

Indice del volume 1

1 Evoluzione del pensiero fisiologico	1	Prime localizzazioni delle funzioni cerebrali	18
<i>G. Corbellini, S. Canali</i>		Dottrina del neurone e studi della trasmissione nervosa	20
1.1 Dalla teoria umorale alla concezione meccanicistica	1	Modelli dell'integrazione funzionale del sistema nervoso	22
1.2 Inizi della fisiologia come scienza sperimentale del vivente	3	Fisiologia della plasticità nervosa	24
1.3 Trionfo della fisiologia nell'Ottocento	5	.6 Frontiera chimicofisica e molecolare dell'integrazione fisiologica: la membrana cellulare.	28
1.4 Sfide metodologiche e concettuali della ricerca fisiologica nel XX secolo.	13	1.5 Epilogo	29
.1 Regolazioni cardiovascolari e funzione renale	13	Concetti chiave.	30
.2 Biochimica e controllo della respirazione	14	Lecture consigliate.	30
.3 Fisiologia dei sistemi tampone e olismo chimicofisico	15	<i>Riquadro 1.1</i> Storia e insegnamento della biomedicina.	4
.4 Funzioni endocrine: la nuova scienza dell'endocrinologia	15	<i>Riquadro 1.2</i> Metodo sperimentale e studio del vivente	7
.5 Dalla fisiologia del sistema nervoso alle neuroscienze.	18	<i>Riquadro 1.3</i> Concetto fisiologico della malattia	23
		<i>Riquadro 1.4</i> Oltre l'omeostasi.	27

Parte prima

FISIOLOGIA CELLULARE

Sezione I

PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE CELLULE

2 La cellula come sistema biologico integrato	35	Processi passivi e processi attivi	43
<i>R. Fesce</i>		2.4 Aspetti omeostatici e aspetti dinamici.	53
2.1 La cellula è un sistema complesso in equilibrio dinamico	35	.1 Processi regolati	53
.1 I diversi compiti della cellula	36	.2 Omeostasi e cambiamento	54
.2 Proprietà del sistema biologico.	38	2.5 Possibili destini della cellula	54
2.2 La cellula come sistema termodinamico	38	.1 Ciclo cellulare.	54
.1 Velocità dei processi	39	Apparato di regolazione del ciclo cellulare	55
.2 Direzionalità dei processi	40	.2 Patrimonio genetico, differenziamento e memoria cellulare.	56
.3 Metabolismo basale	40	Proteomica	56
2.3 La cellula come sistema chimico ed elettrochimico.	42	Determinazione cellulare	57
.1 Scambi attraverso le membrane, omeostasi e sistemi di trasporto	43	Biforcazioni e reversibilità delle scelte	58
		2.6 Regolazione delle funzioni della cellula.	58
		.1 Meccanismi di regolazione delle attività cellulari.	58
		Modulazione funzionale.	59
		Attivazione di catene biochimico-enzimatiche	63
		Regolazione dell'espressione genica	63

Regolazione delle funzioni cellulari dall'esterno	64	<i>Riquadro 3.8</i> Mutazioni di canali del cloro voltaggio-dipendenti	90
.2 Cellula, cibernetica e informazione.	64	<i>Riquadro 3.9</i> Fibrosi cistica e canali del cloro voltaggio-indipendenti	91
Concetti chiave.	67		
Lecture consigliate.	68		
<i>Riquadro 2.1</i> Disordine, entropia, processi passivi e processi attivi.	36	4 Potenziale di membrana	95
<i>Riquadro 2.2</i> Processi cellulari fondamentali e loro regolazione	38	<i>C. Grassi</i>	
<i>Riquadro 2.3</i> Legami, conformazioni, energia e lavoro	41	4.1 Misurazione della polarizzazione della membrana cellulare	95
<i>Riquadro 2.4</i> Proteine G trimeriche e monomeriche	60	4.2 Potenziale di membrana a riposo.	96
<i>Riquadro 2.5</i> Breve glossario di fisiologia cellulare	66	.1 Elettrogenesi.	96
		.2 Ruolo dello ione potassio	97
3 Canali ionici	69	Equilibrio elettrochimico	98
<i>C. Grassi</i>		.3 Ruolo dello ione sodio	99
3.1 Struttura dei canali ionici	69	.4 Ruolo della pompa sodio-potassio	100
3.2 Selettività dei canali ionici.	71	.5 Ruolo dello ione cloro	101
3.3 Canali ionici passivi e ad accesso variabile.	72	4.3 Fattori che determinano il potenziale di membrana a riposo	101
.1 Stati funzionali dei canali ionici ad accesso variabile	73	Concetti chiave.	105
Stati aperto e chiuso.	73	Lecture consigliate.	106
Stato refrattario	74	<i>Riquadro 4.1</i> Equivalente elettrico della membrana plasmatica	103
3.4 Canali voltaggio-dipendenti	78		
.1 Classificazione dei canali voltaggio-dipendenti.	79	Sezione II	
.2 Canali del sodio	79	PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE CELLULE NERVOSE	
Classificazione	80		
Proprietà funzionali	80	5 Potenziale d'azione: genesi e propagazione.	109
.3 Canali del calcio	81	<i>A. Malgaroli</i>	
Classificazione	82	5.1 Attività elettrica delle cellule eccitabili	109
Proprietà funzionali	82	.1 Produzione di impulsi elettrici	109
4 Canali del potassio.	85	5.2 Potenziali graduati e potenziali d'azione	111
Canali K_v	85	5.3 Potenziali d'azione e loro caratteristiche	112
Canali K_{Ca}	86	.1 Legge del "tutto o nulla".	114
.5 Canali del cloro	90	.2 Periodo refrattario	115
.6 Canali attivati dall'iperpolarizzazione e regolati dai nucleotidi ciclici	91	.3 Basi ioniche del potenziale d'azione	116
Concetti chiave.	92	Natura ionica del potenziale d'azione.	116
Lecture consigliate.	93	Variazioni di conduttanza durante il potenziale d'azione.	119
<i>Riquadro 3.1</i> Patologie dei canali ionici.	70	5.4 Propagazione dei potenziali nelle fibre nervose e muscolari.	124
<i>Riquadro 3.2</i> Tecnica del <i>patch-clamp</i>	76	.1 Proprietà passive della membrana.	124
<i>Riquadro 3.3</i> Veleni e tossine che bloccano i canali del sodio	80	.2 Propagazione dei potenziali nei cavi neuritici	126
<i>Riquadro 3.4</i> Mutazioni di canali del sodio voltaggio-dipendenti	81	.3 Propagazione dei potenziali d'azione e ruolo del rivestimento mielinico	128
<i>Riquadro 3.5</i> Mutazioni di canali del calcio voltaggio-dipendenti	83	Concetti chiave.	130
<i>Riquadro 3.6</i> Ipertermia maligna e canali del calcio attivati da ligandi.	85	Lecture consigliate.	130
<i>Riquadro 3.7</i> Mutazioni di canali del potassio voltaggio-dipendenti	87	<i>Riquadro 5.1</i> La storia del potenziale d'azione	110
		<i>Riquadro 5.2</i> Periodo refrattario	115

