

© Copyright 2009 Wolters Kluwer Health

ISBN 978-88-7556-427-8

Tutti i diritti riservati.

Il testo è protetto da copyright. Sono vietate la riproduzione e l'archiviazione in qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo elettronico o meccanico, compresa la fotocopiatura, di qualsiasi parte della presente pubblicazione senza autorizzazione scritta dell'Editore, a eccezione di brevi citazioni tratte dagli articoli di commento e dalle rassegne.

Realizzazione editoriale:

Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins, Italy

Wolters Kluwer Health Italy, Ltd

Via Lanino 5 – 20144 Milano

Tel. +39.02.423.4562

Fax +39.02.422.1200

[www.wkhealth.com](http://www.wkhealth.com)

Project Management: Rosa Parrella

Editing, impaginazione e coordinamento editoriale: Marita Bassano, Torino

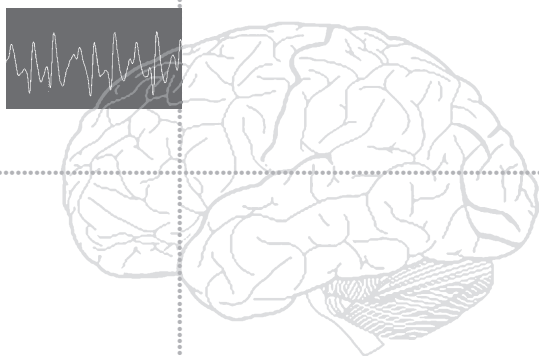
Si ringrazia Micromed per aver gentilmente concesso la riproduzione delle immagini relative agli strumenti.

La stesura di questo volume è stata effettuata con la massima accuratezza ed è stata posta la massima attenzione nel descrivere informazioni e pratiche generalmente accettate. Tuttavia, gli autori e l'editore non sono responsabili per errori od omissioni e per qualunque conseguenza derivata dall'applicazione delle informazioni ivi contenute e attuate senza autorizzazione espressa o implicita, con rispetto all'attualità, alla completezza o all'accuratezza dei contenuti della pubblicazione.

L'applicazione di queste informazioni in una situazione particolare rimane alla responsabilità professionale del medico.

Gli autori e l'editore hanno posto ogni sforzo per assicurare che la selezione di farmaci e dei dosaggi indicati in questo volume siano in accordo con le raccomandazioni e la pratica attuali al momento della pubblicazione. In ogni caso è responsabilità del medico verificare le informazioni sulla prescrizione di ciascun farmaco o sulla pianificazione delle procedure per l'uso nella pratica clinica.

Stampato in Italia da G. Canale & C. SpA – Borgaro Torinese (TO)



## Premessa

A distanza di vent'anni dalla pubblicazione della prima edizione del *Testo Atlante di Elettroencefalografia Clinica*, (Marrapese Editore, 1a Edizione 1988, 2a Edizione 1995), scritto insieme alla mia collega di quei tempi, Maria Rita de Feo, è per me un onore e un po' anche una sfida dare alle stampe questo nuovo Manuale di EEG, ripensato e riscritto interamente, con l'aiuto dei miei più stretti collaboratori e di alcuni colleghi particolarmente esperti in settori specifici.

Il testo è articolato in due parti: la prima dedicata alla trattazione delle basi neurofisiologiche dell'EEG, di tutti gli aspetti tecnici e dei pattern EEG ritenuti normali e patologici; la seconda dedicata invece ai pattern EEG correlati specificamente con le varie patologie, neurologiche e sistemiche, e agli approfondimenti di alcuni particolari settori di applicazione della metodica.

Il Manuale è rivolto agli studenti del Corso di Laurea in Tecniche di Neurofisiopatologia, agli specializzandi e agli specialisti nelle varie branche neurologiche (neurologia, neurofisiopatologia o neurofisiologia clinica, neuropsichiatria infantile) e a tutti coloro che intendono approfondire la conoscenza di questa metodica.

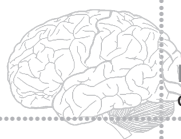
In quest'ultimo ventennio l'elettroencefalografia ha subito una specie di rivoluzione, non tanto perché siano stati individuati e descritti quadri EEG prima sconosciuti o la metodica abbia trovato campi di utilizzo diagnostico diversi dal passato, ma perché lo sviluppo tecnologico ha permesso la completa digitalizzazione delle apparecchiature e dell'acquisizione/registrazione/archiviazione del segnale bioelettrico cerebrale.

Quando, nel 1977, cominciai a "leggere" gli EEG avevo di fronte pacchi di carta più o meno voluminosi, da sfogliare e risfogliare, sottolineando con la matita le eventuali anomalie. Per riprodurre pezzi di tracciato a scopo didattico bisognava ricorrere al fotografo, ottenendo però immagini statiche e non sempre ottimali. Per la preparazione del nostro primo testo di EEG i tracciati originali furono per la maggior parte ricalcati a mano con l'inchiostro di china su fogli di carta lucida, per ottenere una migliore qualità di stampa.

Oggi gli EEG vengono generalmente acquisiti in digitale e visualizzati per la refertazione su monitor; i file possono essere trasmessi tramite rete, rivisti dinamicamente in qualsiasi reparto all'interno o all'esterno dell'ospedale, se ne possono modificare i parametri di visualizzazione; per preparare l'iconografia del Manuale è stato sufficiente catturare le immagini dal monitor e utilizzare un semplice PC con i software di grafica.

Negli ultimi decenni insomma, la metodica è diventata di utilizzo sia clinico che didattico più agevole e con possibilità applicative in continua espansione anche se non abbiamo scoperto molto di nuovo circa la reale "sostanza" dell'elettroencefalografia.

