

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.

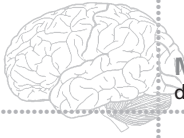
In quest'ultimo ventennio l'elettroencefalografia ha subito una specie di rivoluzione, non tanto perché siano stati individuati e descritti quadri EEG prima sconosciuti o la metodica abbia trovato campi di utilizzo diagnostico diversi dal passato, ma perché lo sviluppo tecnologico ha permesso la completa 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.

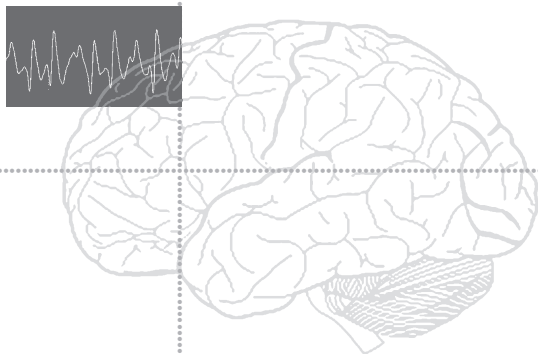
Un ringraziamento particolare va ai miei collaboratori (tecnici, specializzandi, dottorandi) che mi hanno "supportato" e supportato durante le fasi di progettazione, di preparazione dei manoscritti e di scelta del materiale iconografico, proveniente in gran parte dai nostri Laboratori. È per me un onore 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



Presentazione

Giustamente 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.

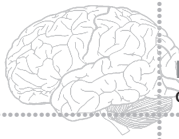
Ho gradito particolarmente l'offerta che Oriano Mecarelli mi ha fatto per la stesura di una breve presentazione del suo secondo libro sull'EEG. Oriano sa però che l'Elettroencefalografia Clinica non è il mio campo, al massimo posso avere qualche competenza sugli sviluppi tecnologici ed è quindi in quest'ottica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