<i>Riquadro 5.3</i> Il modello di Hodgkin e Huxley	120	Specializzazione presinaptica	160
<i>Riquadro 5.4</i> Sclerosi multipla e canali del sodio voltaggio-dipendenti	129	Specializzazione postsinaptica	160
<i>Riquadro 5.5</i> Neuropatie e blocco di conduzione	129	Neurotrasmettitori e secrezione	161
6 Trasmissione sinaptica: generalità, meccanismi e integrazione	131	Trasmissione e integrazione sinaptica	163
<i>E. Cherubini, R. Fesce, F. Benfenati</i>		7.2 Secrezione di neurotrasmettitore	165
6.1 Sinapsi elettriche	132	.1 Immagazzinamento del neurotrasmettitore	165
6.2 Sinapsi chimiche	134	.2 Secrezione dei neurotrasmettitori classici	167
.1 Trasmissione sinaptica a livello della giunzione neuromuscolare	135	7.3 Ciclo delle vescicole sinaptiche	167
Ampiezza dei potenziali di placca	136	.1 Proteine delle vescicole sinaptiche	168
Correnti sinaptiche	136	.2 Fasi del processo di esocitosi	169
Quanti	139	Liberazione dal citoscheletro	169
.2 Trasmissione sinaptica nel sistema nervoso centrale	139	Indirizzamento alle zone attive	170
.3 Criteri per identificare un neurotrasmettitore	140	Ancoraggio al plasmalemma	170
.4 Neurotrasmettitori	142	Emifusione	171
Acetilcolina	142	Fusione con la membrana presinaptica	171
Amine biogene	143	.3 Tipi di interazione di membrana durante l'esocitosi delle vescicole sinaptiche	171
Aminoacidi	145	.4 Ricircolo endocitotico delle vescicole sinaptiche	175
Adenosin-trifosfato	148	Meccanismi di endocitosi	175
.5 Neuropeptidi	148	.5 Destino delle vescicole ricostituite e del neurotrasmettitore liberato	176
Oppioidi endogeni	149	Concetti chiave	176
Sostanza P	150	Lecture consigliate	178
Altri neuropeptidi	150	<i>Riquadro 7.1</i> Statistica e cinetica quantale	164
.6 Endocannabinoidi	151	<i>Riquadro 7.2</i> Processi di eso- ed endocitosi	166
6.3 Proprietà integrative delle sinapsi	151	<i>Riquadro 7.3</i> Meccanismo molecolare della fusione neurosecretiva	172
6.4 Sinapsi e complessità	154	<i>Riquadro 7.4</i> Le proteine SNARE sono il bersaglio delle tossine tetanica e botuliniche	175
.1 Uni- o bidirezionalità	154	8 Trasmissione sinaptica: recettori e trasportatori dei neurotrasmettitori	179
.2 Azioni extrasinaptiche	155	<i>E. Cherubini, F. Conti</i>	
.3 Affinità	155	8.1 Recettori ionotropici	180
.4 Glia	155	.1 Recettori ionotropici dell'acetilcolina	180
.5 Modulazione	155	Recettori nicotinici periferici	180
Concetti chiave	156	Recettori nicotinici centrali	182
Lecture consigliate	158	.2 Recettori ionotropici dell'acido γ -aminobutirrico	182
<i>Riquadro 6.1</i> Gli esperimenti di Otto Loewi	133	.3 Recettori ionotropici della glicina	186
<i>Riquadro 6.2</i> La dopamina disaccoppia le cellule orizzontali della retina	134	.4 Recettori ionotropici del glutammato	186
<i>Riquadro 6.3</i> Calcio e trasmissione sinaptica	138	Recettori AMPA	187
<i>Riquadro 6.4</i> Canali e trasmissione sinaptica	141	Recettori kainato	192
<i>Riquadro 6.5</i> Un'eccessiva liberazione di glutammato porta a morte cellulare	149	Recettori NMDA	193
7 Trasmissione sinaptica: liberazione dei neurotrasmettitori	159	.5 Altri recettori ionotropici	198
<i>F. Benfenati, R. Fesce</i>		8.2 Recettori metabotropici	199
7.1 Sinapsi	159	.1 Recettori metabotropici dell'acetilcolina	201
.1 Specializzazione della sinapsi chimica	159		