Senza nulla togliere alle neuroimmagini, a tutt'oggi l'elettroencefalografia rimane un'indagine neurofunzionale utile e insostituibile, poco costosa, disponibile quasi ovunque. Questa facilità di accesso fa sì che chiunque si specializzi in una branca neurologica si senta legittimato a refertare esami EEG, magari non sempre con la dovuta competenza. Nel nostro Paese infatti non è ancora necessario essere in possesso di una certificazione specifica che attesti la competenza in elettroencefalografia. Molti passi avanti comunque sono stati fatti anche nella formazione accademica del personale tecnico e di quello medico. Attualmente presso molte Università italiane è attivo il Corso di Laurea in Tecniche



## Manuale Teorico Pratico di Elettroencefalografia

di Neurofisiopatologia (triennale), seguito dal Corso di Laurea Specialistica in Tecniche Diagnostiche (biennale). La Scuola di Specializzazione in Neurofisiopatologia, che per anni è stata la cenerentola nell'ambito delle Neuroscienze, ha ormai raggiunto pari dignità rispetto alle altre branche, essendo stata dichiarata equipollente alla Neurologia.

Tenendo conto di tutto ciò e ponendo la didattica e la formazione come obiettivo principale, era, a mio parere, necessario riscrivere un nuovo Manuale teorico-pratico di EEG in lingua italiana, che, pur essendo aggiornato e omni-comprendente, risultasse di agevole consultazione, senza voler competere con i "sacri testi" pubblicati oltreoceano, sicuramente insostituibili. In quest'ottica di praticità va anche la scelta, forse contestabile, di non appesantire il testo con un numero eccessivo di referenze, ma di citare semplicemente alcune letture consigliate dagli Autori.

Dedico questo nuovo testo di EEG alla memoria del Professor Gianfranco Ricci (Palermo 1925 – Roma 2000), sotto la cui guida ho cominciato a interpretare gli EEG cartacei, continuando poi a lavorare nella struttura universitaria da lui diretta fino al suo pensionamento, nel 1997. Il Professor Gianfranco Ricci è stato in realtà il Maestro di molti di coloro che a partire dagli anni '60 a Roma si sono dedicati allo studio approfondito dell'EEG. Di lui non dimenticherò mai l'assoluta onestà umana e intellettuale, la semplicità a volte disarmante, l'estrema disponibilità nei confronti di chiunque. In campo accademico è impossibile non riconoscere come egli sia stato capace di farci appassionare al lavoro quotidiano, insegnandoci a trarre da esso spunti di riflessione per progetti di ricerca, da condurre seguendo sempre un rigoroso metodo scientifico.

Il Professor Gianfranco Ricci è stato, oltre che un maestro e un clinico preparato e amato, in particolare dai suoi pazienti, un pioniere della Neurofisiopatologia nel nostro Paese. Ottenne per primo presso la nostra Università la Scuola Speciale per Tecnici di Neurofisiopatologia nel lontano 1972 e nel 1990 divenne Direttore della Scuola di Specializzazione.

Per queste ragioni, e per altre che sarebbe lungo elencare, è per me un gran piacere dedicare questa fatica alla memoria del mio Professore.

Il Professor Ricci è stato sostituito nella Direzione della Neurofisiopatologia della SAPIENZA dal Professor Neri Accornero, che ha accettato con grande disponibilità di presentare questo libro. A lui sarò sempre grato per la stima dimostratami e per avermi permesso in questo ultimo decennio di proseguire nella mia attività con assoluta autonomia.

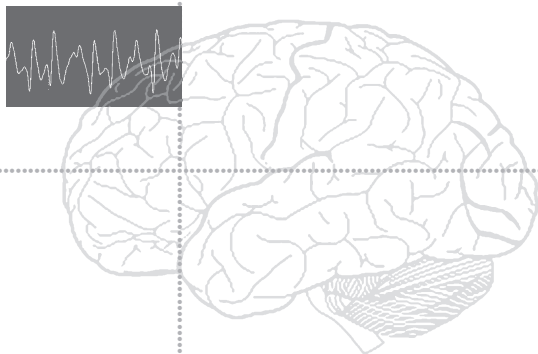
Un ringraziamento particolare va ai miei collaboratori (tecnici, specializzandi, dottorandi) che mi hanno "supportato" e supportato durante le fasi di progettazione, di preparazione dei manoscritti e di scelta del materiale iconografico, proveniente in gran parte dai nostri Laboratori. È per me un onore che alcune parti del Manuale siano state preparate da tecnici di Neurofisiopatologia. Spesso i tecnici sono relegati al ruolo di meri esecutori di indagini diagnostiche; credo invece che essi a pieno titolo dovrebbero partecipare attivamente anche alla fase di discussione dei problemi specifici e di elaborazione di materiale a uso didattico.

È per me particolare motivo di orgoglio aver ottenuto la collaborazione, per la stesura di capitoli specialistici, di personalità prestigiose non solo a livello nazionale, che hanno accettato il mio invito con entusiasmo e spirito di sacrificio e che vorrei qui ringraziare in modo ufficiale. Il loro contributo arricchisce naturalmente il Manuale.

L'ultimo e più sentito ringraziamento va a tutti coloro che a livello editoriale hanno creduto in questa iniziativa e mi hanno fornito il sostegno necessario per poterla portare a compimento.

*Oriano Mecarelli*

Indirizzo per la corrispondenza: [oriano.mecarelli@uniroma1.it](mailto:oriano.mecarelli@uniroma1.it)



## Presentazione

**G**iustamente Oriano Mecarelli dedica questo libro alla memoria del Professor Gianfranco Ricci, precursore degli sviluppi della Neurofisiologia Clinica in tempi difficili e promotore della creazione di Scuole per l'insegnamento di questa disciplina.

Pur non potendomi considerare un diretto allievo del Professor Gianfranco Ricci devo a lui molto poiché mi ha consentito, appena specialista, di poter collaudare e affinare le mie capacità didattiche nella neonata Scuola per Tecnici Neurofisiopatologi, ora Corso di Laurea triennale e, successivamente, nella Scuola di Specializzazione in Neurofisiopatologia, che entrambe egli, tra i primi in Italia, ha fortemente voluto. Negli anni che sono seguiti i nostri rapporti sono sempre stati cordiali e anche affettuosi, forse per una sorta di affinità caratteriale mai esplicitata, ma di fatto presente, tanto che in procinto del suo pensionamento mi ha chiesto di sostituirlo nella Direzione delle due Scuole e del Servizio di Neurofisiopatologia del Policlinico Universitario Umberto I.