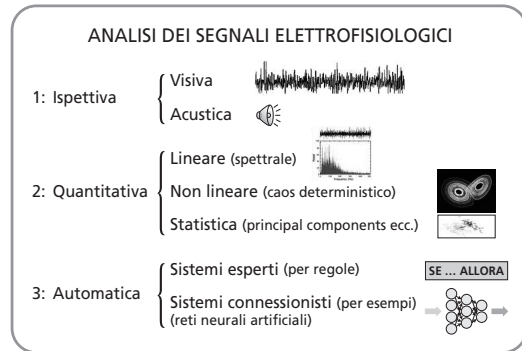


Figura 1

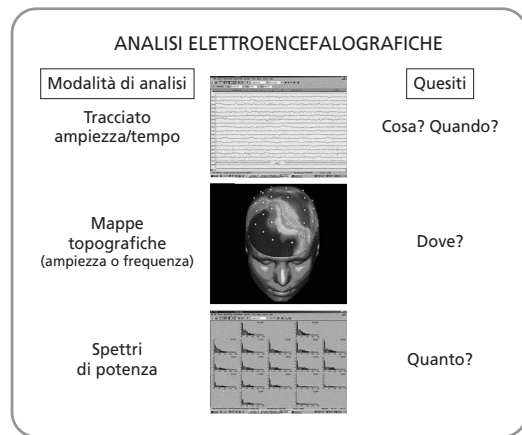


Figura 2

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

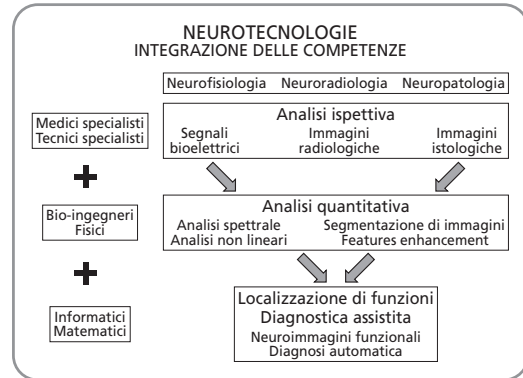


Figura 3

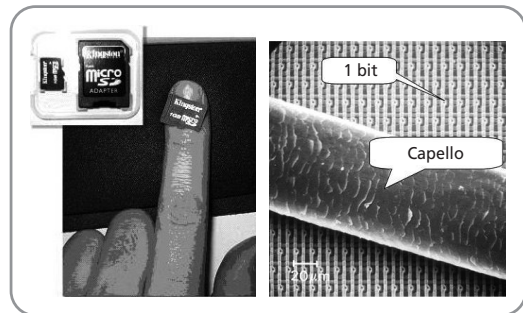
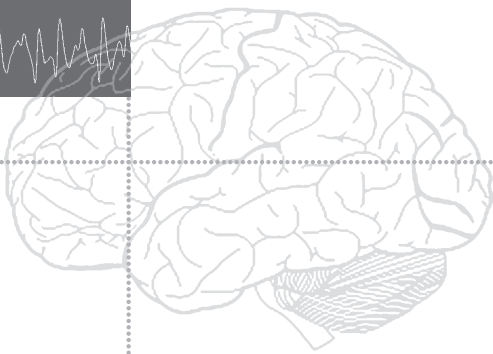
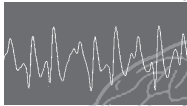
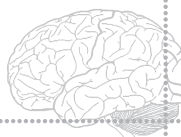


Figura 4



Sommario

<i>Autori e Collaboratori</i>	vi	5 Acquisizione del segnale EEG	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
		6 Analisi del segnale EEG	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
		7 Organizzazione del laboratorio EEG	73
		E. Bisozzi, O. Mecarelli	
		Accettazione del paziente e preparazione dell'esame	73
		Registrazione dell'esame EEG	75
		Appendice A.....	82
		Appendice B.....	83
		8 Artefatti	87
		O. Mecarelli, L. Davi, G. Iannuzzi	
		Classificazione degli artefatti	87
		9 EEG normale in veglia	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
1 Passato, presente e futuro dell'elettroencefalografia	1		
O. Mecarelli			
2 Basi neurofisiologiche	5		
O. Mecarelli, S. Pro			
Cenni di anatomia e fisiologia del sistema nervoso centrale	5		
Origine dell'attività elettrica cerebrale	8		
3 Elettrodi per registrazioni di superficie ...	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		
4 Posizionamento degli elettrodi, derivazioni e montaggi	23		
O. Mecarelli, P. Li Voti			
Sistema Internazionale 10-20	23		
Derivazioni	26		
Scelta della derivazione	32		
Montaggi	36		



Manuale Teorico Pratico di Elettroencefalografia

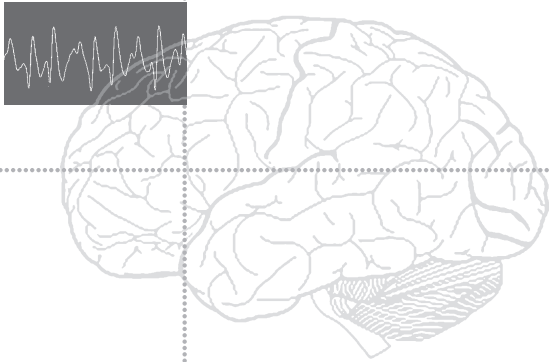
Effetto dell'età sull'EEG di veglia	122
Il concetto di normalità EEG	125
10 EEG del sonno	127
L. Parrino, A. Smerieri, M.G. Terzano	
La polisonnografia: uno spartito musicale	127
Le regole di scoring del sonno secondo il manuale di Rechtschaffen e Kales (1968)	128
Le nuove regole di scoring della <i>American 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
11 Pattern EEG patologici e inusuali	154
O. Mecarelli, P. Pulitano	
Pattern EEG patologici	154
Pattern EEG inusuali, benigni o dall'incerto significato	163
12 EEG neonatale	166
M. Mastrangelo, B. Scelsa, I. Fiocchi, S.M. Bova	
EEG neonatale normale	166
Iconografia	173
Appendice	192
13 Prove di attivazione	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
14 RegISTRAZIONI poligrafiche	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
15 Back-averaging del segnale poligrafico ..	222
G. Rubboli	
Aspetti tecnici	222
Applicazione delle tecniche di <i>back-averaging</i> allo studio dei fenomeni mioclonici	224
Conclusioni	229
16 Metodiche invasive di registrazione EEG	232
L. Tassi, M. Cossu	
Elettrodi subdurali	232
Elettrodi intracerebrali	233
17 EEG dinamico	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
18 Video-EEG	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
19 Magnetoencefalografia	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
20 Registrazione simultanea EEG/fMRI	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
PARTE II – Pattern EEG patologici	
21 Encefalopatie epilettiche infantili	273
M. Brinciotti, M. Matricardi	
Sindrome di West	273
Sindrome di Dravet	276
Sindrome di Lennox-Gastaut	278
Epilessia con crisi mioclono-astatiche	280
Epilessie miocloniche progressive	280
Sindrome di Landau-Kleffner	285
Electrical status epilepticus during slow sleep (ESES)	285