.2	Recettori metabotropici dell'acido γ -aminobutirrico	202
.3	Recettori metabotropici del glutammato	204
.4	Recettori adrenergici	205
.5	Recettori della dopamina	205
.6	Recettori della serotonina	205
.7	Recettori purinergici	208
8.3	Trasportatori dei neurotrasmettitori	209
.1	Trasportatori della famiglia del gene SLC6	210
	Trasportatore della dopamina	211
	Trasportatore della serotonina	212
	Trasportatore della noradrenalina	212
	Trasportatori della glicina	212
	Trasportatori dell'acido γ -aminobutirrico	213
.2	Trasportatori della famiglia del gene SLC1	214
.3	Regolazione dei trasportatori dei neurotrasmettitori	215
.4	Un caso speciale: il trasportatore della colina	215
	Concetti chiave	217
	Lecture consigliate	218
	<i>Riquadro 8.1</i> Ipersensibilità da denervazione	181
	<i>Riquadro 8.2</i> Mutazioni di canali ionici attivati dall'acetilcolina	183
	<i>Riquadro 8.3</i> Inibizione tonica	185
	<i>Riquadro 8.4</i> Recettori ionotropici del glutammato: classificazione 2009	186
	<i>Riquadro 8.5</i> Il recettore GABA _A è il bersaglio di numerose sostanze neuroattive	187
	<i>Riquadro 8.6</i> Plasticità a breve e lungo termine dei recettori GABA _A	188
	<i>Riquadro 8.7</i> Coinvolgimento dei recettori AMPA permeabili al calcio nello sviluppo neuronale, nei fenomeni di plasticità sinaptica e in alcune malattie neurologiche	190
	<i>Riquadro 8.8</i> L'acido kainico induce crisi convulsive	192
	<i>Riquadro 8.9</i> Modificazioni del recettore NMDA nel corso dello sviluppo postnatale	196
	<i>Riquadro 8.10</i> I recettori GABA _B sono coinvolti nella genesi delle crisi di piccolo male o assenze	203
	<i>Riquadro 8.11</i> Ruolo delle vie dopaminergiche nel sistema nervoso centrale	208
	<i>Riquadro 8.12</i> Uso e abuso di nicotina	208
	<i>Riquadro 8.13</i> Recettori della serotonina e noradrenergici nella psicosi maniaco-depressiva	209

<i>Riquadro 8.14</i>	I trasportatori dei neurotrasmettitori sono il bersaglio di numerosi e importanti farmaci neuropsichiatrici	216
----------------------	---	-----

9 Plasticità sinaptica 219

A. Malgaroli

9.1	Sinaptogenesi e formazione dei circuiti neuronali	219
.1	Coni di crescita e ricerca del bersaglio da parte degli assoni	220
	Innesco della crescita	221
	Integrazione	221
	Raffinamento delle connessioni	222
.2	Riconoscimento del bersaglio e sinaptogenesi	222
	Stabilizzazione	224
9.2	Riorganizzazione fine dei circuiti neuronali	225
.1	Meccanismi di competizione tra sinapsi	225
	Legge di Hebb	226
	Modello Bienenstock-Cooper-Munro	226
9.3	Processi di plasticità sinaptica	228
.1	<i>Long-term potentiation</i> e <i>long-term depression</i>	229
	Processo di induzione	230
	Meccanismi di espressione e di mantenimento della <i>long-term potentiation</i>	234
9.4	Metaplasticità	237
.1	<i>Scaling</i> sinaptico	237
	Concetti chiave	238
	Lecture consigliate	239

<i>Riquadro 9.1</i>	Breve storia della <i>long-term potentiation</i>	231
---------------------	--	-----

RIQUADRI FISIOPATOLOGICI DELLE SEZIONI I E II

F. Eusebi

Sezione III

PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE CELLULE MUSCOLARI

10	Contrazione muscolare	243
	G. Cecchi	
10.1	Muscolo scheletrico	243
.1	Struttura del sarcomero	245
	Filamenti spessi: miosina	245
	Filamenti sottili: actina	246
	Altre proteine presenti nel sarcomero	249
.2	Proprietà meccaniche del muscolo	251
	Condizione isometrica	251
	Condizione isotonica	252

Caratteristiche della contrazione isometrica	252	Relazione forza-velocità	281
Caratteristiche della contrazione isotonica	255	.3 Regolazione e controllo della contrazione	281
Modello a tre elementi	260	Attivazione della contrazione	282
Meccanismo contrattile	261	Ciclo dei ponti trasversali	282
.3 Tipi di fibre muscolari	264	10.3 Muscolo cardiaco	285
.4 <i>Crossbridge</i> e generazione di forza	264	.1 Potenziale d'azione cardiaco	286
Ciclo dei ponti trasversali	265	.2 Accoppiamento eccitazione-contrazione	287
.5 Attivazione della contrazione	269	.3 Proprietà meccaniche delle cellule muscolari cardiache	289
Potenziale d'azione muscolare	269	Relazione tensione-lunghezza	289
Accoppiamento		.4 Ciclo contrazione-rilasciamento	289
eccitazione-contrazione	269	Concetti chiave	291
Regolazione della contrazione	272	Lecture consigliate	292
.6 Energetica muscolare	273	<i>Riquadro 10.1</i> Diffrazione ai raggi X	247
Fonti energetiche	273	<i>Riquadro 10.2</i> La relazione forza-velocità misurata in gruppi muscolari	258
Produzione di calore	275	<i>Riquadro 10.3</i> Modello di Huxley	262
.7 Fatica	275	<i>Riquadro 10.4</i> Saggi di motilità <i>in vitro</i>	267
10.2 Muscolo liscio	276	<i>Riquadro 10.5</i> Transienti veloci di tensione	268
.1 Tipi di muscoli lisci	278	<i>Riquadro 10.6</i> Tensione passiva e titina	290
Differenze strutturali	278		
Differenze funzionali	279		
.2 Attività elettrica e meccanica	279		
Curva tensione-lunghezza	280		