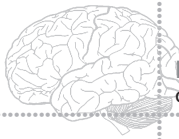
Ho gradito particolarmente l'offerta che Oriano Mecarelli mi ha fatto per la stesura di una breve presentazione del suo secondo libro sull'EEG. Oriano sa però che l'Elettroencefalografia Clinica non è il mio campo, al massimo posso avere qualche competenza sugli sviluppi tecnologici ed è quindi in quest'ottica che mi limiterò a tracciarne una breve storia, con qualche previsione finale per il futuro prossimo.

Fino agli anni Settanta-Ottanta si può dire che la tecnologia EEG non fosse sostanzialmente diversa da quella di Hans Berger, analogica, meccanica e piena di macchie di inchiostro! Dopo quegli anni lo sviluppo dell'elettronica e dell'informatica improvvisamente ha consentito l'acquisizione e l'elaborazione dei segnali biologici per mezzo di personal computer, rapidamente ubiquitari e di basso costo. Di conseguenza sono comparsi i primi elettroencefalografi digitali, la cui accoglienza per vari motivi, è stata inizialmente osteggiata dai medici specialisti.

I primi sistemi digitali si limitavano all'archiviazione del tracciato e alla sua visualizzazione su monitor televisivi, che la tecnologia del momento consentiva in modo assai deludente. La digitalizzazione grossolana (e la conseguente bassa risoluzione grafica su monitor sfarfallanti e monocromatici) risultava quasi insopportabile per chi era abituato ai tracciati su carta. Inoltre l'assoluta impreparazione dei medici e dei tecnici all'uso di strumenti informatici rendeva queste apparecchiature difficilmente utilizzabili.

La situazione è però rapidamente cambiata grazie al veloce miglioramento tecnologico e a una migliore integrazione tra medici e tecnici, che richiedevano soluzioni specifiche ai loro problemi, e ingegneri e informatici che le fornivano. La quantificazione dell'EEG, fino ad allora metodica relegata a costosi studi sperimentali, era ormai alla portata di tutti, riduceva la soggettività della refertazione e di fatto allargava l'applicazione dell'EEG, fino ad allora utilizzato quasi esclusivamente in ambito epilettologico, allo studio delle malattie neurodegenerative, come le demenze, e dei disturbi del comportamento in psichiatria.

La memorizzazione digitale dei segnali EEG ha consentito inoltre la possibilità di visualizzare, con montaggi virtuali modificabili a piacere, tracciati precedentemente acquisiti, di modificarne il filtraggio e l'amplificazione e di effettuare off-line analisi molto sofisticate, come ad esempio gli studi di *back averaging* nelle mioclonie e nei potenziali premotori, gli studi di coerenza dell'attività elettrica tra canali topograficamente differenti e di localizzazione dei dipoli.



**Manuale Teorico Pratico  
di Elettroencefalografia**

L'analisi dei segnali EEG, inizialmente di tipo ispettivo e necessariamente, come si è detto, molto soggettiva, si è quindi successivamente arricchita di dati quantitativi (analisi spettrale) e progressivamente si è diretta verso l'uso di sistemi di analisi automatica mediante riconoscitori di pattern (*spike detectors*) o di diagnostica assistita con sistemi esperti o reti neurali artificiali (Fig. 1).

La progressiva miniaturizzazione e digitalizzazione dei supporti di memoria continua ad abbassare i costi delle apparecchiature e migliora notevolmente anche i sistemi di *ambulatory EEG*, con la possibilità attuale di registrare 16 o più canali per più giorni consecutivi, salvando i dati in una scheda di memoria a stato solido delle dimensioni di un francobollo.

Spesso i "non addetti" identificano erroneamente l'EEG quantitativo soltanto con la possibilità di visualizzazione di mappe cromatiche, di ampiezza o di frequenza. Questa modalità, certamente impressiva, per la verità è servita più ai venditori di apparecchiature EEG che ai loro utilizzatori e rappresenta, a mio parere, un tentativo sbagliato di fare concorrenza alle tecniche di neuroimaging radiologica. Rispetto a queste infatti la risoluzione spaziale dell'EEG è intrinsecamente molto più bassa, anche nel caso si voglia aumentare a dismisura il numero di canali (fino a 512!). Queste tecniche al massimo consentiranno un sovracampionamento spaziale ma non miglioreranno la risoluzione topografica, per la inevitabile distanza degli elettrodi registranti dalle sottostanti sorgenti di segnale. Come è noto l'attività cerebrale profonda non è rilevabile con precisione mediante elettrodi di superficie, nonostante i virtuosismi matematici che tentano di localizzare sorgenti molto distanti dagli elettrodi esploranti.

Dovrebbe viceversa essere esaltato il punto di forza della neurofisiologia in generale e dell'elettroencefalografia in particolare, rappresentato dalla sua risoluzione temporale, che può essere inferiore al millisecondo e che, per ora, non è raggiunta dalle tecniche di neuroimaging. Non a caso studi avanzati propongono l'unione delle due metodiche con la possibilità di effettuare EEG durante l'esecuzione di fMRI, dopo aver risolto non pochi problemi tecnici legati alle interferenze dovute all'intensità del forte campo magnetico presente.

In modo sintetico si può dire che la digitalizzazione consente un'analisi multimodale dell'EEG che fornisce risposte specifiche a quesiti del tipo: cosa accade, quando accade, dove accade, quanto accade (Fig. 2).

Un'ulteriore innovazione, conseguente all'evoluzione informatica, è stata la possibilità di registrare e visualizzare contemporaneamente il tracciato EEG e le immagini del paziente (Video-EEG). Questa opportunità, inizialmente sottovalutata, si è rivelata cruciale per una più accurata diagnostica clinica, poiché permette di correlare precisamente e oggettivamente la morfologia dinamica del tracciato con il comportamento del soggetto.