22 Epilessie focali idiopatiche dell'età evolutiva	290	Modalità eccezionali di induzione di crisi	342
G. Capovilla, F. Beccaria, S. Cagdas		Importanza delle epilessie riflesse	342
Introduzione	290	26 Crisi febbrili	343
Epilessia a parossismi rolandici (EPR).....	290	O. Mecarelli	
Epilessia a parossismi occipitali (EPO).....	293	EEG e crisi febbrili	344
Altre forme	295	27 Stato epilettico nel bambino	345
23 Epilessie focali non età-correlate a varia eziologia	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	28 Stato epilettico nell'adulto	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
24 Epilessie generalizzate idiopatiche	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	29 Anomalie cromosomiche e malformazioni dello sviluppo corticale	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	30 Manifestazioni parossistiche non epilettiche	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
25 Epilessie riflesse	333	Parosonie	407
S. Striano, P. Striano		Altre manifestazioni parossistiche non epilettiche infantili.....	410
Classificazione delle crisi e delle epilessie riflesse ..	333	31 Pattern neonatali patologici	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	32 Disturbi del sonno	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
		33 Traumi cranici	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
34 Tumori cerebrali	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	41 Modificazioni EEG da farmaci e sostanze tossiche	542
Quadri EEG postoperatori	478	O. Mecarelli, S. Pro	
Tumori cerebrali ed epilessia	478	Farmaci antiepilettici	543
35 Malattie cerebrovascolari	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	42 Coma e morte cerebrale	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	43 Neuromonitoraggio in Camera Operatoria e in Rianimazione	588
36 Cefalea ed emicrania	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	44 EEG in emergenza	600
EEG e altre forme di cefalea	494	F. Randi, O. Mecarelli	
Comorbilità tra epilessia e cefalea	494	APPENDICI	
37 Malattie cerebrali infettive e infiammatorie	497	Abbreviazioni e acronimi	607
O. Mecarelli, P. Pulitano		Appendice A Glossario e refertazione	612
Meningiti	497	O. Mecarelli	
Encefaliti acute	499	Glossario	612
Encefalopatie subacute e croniche	500	Refertazione EEG	620
38 Invecchiamento cerebrale e sindromi demenziali	514	Appendice B La Scuola di Specializzazione in Neurofisiopatologia	623
O. Mecarelli, S. Pro		N. Accornero, O. Mecarelli	
Invecchiamento cerebrale	514	Appendice C La professione del tecnico di neurofisiopatologia	626
Sindromi demenziali	516	A. Mastrillo	
39 Disturbi psichiatrici	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	Indice analitico	638
Schizofrenia e altri disturbi psicotici	526		
Modificazioni EEG indotte da elettroshock (EKS)	526		
40 Malattie sistemiche e dismetaboliche	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*