Parte seconda

FISIOLOGIA DEGLI ORGANI E DEI SISTEMI

11 Omeostasi e sistemi fisiologici di regolazione e controllo 295

F. Conti

11.1 Sistemi di controllo in fisiologia 296

.1 Sistemi di controllo 296

Cenni di teoria dei sistemi 296

Cenni di teoria del controllo 297

.2 Sistemi di controllo fisiologici 299

Sistemi di controllo a *feedback* 299

Sistemi di controllo

a *feedback* negativo 300

Meccanismi dei sistemi di controllo

a *feedback* negativo 302

Eterogeneità dei circuiti

a *feedback* negativo 302

11.2 Omeostasi e controllo adattativo 303

Concetti chiave 304

Lecture consigliate 305

Riquadro 11.1 Claude Bernard 296

Riquadro 11.2 Omeostasi e stato stazionario 297

Riquadro 11.3 Sintesi matematica 301

Sezione I

SISTEMA NERVOSO

I. Organizzazione morfofunzionale del sistema nervoso

12 Sistema nervoso: componenti e organizzazione 309

F. Conti

12.1 Cellule del sistema nervoso 311

.1 Neuroni 312

Domini funzionali 312

Trasporto assonico 313

Tipi di neuroni 315

Dottrina del neurone 315

Livelli organizzativi

del sistema nervoso 319

.2 Cellule gliali 320

Astrociti 320

Oligodendrociti 325

Cellule di Schwann 326

Cellule di microglia 327

14.4 Attività elettrica della corteccia cerebrale	377
.1 Natura e origine delle onde elettroencefalografiche	380
Concetti chiave	382
Lecture consigliate	384
<i>Riquadro 14.1</i> Cos'è un'area corticale?	352
<i>Riquadro 14.2</i> Nascita, sviluppo e limiti della citoarchitettura	355
<i>Riquadro 14.3</i> Studio delle connessioni della corteccia cerebrale nell'uomo	360
<i>Riquadro 14.4</i> Gli assoni serotoninergici sono uno dei bersagli dell'ecstasy	362
<i>Riquadro 14.5</i> Una singolare malattia della corteccia cerebrale	365
<i>Riquadro 14.6</i> Organizzazione colonnare, flusso intracorticale delle informazioni e ruolo dell'inibizione GABAergica	371
<i>Riquadro 14.7</i> Il concetto di area associativa	373
<i>Riquadro 14.8</i> Elettroencefalografia	378
<i>Riquadro 14.9</i> Magnetoencefalografia	379
<i>Riquadro 14.10</i> Potenziali evocati	381
<i>Riquadro 14.11</i> Morte cerebrale	382

15 Sonno 385

G. Tononi, C. Cirelli

15.1 Studio del sonno	385
.1 Registrazioni elettrofisiologiche	385
15.2 Stadi del sonno	385
.1 Stadio 1 (N1)	386
.2 Stadio 2 (N2)	386
.3 Stadi 3 e 4 (N3)	388
.4 Sonno REM	388
15.3 Ciclo NREM-REM	388
15.4 Correlati nervosi del sonno e della veglia	391
.1 Attività nervosa spontanea	391
.2 Metabolismo cerebrale	392
.3 Capacità di rispondere agli stimoli	393
.4 Modificazioni molecolari	394
15.5 Centri nervosi che regolano il sonno e la veglia	395
.1 Sistema reticolare attivante e veglia	396
Acetilcolina, istamina, glutammato e attivazione elettroencefalografica	396
Noradrenalina e attivazione genica	398
Serotonina	398
Dopamina	399
Ipocretina	399
.2 Sistema ipotalamico del sonno	399
.3 Sistema generatore del sonno REM	399
.4 Orologio circadiano soprachiasmatico	400
15.6 Regolazione del sonno	400
15.7 Funzioni del sonno	402

.1 Sonno e recupero cerebrale	405
.2 Sonno e memoria	407
.3 Sonno e omeostasi sinaptica	408
Concetti chiave	408
Lecture consigliate	409

Riquadro 15.1 Monitoraggio

del sonno umano mediante polisonnografia 387

Riquadro 15.2 Definizione e quantificazione

del sonno 387

Riquadro 15.3 Come si misura

la sonnolenza diurna 388

Riquadro 15.4 Modificazioni del sonno

nel corso della vita 389

Riquadro 15.5 Fisiologia vegetativa del sonno 390

Riquadro 15.6 Alcune tappe fondamentali

della ricerca sul sonno 397

Riquadro 15.7 Basi molecolari del *pacemaker*

circadiano 401

Riquadro 15.8 Filogenesi del sonno 403

Riquadro 15.9 Deprivazione di sonno 406

III. Sistemi sensoriali

16 Fisiologia generale della sensibilità 411

F. Benedetti

16.1 Fisiologia oggettiva e soggettiva	412
16.2 Classificazione dei sistemi sensoriali	412
16.3 Classificazione dei recettori sensoriali	412
.1 Classe I	412
.2 Classe II	413
.3 Classe III	413
16.4 Processo di trasduzione	414
16.5 Codificazione e definizioni	415
.1 Modalità	415
.2 Intensità	415
.3 Durata	415
.4 Localizzazione	417
.5 Densità d'innervazione periferica	417
.6 Acuità sensoriale	417
.7 Soglia sensoriale	418
.8 Adattamento	418
16.6 Principi organizzativi comuni ai diversi sistemi sensoriali	418
Concetti chiave	420
Lecture consigliate	420