Fino a qualche decennio fa gli avanzamenti tecnologici in ambito medico seguivano precise richieste da parte dello specialista ma ora, paradossalmente, vengono offerte possibilità di analisi dei segnali neanche immaginate dal medico e l'informatico o l'ingegnere che progetta sofisticati sistemi EEG nel suo isolamento, rischia di allontanarsi troppo dalle esigenze cliniche del medico specialista e pratiche del tecnico che utilizza il sistema. Si rende quindi sempre più neces-

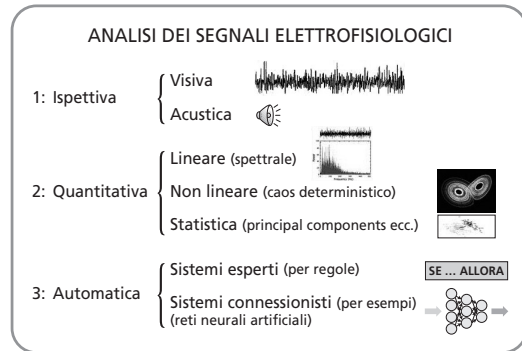


Figura 1

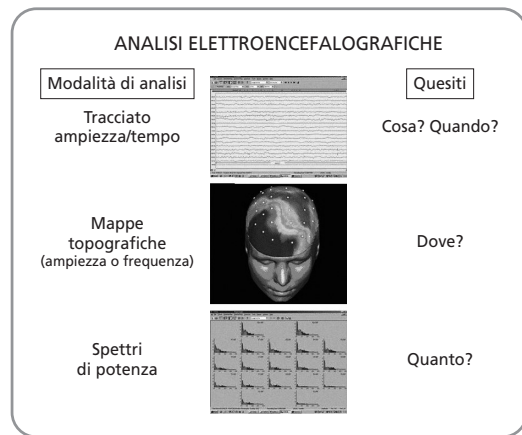


Figura 2

saria una forte integrazione tra queste figure professionali con una continua circolazione delle conoscenze e integrazione delle competenze (Fig. 3).

Quale futuro quindi?

Difficile predire le tappe della futura evoluzione tecnologica, quando il passo con cui questa procede è di tipo esponenziale. Chi avrebbe pensato solo qualche anno fa di poter miniaturizzare un elettroencefalografo multicanale fino a ridurlo a dimensioni poco più grandi di un telefono cellulare? O che si potesse archiviare una enorme quantità di informazioni su memorie tanto piccole da rischiare di ... perderle! Una piccola card da 4 gigabytes, del costo di pochi euro ormai, contiene 32 miliardi di *transistors* (le dimensioni delle giunzioni elettroniche sono ormai al disotto di 1 micron, una densità questa superiore a quella biologica), e già sono in commercio memorie da 8 o 16 gigabytes. Nella Fig. 4 sono mostrate le dimensioni di una *memory card* da 1 gigabites e le dimensioni microscopiche delle celle di memoria.

Questa rapida evoluzione cambierà radicalmente molte nostre abitudini, i nastri magnetici sono andati già in pensione, ma molto presto ci andranno anche i CD, i DVD e gli stessi Hard disk. Questa vertiginosa miniaturizzazione (nanotecnologie) consente un esponenziale sviluppo di potenza e rapidità di calcolo, a costi sempre più bassi e, di conseguenza, rende affrontabili analisi matematiche sempre più complesse e in tempo reale.

Mai come oggi la scienza non può essere disgiunta dalla tecnologia, fino a pochi anni fa considerata la figlia non blasonata, e solo grazie agli sviluppi di quest'ultima è oggi ipotizzabile un approccio scientifico anche in campi della biologia quali la "consapevolezza" e la "creatività", finora riservati a nebulose speculazioni filosofiche o religiose.

Al termine di questo breve excursus su tappe e prospettive dell'evoluzione scientifico-tecnologica, anche in questo specifico settore di interesse, non posso che augurare a Oriano Mecarelli un successo per questo nuovo Manuale pari o superiore al precedente, che già si è dimostrato strumento efficace e insostituibile, sia per la didattica che per la consultazione.

Neri Accornero

Dipartimento Scienze Neurologiche, SAPIENZA Università di Roma  
Direttore UOC di Neurofisiopatologia, Policlinico Umberto I, Roma

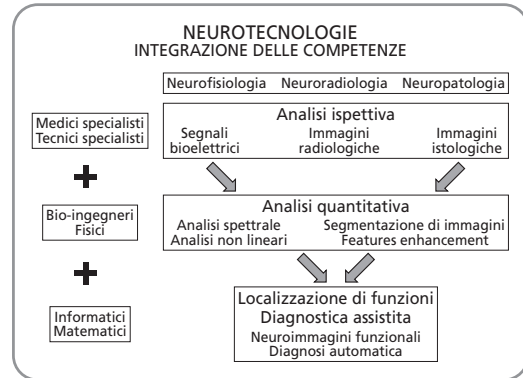


Figura 3

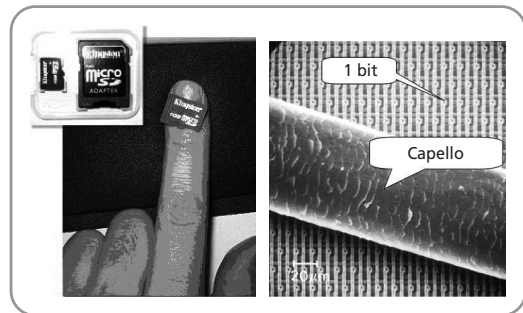
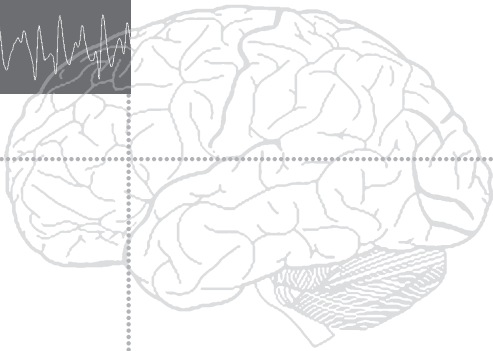
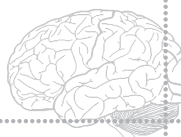


