

NEUROSCIENZE

15

*Direttore*

Massimiliano VISOCCHI  
ISTITUTO DI NEUROCHIRURGIA  
Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

*Comitato scientifico*

Giuseppe MARANO  
NEUROSCIENZE DI BASE  
Istituto Superiore di Sanità, Roma

Maria Federica FERRIO  
NEURORADIOLOGIA  
Università degli Studi di Torino

Carlo IOVINE  
NEUROLOGIA  
Ospedale S. Giovanni Battista  
Associazione Cavalieri di Malta Italiani  
Sovrano Ordine Militare di Malta, Roma

Antonio GERMANÒ  
NEUROCHIRURGIA  
Istituto di Neurochirurgia  
Università degli Studi di Messina

Marco FONTANELLA  
NEUROCHIRURGIA  
Istituto di Neurochirurgia  
Università degli Studi di Brescia

Angelo LAVANO  
NEUROCHIRURGIA  
Università "Magna Graecia", Catanzaro

Rosa MAROTTA  
NEUROPSICHIATRIA INFANTILE  
Università "Magna Graecia", Catanzaro

## NEUROSCIENZE

Lo scopo di questa Collana è di raccogliere, sistematizzare e divulgare ad un pubblico scientifico formato e/o in formazione sia le esperienze personali degli Autori, pubblicate ed accreditate, che quelle prelevate dalla Letteratura Scientifica Internazionale di livello, relative ai vari aspetti biologici, medici, diagnostici e chirurgici dell'immenso capitolo delle Neuroscienze. Anatomia, biologia molecolare, biochimica, fisiologia, farmacologia, genetica, immunologia e patologia del sistema nervoso centrale, periferico e di quello autonomo sono i titoli delle Neuroscienze di base. Semeiotica diagnostica fisica funzionale e per immagini, terapia medica e chirurgica delle malattie neurologiche e neurochirurgiche costituiscono invece i titoli della dimensione applicativa delle Neuroscienze.

I volumi pubblicati nella presente Collana editoriale sono stati valutati secondo il sistema di revisione tra pari.



Domenico Chirchiglia  
**Lezioni di Neurofisiologia**

*Prefazione di*  
Massimiliano Visocchi

*Presentazione di*  
Angelo Lavano





Aracne editrice

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

Copyright © MMXVI  
Gioacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

[www.gioacchinoonoratieditore.it](http://www.gioacchinoonoratieditore.it)  
[info@gioacchinoonoratieditore.it](mailto:info@gioacchinoonoratieditore.it)

via Sotto le mura, 54  
00020 Canterano (RM)  
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-9786-1

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: novembre 2016

*Alle utopie che rendono meravigliosa l'imperfezione dell'essere umano*

*In memoriam:*

JAMES DOUGLAS MORRISON (1943–1971)

JOHN WINSTON LENNON (1940–1980)

*simboli artistici della libertà individuale e sociale*

Sir STANLEY KUBRICK (1928–1999)

*sublime rappresentante della settima arte*





# Indice

- 13 *Prefazione*  
Massimiliano Visocchi
- 15 *Presentazione*  
Angelo Lavano
- 17 *Ringraziamenti*
- 19 *Introduzione*
- 21 *Capitolo I*  
*Il sistema nervoso: cenni di anatomia funzionale*  
1.1. Il nevrasse, 25 – 1.1.1. Sostanza Grigia, 25 – 1.1.2. Sostanza Bianca, 25 – 1.2. Fibre e vie nervose, 26 – 1.2.1. Vie ascendenti sensitive, 26 – 1.2.2. Vie discendenti motrici, 26 – 1.2.3. Il neurone, 26 – 1.2.4. La sinapsi, 27 – 1.2.5. Le cellule neurogliali, 27 – 1.2.6. Midollo spinale, 27 – 1.2.7. Il midollo spinale, 28 – 1.2.8. Il sistema nervoso periferico, 28 – 1.2.9. Il nervo, 28 – 1.2.10. Il sistema nervoso autonomo, 28.
- 31 *Capitolo II*  
*Il neurone*  
2.1. Generalità e proprietà, 31 – 2.2. Genesi e trasmissione dell'impulso nervoso, 32 – 2.2.1. Potenziale di membrana a riposo, 32 – 2.2.2. Potenziale d'azione, 34 – 2.3. I neurotrasmettitori, 35.
- 41 *Capitolo III*  
*Funzioni del nevrasse*  
3.1. Funzioni motorie, 41 – 3.1.1. il movimento volontario, 41 – 3.1.2. Regolazione e controllo del movimento, 41 – 3.1.3. Il tono muscolare, 43 – 3.1.4. Il cervelletto: il correttore del movimento, 44 – 3.2. Le funzioni sensitive, 45 – 3.2.1. Sensibilità somatica, 45 – 3.3. Il dolore, 46 – 3.3.1. Meccanismo del