Riquadro 16.1 Cenni di psicofisica 416

17 Somestesia 421

F. Benedetti, F. Conti

17.1 Le grandi funzioni somestesiche	421
.1 Meccanocezione	421
.2 Propriocezione	425

.3	Termocezione	426			
.4	Interocezione	426			
17.2	Meccanismi periferici della somestesia . .	427			
.1	Caratteristiche funzionali dei recettori e delle fibre afferenti				
	primarie	427			
	Meccanocettori	427			
	Propriocettori	430			
	Termocettori	430			
.2	Meccanismo di trasduzione e basi molecolari	430			
	Canali che partecipano alla trasduzione degli stimoli meccanici	431			
	Canali che partecipano alla trasduzione degli stimoli termici . . .	432			
	Ruolo delle cellule epidermiche e gliali nella trasduzione degli stimoli meccanici e termici . . .	432			
17.3	Meccanismi centrali della somestesia . . .	435			
.1	Componenti pretalamiche	435			
	Effetti di lesioni delle colonne dorsali nell'uomo	438			
	Territorio orofacciale	438			
.2	Componenti talamocorticali	439			
	Proprietà statiche dei neuroni delle aree somestesiche I e II	441			
	Proprietà dinamiche dei neuroni delle aree somestesiche I e II	445			
	Ruolo delle aree somestesiche nella percezione di stimoli somestesici	447			
	Effetti di lesioni delle aree somestesiche nell'uomo	447			
	Concetti chiave	449			
	Lecture consigliate	450			
	<i>Riquadro 17.1</i> A cosa servono le impronte digitali?	423			
	<i>Riquadro 17.2</i> Somatotopia, densità d'innervazione periferica, campi recettivi e acuità tattile	425			
	<i>Riquadro 17.3</i> Rappresentazione corticale, geni ed evoluzione	443			
18	Dolore	451			
	<i>F. Benedetti</i>				
18.1	Classificazione del dolore	451			
18.2	Vie nocicettive	452			
.1	Nocicettori	452			
	Fibre afferenti primarie	453			
	Caratterizzazione dei nocicettori	454			
.2	Corna posteriori del midollo spinale	455			
.3	Vie ascendenti	459			
.4	Dal talamo alla corteccia cerebrale . . .	460			
	Significato clinico del sistema nocicettivo laterale e mediale	461			
.5	Sistemi inibitori discendenti	461			
18.3	Prurito	464			
18.4	Cenni di medicina e terapia del dolore . .	465			
	Concetti chiave	466			
	Lecture consigliate	466			
	<i>Riquadro 18.1</i> Inibizione del dolore nella vita quotidiana	462			
19	Visione	467			
	<i>P.P. Battaglini</i>				
19.1	Psicofisica della visione	467			
.1	Misurazione della luce	467			
.2	Fotometria	468			
.3	Legge dell'inverso del quadrato	468			
.4	Legge di Weber-Fechner e legge della potenza	469			
.5	Misure psicofisiche	469			
19.2	Ottica geometrica	470			
.1	Riflessione e formazione delle immagini su specchi curvi	471			
.1	Specchio concavo sferico	471			
.2	Specchio concavo parabolico	473			
.3	Specchio convesso	473			
.2	Rifrazione	473			
	Lenti	474			
19.3	Mezzi ottici dell'occhio	476			
.1	Cornea	476			
.2	Cristallino	477			
.3	Corpo vitreo	477			
.4	Umore acqueo e tensione endoculare . .	478			
	Produzione dell'umore acqueo	478			
	Deflusso dell'umore acqueo	478			
	Regolazione della produzione e del deflusso	479			
19.4	Formazione delle immagini sulla retina . .	480			
.1	Emmetropia	481			
.2	Campo visivo	482			
.3	Azione della luce sulla retina	482			
	Fotorecettori	483			
	Progressione dell'informazione nella retina	485			
.4	Acuità visiva	486			
.5	Frequenza critica di fusione	487			
.6	Adattamento al buio	488			
.7	Adattamento alla luce	489			
.8	Flusso ematico retinico	490			
19.5	Motilità intrinseca dell'occhio	490			
.1	Riflessi pupillari	490			
	Funzioni dei riflessi pupillari	492			
.2	Accomodazione	492			
19.6	Visione dei colori	492			
.1	Sintesi additiva	493			
.2	Sintesi sottrattiva	493			

.3 Luce e oggetti	493	Concetti chiave	533
.4 Pigmenti visivi	495	Lecture consigliate	534
.5 Teorie sulla percezione dei colori	495	<i>Riquadro 20.1</i> Protesi per la funzione uditiva	531
19.7 Vie visive centrali	496	21 Olfatto e gusto	535
.1 Via retinopretettale e riflessi pupillari alla luce	498	<i>A. Menini, S. Pifferi</i>	
.2 Via retinotettale e riflessi d'orientamento	498	21.1 Olfatto	535
.3 Via retinogenicolocorticale e aree corticali visive	498	.1 Epitelio olfattivo	535
Nucleo genicolato laterale	498	.2 Recettori olfattivi	537
Proiezioni genicostriate	500	Trasduzione degli stimoli olfattivi	538
Organizzazione laminare dell'area 17	500	Adattamento	539
Organizzazione dell'area visiva primaria	501	.3 Bulbo olfattivo	540
19.8 Visione della profondità	503	Tipi di neuroni e struttura laminare	540
.1 Stereopsi	504	Elaborazione dell'informazione sensoriale	541
19.9 Elaborazione dell'informazione visiva oltre l'area 17	506	.4 Corteccia olfattiva	542
.1 Organizzazione delle funzioni visive	507	Corteccia olfattiva primaria	542
Concetti chiave	509	Centri superiori	544
Lecture consigliate	510	21.2 Gusto	544
<i>Riquadro 19.1</i> Secrezione lacrimale	478	.1 Papille, gemme e cellule gustative	544
<i>Riquadro 19.2</i> Glaucoma	480	.2 Recettori gustativi e trasduzione degli stimoli	546
<i>Riquadro 19.3</i> Elettroretinografia	491	Recettori per l'amaro	546
<i>Riquadro 19.4</i> Daltonismo	494	Recettori per il dolce	546
<i>Riquadro 19.5</i> Lesioni delle vie visive	497	Recettori per l'umami	547
20 Udito	511	Trasduzione gustativa per amaro, dolce e umami	547
<i>F. Rossi</i>		Salato	548
20.1 Fisica e psicofisica del suono	511	Acido	548
.1 Natura del suono	511	.3 Elaborazione dei segnali gustativi nelle gemme gustative	548
.2 Misure fisiche	512	.4 Vie centrali del sistema gustativo	548
.3 Misure psicofisiche	513	Concetti chiave	549
20.2 Orecchio	514	Lecture consigliate	550
.1 Trasmissione dello stimolo sonoro nell'orecchio esterno e medio	514	<i>Riquadro 21.1</i> Un naso da Nobel	537
.2 Trasduzione dello stimolo sonoro nell'orecchio interno	515	<i>Riquadro 21.2</i> Disfunzioni olfattive	542
Anatomia funzionale della coclea	515	<i>Riquadro 21.3</i> Malattie neurodegenerative e olfatto	544
Cellule cigliate	516	<i>Riquadro 21.4</i> Aroma	545
.3 Meccanismi passivi e attivi nella funzione cocleare	522	<i>Riquadro 21.5</i> Disfunzioni gustative	546
Rappresentazione tonotopica dello stimolo sonoro nella coclea	522	IV. Sistemi motori	
20.3 Analisi degli stimoli sonori lungo la via acustica centrale	525	22 Organizzazione generale dei sistemi motori	551
.1 Codificazione di intensità e frequenza nei neuroni del ganglio di Corti	525	<i>F. Lacquaniti</i>	
.2 Via acustica centrale	527	22.1 Organizzazione dei sistemi motori	551
Localizzazione della sorgente sonora e costruzione della mappa dello spazio acustico esterno	528	22.2 Effettori dei sistemi motori	552
.3 Aree corticali uditive	530	22.3 Circuiti spinali	553
		.1 Attività riflessa	553
		.2 Funzioni ritmiche e automatiche	554
		.3 Postura	554