Figura 4



# Sommario

<i>Autori e Collaboratori</i> .....	vi	<b>5 Acquisizione del segnale EEG</b> .....	38
<i>Premessa</i> .....	ix	C. Rizzo	
<i>Presentazione</i> .....	xi	Introduzione .....	38
		Parte analogica .....	40
		Conversione analogico-digitale .....	45
		Parte digitale .....	49
		Video-EEG digitale sincronizzata .....	53
		Appendice A.....	57
		Appendice B.....	58
		<b>6 Analisi del segnale EEG</b> .....	60
		C. Rizzo	
		Introduzione .....	60
		Analisi del segnale nel dominio della frequenza ...	60
		Analisi del segnale nel dominio del tempo .....	64
		Tecniche di rappresentazione dei dati ottenuti dall'analisi .....	65
		Esempio applicativo .....	70
		<b>7 Organizzazione del laboratorio EEG</b> .....	73
		E. Bisozzi, O. Mecarelli	
		Accettazione del paziente e preparazione dell'esame	73
		Registrazione dell'esame EEG .....	75
		Appendice A.....	82
		Appendice B.....	83
		<b>8 Artefatti</b> .....	87
		O. Mecarelli, L. Davi, G. Iannuzzi	
		Classificazione degli artefatti .....	87
		<b>9 EEG normale in veglia</b> .....	107
		O. Mecarelli	
		Caratteristiche generali dei segnali e dei pattern EEG	107
		Frequenze EEG .....	109
		Ritmi e grafoelementi EEG fisiologici .....	110
		Variabilità EEG intra- e interindividuale .....	119
<b>1 Passato, presente e futuro dell'elettroencefalografia</b> .....	1		
O. Mecarelli			
<b>2 Basi neurofisiologiche</b> .....	5		
O. Mecarelli, S. Pro			
Cenni di anatomia e fisiologia del sistema nervoso centrale .....	5		
Origine dell'attività elettrica cerebrale .....	8		
<b>3 Elettrodi per registrazioni di superficie</b> ...	13		
O. Mecarelli, L. Davi			
Generalità .....	13		
Clorurazione degli elettrodi .....	14		
Elettrodi per registrazioni standard e sistemi di fissaggio .....	15		
Elettrodi speciali .....	18		
Controllo delle infezioni .....	20		
Appendice .....	21		
<b>4 Posizionamento degli elettrodi, derivazioni e montaggi</b> .....	23		
O. Mecarelli, P. Li Voti			
Sistema Internazionale 10-20 .....	23		
Derivazioni .....	26		
Scelta della derivazione .....	32		
Montaggi .....	36		



## Manuale Teorico Pratico di Elettroencefalografia

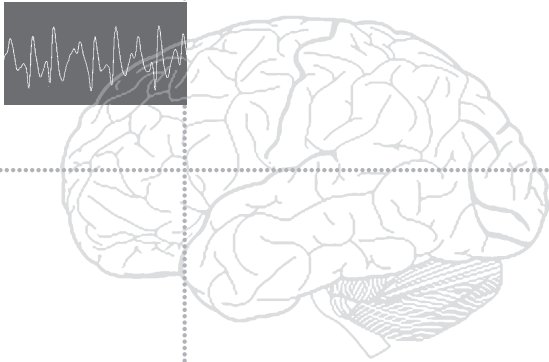
Effetto dell'età sull'EEG di veglia .....	122
Il concetto di normalità EEG .....	125
<b>10 EEG del sonno</b> .....	127
L. Parrino, A. Smerieri, M.G. Terzano	
La polisonnografia: uno spartito musicale .....	127
Le regole di scoring del sonno secondo il manuale di Rechtschaffen e Kales (1968) .....	128
Le nuove regole di scoring della <i>American Academy     of Sleep Medicine</i> (2007) .....	132
Nuove regole visive per il sonno degli adulti .....	133
Cosa cambia e cosa resta del manuale R&K nella nuova classificazione .....	142
Microrisvegli del sonno .....	143
Criteri di scoring del CAP .....	143
Fasi A del CAP .....	148
Il CAP nella struttura del sonno .....	148
CAP e meccanismi permissivi del sonno .....	148
CAP e <i>slow oscillation</i> .....	150
Le misure del CAP .....	151
CAP e disturbi del sonno .....	151
Utilità della polisonnografia nella pratica clinica ..	152
<b>11 Pattern EEG patologici e inusuali</b> .....	154
O. Mecarelli, P. Pulitano	
Pattern EEG patologici .....	154
Pattern EEG inusuali, benigni o dall'incerto significato .....	163
<b>12 EEG neonatale</b> .....	166
M. Mastrangelo, B. Scelsa, I. Fiocchi, S.M. Bova	
EEG neonatale normale .....	166
Iconografia .....	173
Appendice .....	192
<b>13 Prove di attivazione</b> .....	194
O. Mecarelli, P. Li Voti	
Iperventilazione (o iperpnea) .....	194
Fotostimolazione (o stimolazione luminosa intermittente) .....	202
Altri metodi di stimolazione visiva .....	207
Sonno e privazione di sonno .....	208
Stimolazioni sensoriali e sensitive .....	212
Attivazioni farmacologiche .....	212
<b>14 RegISTRAZIONI poligrafiche</b> .....	215
E. Foschini, G. Plazzi	
Struttura del laboratorio di poligrafia .....	215
Parametri registrabili in poligrafia .....	215
Parametri di natura bioelettrica .....	216
Parametri di natura non elettrica .....	218
Conclusioni .....	220
<b>15 Back-averaging del segnale poligrafico</b> ..	222
G. Rubboli	
Aspetti tecnici .....	222
Applicazione delle tecniche di <i>back-averaging</i> allo studio dei fenomeni mioclonici .....	224
Conclusioni .....	229
<b>16 Metodiche invasive di registrazione EEG</b> 232	
L. Tassi, M. Cossu	
Elettrodi subdurali .....	232
Elettrodi intracerebrali .....	233
<b>17 EEG dinamico</b> .....	241
O. Mecarelli, M. Mingoia	
Apparecchiatura .....	241
Posizionamento degli elettrodi e istruzioni per il paziente .....	242
Utilità dell'EEG dinamico .....	243
Limiti della metodica .....	246
<b>18 Video-EEG</b> .....	247
R. Mai	
Introduzione .....	247
Applicazioni della Video-EEG .....	247
Aspetti tecnici e metodologici .....	248
Procedure di valutazione del paziente durante le crisi 250	
Analisi dei dati Video-EEG .....	250
Linee guida per un laboratorio di monitoraggio Video-EEG .....	251
<b>19 Magnetoencefalografia</b> .....	254
F. Tecchio, F. Zappasodi	
Principi fisici e strumentazione .....	254
Confronto MEG-EEG .....	255
Estrazione d'informazione sull'attività cerebrale ...	256
Applicazioni cliniche .....	256
Iconografia .....	258
<b>20 Registrazione simultanea EEG/fMRI</b> .....	262
C. Rizzo	
Introduzione .....	262
Principi di risonanza magnetica .....	262
Tecniche di registrazione dell'EEG in risonanza ...	264
Il problema degli artefatti .....	267
Il problema della sicurezza .....	268
Applicazioni .....	269
Conclusioni .....	270
<b>PARTE II – Pattern EEG patologici</b>	
<b>21 Encefalopatie epilettiche infantili</b> .....	273
M. Brinciotti, M. Matricardi	
Sindrome di West .....	273
Sindrome di Dravet .....	276
Sindrome di Lennox-Gastaut .....	278
Epilessia con crisi mioclono-astatiche .....	280
Epilessia miocloniche progressive .....	280
Sindrome di Landau-Kleffner .....	285
Electrical status epilepticus during slow sleep (ESES) 285	