dolore, 46 – 3.3.2. *Meccanismi di controllo e modulazione del dolore*, 47 – 3.3.3. *Funzioni olfattive*, 48 – 3.3.4. *Funzioni gustative*, 49 – 3.3.5. *Funzioni uditive o acustiche*, 52 – 3.3.6. *Funzioni visive*, 53 – 3.4. Le funzioni autonome, 55 – 3.4.1. *Sistema nervoso autonomo*, 55 – 3.4.2. *Antagonismo del SNA*, 56 – 3.4.3. *La situazione di attacco e fuga*, 56 – 3.4.4. *Riposo e digestione*, 57 – 3.4.5. *Ipotalamo*, 57 – 3.4.6. *Il tronco encefalico*, 58 – 3.4.7. *La formazione reticolare*, 59 – 3.5. Le funzioni superiori, 59 – 3.5.1. *Gli emisferi cerebrali*, 60 – 3.5.2. *La sindrome da disconnessione emisferica*, 61 – 3.6. *Lateralizzazione emisferica e mancinitismo*, 63 – 3.6.1. *Il mancinitismo*, 63 – 3.6.2. *Neurofisiologia comportamentale*, 64 – 3.6.3. *Corteccia prefrontale*, 65 – 3.6.4. *La lobotomia prefrontale*, 66 – 3.6.5. *Linguaggio*, 67 – 3.6.6. *Afasie non fluenti*, 68 – 3.6.7. *Afasie fluenti*, 68 – 3.6.8. *Prassie*, 69 – 3.6.9. *Aprassia ideativa e ideomotoria*, 69 – 3.6.10. *Gnosie*, 70 – 3.6.11. *La coscienza*, 71 – 3.6.12. *Il decisionismo*, 72 – 3.6.13. *Il lobo limbico*, 74 – 3.7. Le emozioni, 75 – 3.8. Il comportamento aggressivo: la rabbia, 77 – 3.9. La paura, 79 – 3.9.1. *La sindrome di Kluver-Bucy*, 79 – 3.10. La memoria, 80 – 3.10.1. *Abitudini*, 81 – 3.10.2. *Oblio*, 82 – 3.10.3. *Sostanze e memoria*, 82.

## 83      Capitolo IV

### *I riflessi*

4.1. *Riflesso monosinaptico*, 83 – 4.2. *Riflesso polisinaptico*, 83 – 4.2.1. *Arco riflesso*, 83 – 4.3. *Funzione dei riflessi*, 84.

## 85      Capitolo V

### *Il nervo*

5.1. *Il nervo periferico o spinale*, 85 – 5.2. *Circuiti nervosi sensitivi*, 85 – 5.3. *Circuiti nervosi motori*, 85 – 5.4. *Circuiti nervosi autonomici*, 86 – 5.5. *Il liquor cerebrospinale*, 86 – 5.5.1. *Composizione del liquor*, 86 – 5.5.2. *La barriera emato-encefalica (BEE)*, 87 – 5.5.3. *Funzioni del liquor*, 87.

## 89      Capitolo VI

### *Il sonno*

6.1. *Il sonno REM*, 90 – 6.2. *Il sogno*, 90.