22.4 Movimenti volontari	555	Zone di terminazione	590
.1 Aree corticali motorie	555	Funzioni motorie	590
.2 Strutture sottocorticali	555	Natura dei comandi motorî	
.3 Leggi di controllo dei movimenti		discendenti	592
volontari	556	.2 Vie dirette al tronco encefalico	594
.4 Anticipazione motoria		Vie corticorubre	594
e modelli interni del movimento	557	Vie corticoreticolari	595
Concetti chiave	558	24.4 Lesioni delle vie discendenti motorie	595
Lecture consigliate	558	24.5 Reinterpretazione dell'organizzazione	
		delle vie corticodiscendenti	596
		Concetti chiave	597
		Lecture consigliate	598
23 Midollo spinale: pool motoneuronali		<i>Riquadro 24.1</i> Sindrome piramidale	589
 e riflessi spinali	559		
<i>G. Luppino, D. Manzoni</i>		25 Controllo della postura	
23.1 Organizzazione generale		 e dell'equilibrio	599
del midollo spinale	560	<i>D. Manzoni</i>	
.1 Vie discendenti	560	25.1 Strategie posturali	599
.2 Interneuroni spinali	561	25.2 Tono posturale	600
.3 Motoneuroni spinali	563	.1 Meccanismi segmentali	
23.2 Riflessi spinali	565	e soprasedimentali	600
.1 Attività riflessa e contesto motorio	566	.2 Vie vestibolospinali	602
.2 Riflesso miotatico	568	.3 Sistemi reticolari e monoaminergici	603
Azioni segmentali delle afferenze		.4 Influenze cerebellari sul tono	
fusali	569	posturale	604
Controllo centrale dei fusi		25.3 Orientamento del corpo: integrazione	
neuromuscolari: motoneuroni γ	573	multisensoriale e controllo riflesso	605
Riflesso miotatico, movimento		.1 Riflessi visivi	608
e postura	574	.2 Riflessi somatosensoriali	608
.3 Riflesso miotatico inverso	575	.3 Riflessi vestibolari agenti sugli arti	610
.4 Circuito inibitore ricorrente		.4 Interazione dei riflessi agenti sugli arti.	610
di Renshaw	577	Neurofisiologia dei riflessi vestibolari	
.5 Riflessi originanti dai meccanocettori		e cervicali	612
cutanei e articolari	578	25.4 Controllo dell'orientamento della testa	613
.6 Riflesso flessorio	578	.1 Riflessi vestibolocollici	614
Concetti chiave	580	.2 Riflessi cervicocollici	614
Lecture consigliate	582	25.5 Mantenimento dell'equilibrio	614
		.1 Movimento volontario	
		e aggiustamenti posturali	616
		Concetti chiave	618
		Lecture consigliate	618
<i>Riquadro 23.1</i> Il riflesso miotatico		<i>Riquadro 25.1</i> Manifestazioni patologiche	
nella diagnostica neurologica	572	associate ad alterazioni del tono posturale	603
<i>Riquadro 23.2</i> Shock spinale	580	<i>Riquadro 25.2</i> La piattaforma stabilometrica,	
		il centro di pressione e il controllo sensoriale	
		della postura	606
		<i>Riquadro 25.3</i> Stimolazione galvanica	
		del labirinto	611
24 Vie discendenti motorie	583	26 Locomozione	619
<i>G. Luppino</i>		<i>F. Lacquaniti, G. Bosco</i>	
24.1 Vie discendenti	583	26.1 Biomeccanica del cammino	619
.1 Organizzazione gerarchica		.1 Baricentro corporeo	619
e in parallelo	584		
24.2 Vie discendenti dal tronco encefalico	584		
.1 Sistema delle vie mediali	585		
Vie vestibolospinali	585		
Vie reticolospinali	586		
Via tettospinale	586		
.2 Sistema delle vie laterali	586		
24.3 Vie corticodiscendenti	587		
.1 Via piramidale	587		
Decorso	587		
Aree corticali di origine	588		