<b>22 Epilessie focali idiopatiche dell'età evolutiva</b> .....	290	Modalità eccezionali di induzione di crisi .....	342
G. Capovilla, F. Beccaria, S. Cagdas		Importanza delle epilessie riflesse .....	342
Introduzione .....	290	<b>26 Crisi febbrili</b> .....	343
Epilessia a parossismi rolandici (EPR).....	290	O. Mecarelli	
Epilessia a parossismi occipitali (EPO).....	293	EEG e crisi febbrili .....	344
Altre forme .....	295	<b>27 Stato epilettico nel bambino</b> .....	345
<b>23 Epilessie focali non età-correlate a varia eziologia</b> .....	303	G. Capovilla, F. Beccaria, B. Frassine	
G. Rubboli, E. Gardella, S. Silipo, R. Michelucci		Stati di male convulsivi.....	345
Introduzione .....	303	Stati di male non convulsivi .....	346
Epilessie del lobo temporale .....	303	Quadri particolari .....	346
Epilessie del lobo frontale .....	306	<b>28 Stato epilettico nell'adulto</b> .....	353
Epilessie del lobo occipitale .....	309	F. Minicucci, G.F. Fanelli, A. Bellini	
Epilessia del lobo parietale .....	312	Cenni introduttivi.....	353
Epilessia con crisi gelastiche.....	313	Lo stato epilettico secondo i criteri classici.....	355
Sindrome di Rasmussen.....	314	Lo stato epilettico come quadro EEG che si modifica nel tempo.....	363
<b>24 Epilessie generalizzate idiopatiche</b> .....	317	Stato epilettico sospetto .....	368
M.P. Canevini, A. Vignoli		EEG e terapia .....	370
Criteri elettro-clinici generali utili per la diagnosi di EGI .....	318	Conclusioni.....	372
Modalità di esecuzione delle registrazioni EEG nel paziente con EGI.....	318	<b>29 Anomalie cromosomiche e malformazioni dello sviluppo corticale</b> .....	374
Epilessia con assenze dell'infanzia (EAI) .....	319	M. Elia	
Epilessia con assenze miocloniche (EAM) .....	322	Anomalie cromosomiche .....	374
Epilessia con assenze giovanile (EAG) .....	322	Malformazioni dello sviluppo corticale.....	386
Epilessia mioclonica giovanile (EMG) o sindrome di Janz .....	325	<b>30 Manifestazioni parossistiche non epilettiche</b> .....	401
Epilessia con sole crisi generalizzate tonico-cloniche (CGTC).....	325	O. Mecarelli, A. Zarabla	
Epilessia con mioclonie palpebrali e assenze (EMPA) .....	329	Sincope .....	401
Tremore corticale autosomico dominante, mioclono ed epilessia (epilessia mioclonica benigna familiare dell'adulto) .....	331	Crisi psicogene .....	406
<b>25 Epilessie riflesse</b> .....	333	Parosonie .....	407
S. Striano, P. Striano		Altre manifestazioni parossistiche non epilettiche infantili.....	410
Classificazione delle crisi e delle epilessie riflesse ..	333	<b>31 Pattern neonatali patologici</b> .....	412
Frequenza delle crisi ed epilessie riflesse.....	333	M. Mastrangelo, B. Scelsa, I. Fiocchi, S.M. Bova	
Modelli sperimentali ed epilessie riflesse su base genetica .....	333	EEG neonatale patologico .....	412
Tecniche di studio delle epilessie riflesse nella pratica clinica .....	334	Introduzione .....	412
Crisi epilettiche ed epilessie riflesse in rapporto a stimoli visivi.....	334	Artefatti di origine extracerebrale .....	412
Epilessie riflesse da calcolo o altri processi mentali superiori .....	339	Il tracciato patologico .....	413
Epilessia primaria da lettura .....	339	<b>32 Disturbi del sonno</b> .....	442
Epilessia da sussulto.....	340	L. Parrino, G. Milioli, F. De Paolis, A. Grassi, V. Rosso, N. Azzi, M.G. Terzano	
Crisi ed epilessia riflessa indotte dal mangiare .....	340	Insomnia .....	442
Crisi indotte da stimoli acustici ed epilessia musicogena .....	340	Parosonie e disturbi del movimento legati al sonno ..	447
Crisi ed epilessia riflessa indotte dall'acqua calda ..	341	Ipersonnie .....	459
		La medicina del sonno: la nuova frontiera del XXI secolo .....	467
		<b>33 Traumi cranici</b> .....	470
		O. Mecarelli	
		EEG nella fase acuta post-traumatica .....	470