## 93      Capitolo VII

### *Neuroplasticità*

## 95 Capitolo VIII

*Applicazioni strumentali clinico–diagnostiche delle funzioni neurali*

8.1. Potenziali evocati, 96 – 8.1.1. Parametri generali, 98 – 8.1.2. Potenziali evocati somatosensitivi (PES), 99 – 8.1.3. Potenziali evocati visivi (PEV), 102 – 8.1.4. Potenziali evocati acustici (PEA), 104 – 8.1.5. Potenziali evocati motori (PEM), 107 – 8.2. Elettroencefalografia, 109 – 8.2.1. Esecuzione di un esame EEG Standard in laboratorio, 111 – 8.2.2. EEG Normale, 112 – 8.2.3. EEG Patologico, 114 – 8.2.4. Esempi di attività parossistica, 114 – 8.2.5. Indicazioni all'uso dell'EEG, 116 – 8.2.6. Epilessia, 117 – 8.2.7. Crisi focali, 119 – 8.2.8. Le sindromi epilettiche, 120 – 8.2.9. Terapia, 122 – 8.3. Elettroencefalografia ed elettromiografia, 123 – 8.3.1. Introduzione e concetti fisiopatologici di base delle lesioni nervose periferiche, 123 – 8.4. Elettroencefalografia, 126 – 8.4.1. Utilizzo clinico e nozioni tecniche di base, 126 – 8.4.2. Conduzione motoria, 128 – 8.4.3. Onde F, 134 – 8.4.4. Riflesso H, 136 – 8.4.5. Conduzione Sensitiva, 137 – 8.4.6. Studio della giunzione neuromuscolare con test di stimolazione ripetitiva, 141 – 8.5. Elettromiografia, 143 – 8.5.1. Elettromiografia di singola fibra, 152 – 8.5.2. Applicazioni cliniche delle comuni indagini elettroencefalografiche ed elettromiografiche, 155 – 8.6. Conclusioni, 159.

161 *Bibliografia*



# Prefazione

MASSIMILIANO VISOCCHI\*

Nell'introduzione dell'Autore, il testo in oggetto viene modestamente definito "libello" specificando altresì che esso è anche il prodotto di diversi anni di insegnamento di Fisiologia del sistema nervoso, nei Corsi di Laurea Triennale e Magistrale. Sempre nella prefazione si aggiunge anche che trattasi di un "piccolo testo", che non ha la pretesa di sostituirsi ad un manuale. . . Personalmente, l'unica nota di critica che posso siglare è proprio verso questa eccessiva umiltà scientifica che, se da un lato rende onore a chi lo ha scritto, dall'altro potrebbe fuorviare la corretta collocazione di questo vero e proprio Testo nel posto che merita: la Biblioteca Scientifica di una Università moderna. Infatti la materia trattata è molto più che la semplice Neurofisiologia è in realtà una visione moderna della Neurologia Fisiologica che nutre la Psicologia, la Psichiatria, la tradizionale Neurologia ma anche la più pragmatica Neurochirurgia. Un testo moderno, aggiornato ed anche coraggioso, in cui termini come *decisionismo*, *empatia*, *oblio* vengono finalmente emancipati dalla Poesia, dalla Sociologia, dal Counseling Psicoanalitico, dalla Psicologia e dalla Psichiatria e riabilitati ad una scienza medico-biologica più facilmente dimostrabile secondo i canoni laboratoristici sperimentali. Questo deve fare uno studente universitario: prima imparare, poi interpretare e da ultimo applicare. Auspico una sempre maggiore vitalità nella raccolta di nozioni, aiutando ad interpretare, interessare, avvincere e provocare le menti per una sempre più moderna conoscenza non solo del sistema nervoso ma soprattutto della mente.

\* Istituto di Neurochirurgia Università Cattolica Roma, Direttore Collana di Neuroscienze Aracne Ed, Presidente della International Society of Reconstructive Neurosurgery (ISRN), Già Presidente della Società Italiana di Neurosonologia ed Emodinamica Cerebrale, Membro del *Board Neurorehabilitation Committee of the World Federation of Neurosurgical Societies*, Membro del Consiglio Direttivo della Società Italiana di Neurochirurgia.



# Presentazione

ANGELO LAVANO\*

Poche righe di presentazione. *Lezioni di Neurofisiologia* è un breve compendio che tratta, oltre alle nozioni fondamentali di anatomia funzionale del sistema nervoso, i principali argomenti di neurofisiologia e delle sue applicazioni diagnostiche insieme a tematiche molto attuali quali la fisiologia delle emozioni e la neuroplasticità. Frutto della esperienza didattica maturata dal Dott. Domenico Chirchiglia in numerosi anni di insegnamento della materia presso l'Università "Magna Graecia" di Catanzaro, il compendio si caratterizza per la facilità di consultazione che non va a scapito del suo rigore scientifico.