.2 Caratteristiche dei movimenti degli arti inferiori	620	.2 Segnali di comando motorio.	645
26.2 Controllo nervoso della locomozione . . .	621	Integratore neuronale	647
.1 Circuiti spinali e generazione dello schema del passo	622	.3 Neurofisiologia dei movimenti coniugati	648
.2 Integrazione spinale dei segnali afferenti.	623	28.3 Movimenti oculari di stabilizzazione visiva	649
.3 Controllo soprasspinale della deambulazione	626	.1 Riflesso vestibolooculare	649
26.3 Una visione d'insieme	628	.2 Riflesso optocinetico.	649
Concetti chiave.	629	.3 Nistagmo	649
Lecture consigliate.	630	.4 Vie centrali del riflesso vestibolooculare.	650
<i>Riquadro 26.1</i> Lesioni spinali, plasticità e aspetti riabilitativi	624	Canali semicircolari orizzontali	652
<i>Riquadro 26.2</i> Disturbi della deambulazione in alcune malattie neurologiche.	628	Canali semicircolari verticali.	653
27 Sistema vestibolare	631	.5 Vie centrali del riflesso optocinetico.	654
<i>V.E. Pettorossi</i>		Via sottocorticale	654
27.1 Canali semicircolari	631	Via corticale	654
.1 Accelerazioni angolari.	631	28.4 Movimenti oculari di spostamento dello sguardo	654
Circuito commissurale inibitorio internucleare	633	.1 Movimenti saccadici	655
Tipi di cellule recettoriali	633	.2 Movimenti lenti d'inseguimento.	655
Relazione temporale	633	.3 Controllo nervoso dei movimenti oculari volontari	656
.2 Disposizione spaziale dei canali semicircolari	634	Circuito premotorio nel tronco encefalico	656
.3 Canali semicircolari e riflessi	636	Collicolo superiore	658
27.2 Recettori otolitici.	636	Corteccia cerebrale	659
.1 Accelerazioni rettilinee	636	Cervelletto	660
.2 Recettori otolitici e riflessi	639	28.5 Movimenti di vergenza	661
27.3 Lesione di un labirinto e plasticità vestibolare	640	Concetti chiave.	662
27.4 Percezione spaziale	641	Lecture consigliate.	663
.1 Posizione del corpo.	641	<i>Riquadro 28.1</i> Nistagmo patologico	650
Concetti chiave.	642	<i>Riquadro 28.2</i> Vivere senza un meccanismo per mantenere l'equilibrio	652
Lecture consigliate.	642	29 Cervelletto.	665
<i>Riquadro 27.1</i> Relazione temporale tra stimolo e risposta delle fibre afferenti vestibolari	635	<i>F. Tempia</i>	
<i>Riquadro 27.2</i> Metodiche di stimolazione e osservazione del nistagmo	637	29.1 Premesse anatomiche.	665
28 Movimenti oculari	643	29.2 Funzioni del cervelletto	667
<i>C. Maioli</i>		29.3 Elaborazione dei segnali nel cervelletto.	668
28.1 Significato funzionale dei movimenti oculari	643	.1 Proprietà elettrofisiologiche della cellula di Purkinje	673
.1 Stabilizzazione visiva	643	Segnali provenienti dalla via delle fibre muscolari	673
.2 Spostamento dello sguardo	643	Segnali provenienti dalla via delle fibre rampicanti.	675
28.2 Caratteristiche generali dei movimenti oculari	644	.2 Ruolo degli interneuroni inibitori.	676
.1 Muscoli estrinseci dell'occhio	645	Cellule di Golgi	676
Biomeccanica	645	Cellule stellate e cellule a canestro	676
		.3 Principi di elaborazione dei segnali in una microzona di corteccia cerebellare.	678
		29.4 Funzione cerebellare: sede di modelli interni.	678
		29.5 Plasticità sinaptica cerebellare e apprendimento motorio	679

.1 Esempi di adattamento sensorimotorio	680	Concetti chiave	706
29.6 Funzioni specifiche delle suddivisioni cerebellari	682	Lecture consigliate	706
.1 Vestibolocerebello: equilibrio del corpo e stabilizzazione oculare . . .	682	<i>Riquadro 30.1</i> Alterazioni dello striato: corea di Huntington	697
Nucleo vestibolare mediale	682	<i>Riquadro 30.2</i> Alterazioni della sostanza nera e disordini motorî	701
Nucleo vestibolare laterale	683	<i>Riquadro 30.3</i> Possibili alterazioni del circuito motorio in alcune patologie dei nuclei della base	703
.2 Spinocerebello: esecuzione dei movimenti	683	31 Controllo corticale del movimento	707
.3 Cerebrocerebello: programmazione dei movimenti e funzioni cognitive . .	686	<i>R. Caminiti, A. Battaglia-Mayer, V. Gallese</i>	
Programmazione motoria	686	31.1 Controllo del comportamento cognitivo motorio	707
Controllo delle funzioni sensoriali . . .	686	31.2 Sistema parietofrontale	709
Controllo delle funzioni cognitive . . .	687	.1 Area motoria primaria	709
Concetti chiave	687	Natura distribuita dell'attivazione . . .	712
Lecture consigliate	688	Codifica dei parametri del movimento .	714
<i>Riquadro 29.1</i> Storia della fisiologia cerebellare	668	.2 Aree premotorie della corteccia frontale	717
<i>Riquadro 29.2</i> Può una sinapsi inibitoria produrre eccitazione?	675	Area premotoria dorsale	718
<i>Riquadro 29.3</i> Depressione a lungo termine della sinapsi fibra parallela-cellula di Purkinje	682	Aree della circonvoluzione del cingolo	720
30 Nuclei della base	689	Aree supplementari motorie	720
<i>E. Scarnati</i>		Area premotoria ventrale	722
30.1 Circuiti paralleli frontostriatali: organizzazione	690	.3 Aree associative della corteccia parietale	726
.1 Circuito motorio	690	Proprietà topografiche	727
.2 Circuito oculomotorio	692	Proprietà visive	727
.3 Circuito corteccia prefrontale dorsolaterale-nucleo caudato	692	Proprietà oculomotorie	728
.4 Circuito corteccia orbitofrontale laterale-nucleo caudato	692	Influenza dell'attenzione selettiva . . .	729
.5 Circuito corteccia cingolata anteriore-striato ventrale	693	Influenza della posizione dell'occhio . .	729
.6 Rapporti dei nuclei della base con il cervelletto	693	Stabilità del mondo visivo durante i movimenti degli occhi . . .	729
.7 Integrazione delle informazioni	693	Influenza della salienza degli stimoli visivi	730
30.2 Neurofisiologia dei neuroni dei nuclei della base	694	Neuroni <i>reaching</i>	730
.1 Striato	694	Coordinazione occhio-mano durante il <i>reaching</i>	732
Neuroni del putamen	695	Correzione delle traiettorie di movimento della mano	732
Neuroni del nucleo caudato	696	Concetti chiave	737
Neuroni dello striato ventrale	698	Lecture consigliate	738
.2 Sostanza nera	700	<i>Riquadro 31.1</i> Aree del sistema parietofrontale	710
Neuroni della parte compatta	700	<i>Riquadro 31.2</i> Tappe storiche nello studio della corteccia frontale	713
Neuroni della parte reticolata	700	<i>Riquadro 31.3</i> Anatomia dell'area motoria primaria	714
.3 Nucleo subtalamico	702	<i>Riquadro 31.4</i> Come viene codificata la direzione del movimento quando la sua origine cambia?	717
.4 Globo pallido	705	<i>Riquadro 31.5</i> Aree della corteccia premotoria	718
Neuroni del globo pallido interno . . .	705		
Neuroni del globo pallido esterno . . .	705		
.5 Nucleo peduncolopontino del tegmento	705		