## Manuale Teorico Pratico di Elettroencefalografia

EEG nella fase cronica post-traumatica .....	470	Squilibri elettrolitici .....	539
Epilessia post-traumatica .....	471	Patologie tiroidee .....	539
<b>34 Tumori cerebrali</b> .....	474	Altri disturbi endocrini .....	540
O. Mecarelli, P. Pulitano		Eclampsia .....	541
Pattern EEG lenti ed epilettiformi .....	475	Porfiria acuta .....	541
Pattern EEG in relazione alla sede e al tipo di tumore .....	476	<b>41 Modificazioni EEG da farmaci e sostanze tossiche</b> .....	542
Quadri EEG postoperatori .....	478	O. Mecarelli, S. Pro	
Tumori cerebrali ed epilessia .....	478	Farmaci antiepilettici .....	543
<b>35 Malattie cerebrovascolari</b> .....	480	Farmaci ansiolitici .....	549
O. Mecarelli, S. Dispenza		Farmaci antidepressivi .....	549
Ictus cerebrovascolare acuto .....	480	Farmaci antipsicotici .....	549
Emorragia subaracnoidea .....	486	Farmaci anestetici .....	550
Ictus ed epilessia .....	486	Sostanze da abuso e tossici vari .....	552
Attacco ischemico transitorio .....	487	<b>42 Coma e morte cerebrale</b> .....	555
Insufficienza vertebro-basilare .....	487	O. Mecarelli	
Sindrome da furto della succlavia .....	488	Coma .....	555
Encefalopatia multifartuale .....	488	Morte cerebrale .....	568
Amnesia globale transitoria .....	488	Appendice .....	585
Trombosi dei seni venosi .....	488	<b>43 Neuromonitoraggio in Camera Operatoria e in Rianimazione</b> .....	588
<b>36 Cefalea ed emicrania</b> .....	491	F. Randi, O. Mecarelli	
O. Mecarelli, P. Li Voti		Monitoraggio EEG intraoperatorio .....	588
Ruolo dell'EEG nella diagnosi di cefalea .....	491	Monitoraggio EEG in Rianimazione .....	593
Pattern EEG in pazienti con cefalea ed emicrania .....	492	<b>44 EEG in emergenza</b> .....	600
EEG e altre forme di cefalea .....	494	F. Randi, O. Mecarelli	
Comorbilità tra epilessia e cefalea .....	494	<b>APPENDICI</b>	
<b>37 Malattie cerebrali infettive e infiammatorie</b> .....	497	<b>Abbreviazioni e acronimi</b> .....	607
O. Mecarelli, P. Pulitano		<b>Appendice A Glossario e refertazione</b> .....	612
Meningiti .....	497	O. Mecarelli	
Encefaliti acute .....	499	Glossario .....	612
Encefalopatie subacute e croniche .....	500	Refertazione EEG .....	620
<b>38 Invecchiamento cerebrale e sindromi demenziali</b> .....	514	<b>Appendice B La Scuola di Specializzazione in Neurofisiopatologia</b> .....	623
O. Mecarelli, S. Pro		N. Accornero, O. Mecarelli	
Invecchiamento cerebrale .....	514	<b>Appendice C La professione del tecnico di neurofisiopatologia</b> .....	626
Sindromi demenziali .....	516	A. Mastrillo	
<b>39 Disturbi psichiatrici</b> .....	521	Conclusioni e prospettive future .....	633
O. Mecarelli, M. Falla		Profilo professionale del tecnico di neurofisiopatologia .....	634
Disturbo da deficit di attenzione con iperattività .....	521	Ordinamento didattico del Diploma Universitario di tecnico di neurofisiopatologia .....	635
Disturbo autistico .....	522	Codice deontologico del tecnico di neurofisiopatologia .....	635
Disturbi d'ansia .....	524	Associazione Italiana Tecnici di Neurofisiopatologia .....	635
Disturbi dell'umore .....	525	<b>Indice analitico</b> .....	638
Schizofrenia e altri disturbi psicotici .....	526		
Modificazioni EEG indotte da elettroshock (EKS) .....	526		
<b>40 Malattie sistemiche e dismetaboliche</b> .....	529		
O. Mecarelli, A. Nardella			
Patologie epatiche .....	529		
Patologie renali .....	536		
Patologie cardiorespiratorie .....	537		
Disturbi del metabolismo glucidico .....	537		



## Autori e Collaboratori

### A cura di

**Oriano Mecarelli**

*Dipartimento Scienze Neurologiche  
SAPIENZA Università di Roma  
Policlinico Umberto I, Roma*

### Con il contributo di:

**Neri Accornero**

*Dipartimento Scienze Neurologiche,  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*

**Nicoletta Azzi**

*Centro di Medicina del Sonno – Clinica Neurologica,  
Università degli Studi di Parma, Parma*

**Francesca Beccaria**

*Centro Regionale per l'Epilessia – Neuropsichiatria Infantile,  
Azienda Ospedaliera C. Poma, Mantova*

**Anna Bellini**

*Unità funzionale di Neurologia,  
Dipartimento di Neurologia,  
Ospedale San Raffaele, Milano*

**Eleonora Bisozzi**

*Dottore in Scienze delle Professioni Sanitarie  
Tecnico-diagnostiche  
TdNFP presso Ospedale Bambino Gesù, Palidoro (Roma)*

**Stefania Bova**

*U. O. Neurologia Pediatrica,  
Ospedale dei bambini Vittore Buzzi, Milano*

**Mario Brinciotti**

*Dipartimento di Scienze Neurologiche, Psichiatriche  
e Riabilitative dell'Età Evolutiva,  
Servizio di Neurofisiopatologia dell'Età Evolutiva,  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*

**Sophie Cagdas**

*Centro Regionale per l'Epilessia – Neuropsichiatria Infantile,  
Azienda Ospedaliera C. Poma, Mantova*

**Maria Paola Canevini**

*Centro Regionale Epilessia,  
Azienda Ospedaliera San Paolo,  
Università degli Studi di Milano, Milano*