Raccomando questo testo agli studenti del Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia, dei Corsi di Laurea delle Professioni Sanitarie e a tutti coloro che esercitano la professione nel campo delle scienze neurologiche che troveranno in esso un valido strumento di studio.

\* Professore Ordinario di Neurochirurgia presso l'Università degli Studi "Magna Graecia" di Catanzaro.





## Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento va al Dottor Vinicio Valente, Dirigente UOC di Neurochirurgia, Ospedale di Cosenza, per le figure anatomiche.

Si ringraziano il Prof. Francesco Habetswallner, Dirigente UOC di Neurofisiopatologia, AORN Cardarelli, Napoli e Docente della Scuola di Specializzazione in Neurologia, Seconda Università di Napoli; il Dottor Felice Sirico, Dipartimento di Sanità Pubblica, Università degli Studi di Napoli Federico II, UOC di Neurofisiopatologia, AORN Cardarelli, Napoli e il Dottor Luigi Del Gaudio, Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Neuroscienze, Centro per lo Studio dell' Epilessia UOC di Neurofisiopatologia, AORN Cardarelli di Napoli, curatori del capitolo *Applicazioni strumentali clinico–diagnostiche delle funzioni neuronali*.



## Introduzione

Questo “libello” è il prodotto di diversi anni di insegnamento di Fisiologia del sistema nervoso, nei Corsi di Laurea Triennale e Magistrale, presso la Scuola di Medicina e Chirurgia dell’Università degli Studi Magna Graecia” di Catanzaro. È un “piccolo testo”, che non ha la pretesa di sostituirsi ad un manuale, poiché ho volutamente indicizzato una ristretta serie di argomenti, che ritengo, siano più stimolanti e facilmente fruibili, dal lettore, sia egli un studente di Medicina, delle Professioni Sanitarie o semplicemente una persona curiosa. Insomma, la materia trattata esce dai canoni classici di una disciplina come la Neurofisiologia, per cui ho cercato di dare maggiore risalto ad esempio alla fisiologia comportamentale, tema sempre più attuale e continuo oggetto di ricerca sperimentale e clinica, la cui funzione è quella di divulgare e far comprendere al lettore, i complessi meccanismi di relazione interindividuale e sociale. La parte finale del libro è dedicata alle applicazioni diagnostiche della Neurofisiologia, un ambito decisamente tecnico. L’auspicio è che il testo incontri la simpatia del lettore, cui consiglio di farne uso per una rapida consultazione, sfruttando la sintesi degli argomenti trattati, ma che sia soprattutto utile oggetto di studio per lo studente che si accinge alla preparazione del relativo esame. Pertanto auguro una buona lettura a tutti i destinatari del libro, con la speranza che siano essi stessi ad esprimere un giudizio, spero positivo, sui suoi contenuti.



## Il sistema nervoso

### Cenni di anatomia funzionale

Concetto di Sistema: sistema è il termine che definisce la regolazione e il controllo di aree anatomiche dell'intero corpo umano, organi e apparati, da parte di una struttura apicale coinvolta in toto nei meccanismi di funzione, attraverso un'utile ed efficace interazione. Insomma un supervisore che coordina le funzioni prodotte dai vari apparati, capace di modificarle, attraverso le proprie direttive, al fine di mantenere un corretto equilibrio anatomo-funzionale dell'organismo. Così le strutture nervose entrano in tutti i distretti anatomici, in modo sistematico, dall'apparato digerente a quello respiratorio, come nel tessuto muscolare, esercitando la loro funzione di controllo.

Spetta quindi alle strutture anatomiche nervose la denominazione di sistema, come regolatore ultimo di intere funzioni legate agli organi e apparati del corpo umano.

Il sistema nervoso si suddivide in:

- centrale e periferico;
- volontario e involontario;
- somatico e viscerale.

Il sistema involontario o autonomo o vegetativo è costituito dal sistema nervoso ortosimpatico e sistema nervoso parasimpatico.

Un'ulteriore suddivisione viene fatta, riguardo l'encefalo, in base alla topografia delle aree cerebrali, superficiali e profonde, per cui distingueremo:

- formazioni nervose corticali;
- formazioni nervose sottocorticali.