

L’acetilcolina fa parte di tutta una serie di “messaggeri nervosi” o neurotrasmettitori¹⁵, scoperta all’inizio del nostro secolo. Prodotte dalle cellule nervose, queste molecole



14. sinapsi: connessione tra due neuroni (dal greco *synapsis*, che significa “collegamento”); comprende l’estremità di un neurone, uno spazio tra i neuroni, una sostanza detta neurotrasmettitore, l’estremità ricevente del secondo neurone.

L’impulso nervoso, di tipo elettrico, scorre sul neurone e all’estremità presinaptica stimola la liberazione di neurotrasmettitori, che fanno da ponte per la trasmissione dell’impulso nervoso e a loro volta stimolano l’estremità del secondo

neurone a riprendere la trasmissione elettrica.

15. neurotrasmettitori: oltre alla acetilcolina, appartengono a questo tipo di molecole l’istamina e la serotonina.

trasmettono la conduzione nervosa dall'uno all'altro lato dell'intervallo sinaptico, trasformando un segnale elettrico in uno chimico, e poi viceversa. Ma ci si chiede: ciò che ha luogo in periferia tra il nervo e il muscolo è identico a ciò che avviene nel cervello, fra un neurone e l'altro? Anche se i fisiologi avevano cominciato già all'inizio del XX secolo a credere che i trasmettitori chimici fossero responsabili del passaggio del segnale nervoso a livello delle sinapsi neuromuscolari, prima di accettare che i medesimi fenomeni si verificano nel cervello dovevano passare ancora dei decenni. Essi conclusero allora che le funzioni cerebrali dipendono da un complesso gioco di neurotrasmettitori e modulatori a livello delle sinapsi. [...]

120

La scoperta delle endorfine

Intorno alla metà degli anni Settanta John Hughes e Hans Kosterlitz (1975) prima, e poi Roger Guillemin (1978) riuscirono a trovare la risposta a un enigma che per molti anni aveva interessato gli studiosi delle neuroscienze. I derivati dell'oppio¹⁶, come morfina ed eroina, hanno un effetto analgesico - cioè riducono il dolore - e producono sensazioni piacevoli legandosi ai neuroni dei centri nervosi che decodificano¹⁷ le sensazioni dolorose e mediano¹⁸ le risposte emozionali. I neurobiologi si chiedevano però come mai delle molecole estranee al nostro organismo potessero agire su tali neuroni, e giunsero alla conclusione che gli oppiacei¹⁹ occupassero dei "siti" recettori già esistenti, che hanno la funzione di interagire con delle molecole endogene, vale a dire prodotte dall'organismo stesso. Hughes, Kosterlitz e Guillemin riuscirono appunto a isolare tali molecole, da essi chiamate endorfine²⁰ [...]

Nel campo degli studi sui recettori, un posto particolare è occupato dai recettori sui quali determinate molecole esercitano una cosiddetta "azione trofica"²¹. Queste infatti non trasmettono dei rapidi segnali intesi alla trasmissione dell'informazione, ma, pur reagendo anch'essi con dei recettori di membrana, consentono la crescita e la sopravvivenza delle cellule. Per poter crescere e sopravvivere le cellule del sistema nervoso in via di sviluppo dipendono infatti dal fattore di crescita dei nervi (NGF), una proteina scoperta nel 1952 da Rita Levi Montalcini²² [...]. Per effetto del fattore di crescita, il neurone sviluppa una spessa chioma di estensioni fibrose. Successive ricerche hanno dimostrato che anche se di norma i neuroni che non arrivano a formare delle connessioni sinaptiche nel corso del loro sviluppo sono destinati a morire, questi stessi neuroni, se si inietta dell'NGF nel tessuto nervoso, sopravvivono. [...]

La neurofarmacologia e la psicofarmacologia

Nel loro insieme, le diverse scoperte cui si è accennato hanno permesso di giungere a conoscenze sempre più approfondite nel campo delle neuroscienze: il successo delle ricerche è reso possibile da un approccio multidisciplinare, in cui interagiscono biologia, chimica e fisica. I farmaci che agiscono sul sistema nervoso (neurofarmacologia e psicofarmacologia) e la biologia molecolare hanno anch'essi dato un importante contributo alla comprensione del modo in cui funzionano i neuroni. Nessun laboratorio intraprende oggi una ricerca nel campo della neurobiologia²³ o della biologia del comportamento senza utilizzare delle sostanze, di origine naturale o fabbricate

16. oppio: è una sostanza stupefacente ottenuta incidendo le capsule immature del *Papaver somniferum* e raccogliendone la sostanza lattiginosa.

17. decodificano: decifrano, interpretano.

18. mediano: si interpongono, mettono in relazione.

19. oppiacei: sostanze contenenti oppio o suoi derivati.

20. endorfine: composti organici isolati dall'ipofisi e dall'ipotalamo, che influiscono sui meccanismi del dolore e sui fenomeni affettivi; il termine deriva da *endo-* "dentro, interno" e *(mo)rphin(e)* "morfina"; questa sostanza alcaloide deve il nome alle sue proprietà narcotiche (da Morfeo, mitico dio del sogno e del sonno).

21. azione trofica: nutritiva.

22. NGF... Rita Levi Montalcini: ricer-

catrice italiana, Premio Nobel nel 1986 (vedi volume a stampa, pagg. 14-16) per la sua scoperta del fattore di crescita nervoso (NGF).