**Giuseppe Capovilla**

*Centro Regionale per l'Epilessia – Neuropsichiatria Infantile,  
Azienda Ospedaliera C. Poma, Mantova*

**Massimo Cossu**

*Centro per la Chirurgia dell'Epilessia "Claudio Munari"  
Ospedale Niguarda Cà Granda, Milano*

**Leonardo Davì**

*Dottore in Scienze delle Professioni Sanitarie  
Tecnico-diagnostiche  
TdNFP presso UOC Neurofisiopatologia  
Policlinico Umberto I, Roma*

**Fernando De Paolis**

*Centro di Medicina del Sonno – Clinica Neurologica,  
Università degli Studi di Parma, Parma*

**Sabrina Dispenza**

*Specializzando in Neurofisiopatologia,  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*

**Maurizio Elia**

*U.O. Complessa di Neurologia e Neurofisiopatologia  
Clinica e Strumentale,  
IRCCS Associazione Oasi Maria SS, Troina (EN)*

**Marika Falla**

*Specializzando in Neurofisiopatologia,  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*

**Giovanna Fanelli**

*Unità funzionale Centro Epilessia, EEG e tecniche correlate,  
Dipartimento di Neurologia,  
Ospedale San Raffaele, Milano*

**Isabella Fiocchi**

*U. O. Neurologia Pediatrica,  
Ospedale dei bambini Vittore Buzzi, Milano*

**Ezechiele Foschini**

*TdNFP presso Dipartimento di Scienze Neurologiche  
Università degli Studi di Bologna, Bologna*

**Benedetta Frassine**

*Centro Regionale per l'Epilessia – Neuropsichiatria Infantile,  
Azienda Ospedaliera C. Poma, Mantova*

**Elena Gardella**

*Centro Regionale Epilessia,  
Ospedale San Paolo, Milano*

**Andrea Grassi**

*Centro di Medicina del Sonno – Clinica Neurologica,  
Università degli Studi di Parma, Parma*

**Giuseppe Iannuzzi**

*TdNFP presso UOC Neurofisiopatologia  
Policlinico Umberto I, Roma*

**Pietro Li Voti**

*Specializzando in Neurofisiopatologia,  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*

**Roberto Mai**

*Centro per la Chirurgia dell' Epilessia "Claudio Munari"  
Ospedale Niguarda Cà Granda, Milano*

**Massimo Mastrangelo**

*U. O. Neurologia Pediatrica,  
Ospedale dei bambini Vittore Buzzi, Milano*

**Angelo Mastrillo**

*Presidente Associazione Italiana Tecnici di  
Neurofisiopatologia (AITN);  
Coordinatore Corso di Laurea in Tecniche  
di Neurofisiopatologia,  
Università di Bologna, Bologna*

**Maria Matricardi**

*Dipartimento di Scienze Neurologiche, Psichiatriche  
e Riabilitative dell' Età Evolutiva;  
Servizio di Neurofisiopatologia dell' Età Evolutiva  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*

**Roberto Michelucci**

*Dipartimento di Neuroscienze,  
Ospedale Bellaria, Bologna*

**Giulia Milioli**

*Centro di Medicina del Sonno – Clinica Neurologica,  
Università degli Studi di Parma, Parma*

**Marielisa Mingoia**

*Specializzando in Neurofisiopatologia  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*

**Fabio Minicucci**

*Unità funzionale Centro Epilessia, EEG e tecniche correlate,  
Dipartimento di Neurologia,  
Ospedale San Raffaele, Milano*

**Andrea Nardella**

*Specializzando in Neurofisiopatologia,  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*

**Liborio Parrino**

*Centro di Medicina del Sonno – Clinica Neurologica,  
Università degli Studi di Parma, Parma*

**Giuseppe Plazzi**

*Dipartimento di Scienze Neurologiche  
Università degli Studi di Bologna, Bologna*

**Stefano Pro**

*Specializzando in Neurofisiopatologia,  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*

**Patrizia Pulitano**

*Dipartimento Scienze Neurologiche,  
SAPIENZA Università di Roma,  
Policlinico Umberto I, Roma*

**Franco Randi**

*Dottorando Dipartimento Scienze Neurologiche,  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*

**Cristiano Rizzo**

*Micromed - Treviso*

**Valentina Rosso**

*Centro di Medicina del Sonno – Clinica Neurologica,  
Università degli Studi di Parma, Parma*



## Manuale Teorico Pratico di **Elettroencefalografia**

### **Guido Rubboli**

*Dipartimento di Neuroscienze,  
Ospedale Bellaria, Bologna*

### **Barbara Scelsa**

*U. O. Neurologia Pediatrica  
Ospedale dei bambini Vittore Buzzi, Milano*

### **Saverio Silipo**

*Dipartimento di Neuroscienze  
Ospedale Bellaria, Bologna*

### **Arianna Smerieri**

*Centro Medicina del Sonno - Dipartimento di Neurologia  
Università degli Studi di Parma, Parma*

### **Pasquale Striano**

*Dipartimento di Malattie Muscolari e Neurodegenerative,  
Istituto G. Gaslini, Genova.  
Centro Epilessia, Università Federico II, Napoli*

### **Salvatore Striano**

*Centro Epilessia,  
Università Federico II, Napoli*

### **Laura Tassi**

*Centro per la Chirurgia dell'Epilessia "Claudio Munari"  
Ospedale Niguarda Cà Granda, Milano*

### **Franca Tecchio**

*ISTC-Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)  
Unità MEG - Ospedale Fatebenefratelli  
Isola Tiberina, Roma*

### **Mario Giovanni Terzano**

*Centro di Medicina del Sonno – Clinica Neurologica,  
Università degli Studi di Parma, Parma*

### **Aglaia Vignoli**

*Centro Regionale Epilessia,  
Azienda Ospedaliera San Paolo,  
Università degli Studi di Milano, Milano*

### **Filippo Zappasodi**

*ISTC-Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)  
Unità MEG - Ospedale Fatebenefratelli  
Isola Tiberina, Roma*

### **Alessia Zarabla**

*Specializzando in Neurofisiopatologia,  
SAPIENZA Università di Roma, Roma*