<i>Riquadro 31.6</i> Organizzazione topografica dell'area premotoria dorsale.	718
<i>Riquadro 31.7</i> Aree della corteccia parietale	726
<i>Riquadro 31.8</i> Sindrome del lobo parietale	733

V. Funzioni superiori

32 Plasticità cerebrale 739

L. Domenici

32.1 Influenza dell'ambiente durante lo sviluppo	739
.1 Vita embrionale e fetale	740
Divisione e differenziamento cellulare.	740
Sviluppo di connessioni e mappe	741
.2 Vita postnatale	743
Ruolo degli stimoli sensoriali	743
Plasticità	744
Ambiente e funzioni cognitive specie-specifiche	745
Plasticità e lesioni cerebrali.	746
32.2 Influenza dell'ambiente nella vita adulta.	746
.1 Processi fisiologici di plasticità	747
.2 Lesioni cerebrali e recupero funzionale.	749
.3 Plasticità nella vita adulta	749
Concetti chiave.	750
Lecture consigliate.	750

Riquadro 32.1 Influenza materna 741

Riquadro 32.2 Lo studio delle colonne di dominanza oculare 743

Riquadro 32.3 Sindrome dell'arto fantasma. 748

33 Apprendimento e memoria. 751

P.G. Montarolo

33.1 Definizioni.	751
33.2 Classificazioni della memoria	752
.1 Memoria a breve e a lungo termine	752
.2 Memoria non dichiarativa.	753
Apprendimento non associativo	753
Apprendimento associativo.	754
Strutture nervose coinvolte.	756
<i>Imprinting</i>	758
.3 Memoria dichiarativa	758
Strutture nervose coinvolte: studi sull'uomo.	758
Strutture nervose coinvolte: studi sugli animali	761
Memoria spaziale e ippocampo	762
Concetti chiave.	766
Lecture consigliate.	766

Riquadro 33.1 Amnesie e studio della memoria 753

Riquadro 33.2 Condizionamento aversivo 757

Riquadro 33.3 Il caso di H.M. 759

Riquadro 33.4 Studio della memoria spaziale 763

34 Dominanza emisferica e corpo calloso. 767

G. Tassinari

34.1 Asimmetrie cerebrali	767
.1 Asimmetrie strutturali	768
Differenze a livello microscopico	770
Differenze a livello molecolare	770
.2 Asimmetrie funzionali	770
34.2 Connessioni e disconnessioni tra gli emisferi cerebrali.	771
.1 Effetti della disconnessione emisferica.	773
Integrazione semplice.	774
Integrazione complessa.	774
34.3 Dimostrazioni di asimmetria emisferica in soggetti normali.	774
.1 Sistema visivo	774
.2 Sistema uditivo	777
.3 Sistema somatosensoriale	777
34.4 Natura e origine della specializzazione emisferica.	777
.1 Preferenza manuale.	778
Concetti chiave.	778
Lecture consigliate.	779

Riquadro 34.1 Funzioni cognitive complesse e *split-brain* 775

35 Fisiologia delle emozioni 781

F. Keller

35.1 Specificità della risposta emotiva.	781
35.2 Relazione tra emozioni e alterazioni corporee.	784
.1 Controversia James-Cannon.	784
.2 Teoria del marcatore somatico	785
35.3 Espressioni facciali delle emozioni	786
35.4 Parametri fisiologici come indici degli stati affettivi	787
35.5 Neuroanatomia funzionale delle emozioni	790
.1 Ipotalamo	791
.2 Amigdala.	791
Studi sugli animali	792
Studi sull'uomo.	793
.3 Corteccia orbitofrontale e corteccia prefrontale ventromediale.	795
Phineas Gage: un caso clinico esemplare.	796
Studi di <i>neuroimaging</i>	796
.4 Insula	798
.5 Nuclei della base.	799
35.6 Sintesi conclusiva.	799
Concetti chiave.	800
Lecture consigliate.	801

Riquadro 38.1 Azioni farmacologiche
sul sistema nervoso vegetativo:
azioni colinergiche. 844

Riquadro 38.2 Azioni farmacologiche
sul sistema nervoso vegetativo:
azioni adrenergiche 845

**39 Interazioni tra sistema nervoso
e sistema immunitario. 849**

N. Belluardo

39.1 Influenze del sistema nervoso
sul sistema immunitario. 849

.1 Regolazione nervosa diretta 850

Azione sulla midollare del surrene . . . 850

Altri meccanismi. 851

.2 Regolazione umorale. 851

Attivazione dell'asse ipotalamo-
ipofisi-surrene 851

Ruolo dei glicocorticoidi. 852

Altri ormoni 852

39.2 Influenze del sistema immunitario
sul sistema nervoso 853

.1 Effetti delle citochine
sull'asse ipotalamo-ipofisi-surrene . . . 854

Via nervosa. 854

Via umorale 854

.2 Risposta neuroendocrina alle infezioni. 857

Concetti chiave. 858

Letture consigliate. 858

Riquadro 39.1 Prime prove sperimentali
dell'esistenza di un'interazione
tra sistema nervoso
e sistema immunitario. 853

Riquadro 39.2 Stress e risposte immunitarie . . 854

Riquadro 39.3 Ruolo dell'interazione
tra sistema nervoso e sistema immunitario
nel mantenimento dell'omeostasi:
il caso della febbre. 855

Glossario 859

Indice analitico 863