23. neurobiologia: parte della biologia che studia la struttura e le funzioni del sistema nervoso.

dall'uomo, capaci a seconda dei casi di alterare il metabolismo dei trasmettitori o dei secondi messaggeri, o di imitarne o bloccarne l'azione.

L'uso di tali sostanze permette di alterare globalmente il modo in cui funziona il cervello, stimolando o deprimendo, ad esempio, i livelli di vigilanza; o ancora, con 155
micro iniezioni praticate in specifici nuclei cerebrali, si possono simulare gli effetti di determinate stimolazioni, o di lesioni transitorie, in modo da modificarne l'attività. L'approccio psicofarmacologico ha, soprattutto, consentito di giungere a una migliore caratterizzazione della fisiologia dei neurotrasmettitori e dei neuro modulatori prodotti dal cervello, [...]. Ad esempio, gli studi di Hughes e Kosterlitz (1975) 160
sulla morfina, un oppiaceo ad azione analgesica, hanno condotto alla scoperta delle endorfine, i peptidi²⁴ prodotti da specifici neuroni coinvolti nella risposta dell'organismo al dolore e a eventi che causano stress.

[...]

Altri ricercatori hanno cercato di comprendere il modo in cui vengono a formarsi, in base all'informazione genetica, le diverse proteine cerebrali. Ciascuna di tali pro- 165
teine viene sintetizzata, a partire dal frammento di materiale genetico (DNA) che ne contiene la specifica informazione, attraverso l'RNA messaggero (mRNA), fino alla trascrizione in proteina. I vari frammenti di mRNA presenti nei neuroni possono essere analizzati per decifrare la sequenza di aminoacidi da essi codificata, in modo da determinare quali proteine e peptidi possono esistere nel cervello. [...]

Oltre alle proteine che assolvono a un ruolo fisiologico, ve ne sono altre che funzionano in situazioni patologiche; esse possono, ad esempio, sostituire lo strato di materiale isolante che normalmente circonda l'assone²⁵, o possono formare corpi estranei all'interno di specifici neuroni in determinate forme di degenerazione cerebrale, come la malattia di Alzheimer²⁶.

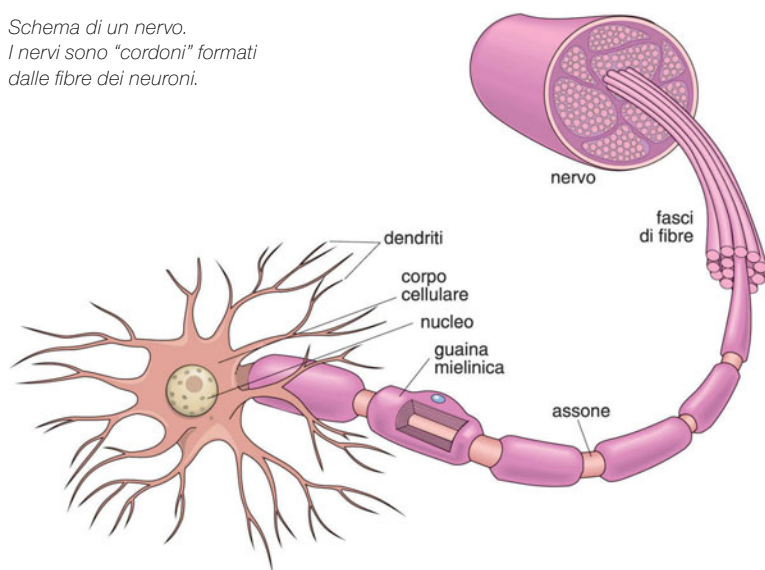
[...]

La neurobiologia molecolare²⁷ potrebbe condurre ad applicazioni pratiche grazie all'ingegneria genetica²⁸, con cui si potrà forse realizzare la riparazione dei difetti genetici, compresi quelli che causano malattie neurologiche. Il sistema nervoso, inoltre, potrebbe essere indotto a produrre sostanze di cui ha carenza, o che diven-

gono necessarie in seguito a un evento 180
patologico, come una trombosi²⁹ o la lesione di un nervo periferico o centrale; potrebbe persino rivelarsi possibile alterare l'informazione genetica delle cellule sanguigne, in modo da indurle 185
a produrre sostanze capaci di agire sul cervello.

Rid. da Alberto Oliverio -
Gordon M. Shepherd,
Messaggeri del cervello,
in *The Enchanted Loom. Chapters
in the History of Neuroscience*,
Oxford University Press, 1991
(traduzione di Alfredo Tutino, pubblicata su
Prometeo, anno 9 n.35, settembre 1991)

Schema di un nervo.
I nervi sono "cordoni" formati
dalle fibre dei neuroni.



24. peptidi: composti risultanti dall'unione di due o più molecole di aminoacidi.

25. assone: fibra nervosa che si prolunga dal corpo cellulare assimilabile ad un cavo che può misurare da meno di 1 millimetro a oltre 1 metro.

26. malattia di Alzheimer: una delle forme più diffuse di demenza senile,

descritta per la prima volta nel 1906 dallo psichiatra e patologo tedesco Alos Alzheimer.

27. neurobiologia molecolare: la neurobiologia molecolare studia la rete di reazioni che avvengono nelle cellule nervose.

28. ingegneria genetica: branca della

scienza che si occupa della produzione in laboratorio di nuove combinazioni di geni e la loro introduzione negli organismi viventi.

29. trombosi: formazione di coaguli di sangue nei vasi sanguigni e nel cuore.