

# INDICE

## PRINCIPI

<b>1 Temi centrali della fisiologia</b> .....	1	Conformismo e regolazione .....	9
Rapporti struttura-funzione-dinamica .....	1	Conformismo o regolazione? .....	10
Livelli organizzativi e riduzionismo .....	2	Campo di tolleranza e di resistenza .....	11
Omeostasi .....	3	Modificazioni fenotipiche indotte	
Retroazione .....	5	dall'ambiente .....	11
Regolazione anticipativa .....	6	Acclimatizzazione .....	11
Plasticità .....	6	Plasticità fenotipica .....	12
Ridondanza, pleiotropismo e compensazione ...	7	Plasticità comportamentale .....	12
C'è finalismo nei processi fisiologici? .....	7	Adattamento .....	12
Concetti chiave .....	8	Variabilità genetica .....	12
		Selezione naturale .....	13
<b>2 Animali e ambiente</b> .....	9	Relazioni tra genotipo, ambiente e fenotipo	14
Che cosa s'intende per ambiente .....	9	Metodi per rilevare l'adattamento .....	14
Risposte fisiologiche degli organismi		Fattori di scala nelle relazioni tra organismo	
all'ambiente .....	9	e ambiente .....	15
		Concetti chiave .....	16

## FISIOLOGIA CELLULARE E MOLECOLARE

<b>3 Membrane cellulari e trasporto</b> .....	17	<i>Riquadro 3.1</i> Derivazione dell'equazione	
Membrana cellulare .....	17	della velocità iniziale per	
Funzioni della membrana cellulare .....	17	la reazione enzimatica .....	28
Composizione e struttura delle membrane ...	17		
Lipidi .....	19	<b>4 Fenomeni elettrici di membrana</b> .....	41
Proteine .....	20	Cella di concentrazione ed equazione di Nernst	42
Ambienti cellulare ed extracellulare .....	22	Analogo elettrico della membrana cellulare .....	43
Compartimenti che costituiscono l'organismo	22	Membrana cellulare: circuito	
Composizione delle soluzioni		resistenza-condensatore .....	44
intra- ed extracellulari .....	23	Equilibrio di Donnan .....	46
Permeazione di membrana .....	24	Limiti dell'equilibrio di Donnan .....	47
Diffusione semplice .....	25	Equazione di Goldman, Hodgkin e Katz .....	48
Diffusione facilitata .....	26	Circuito equivalente della membrana .....	50
Caratteristiche della diffusione facilitata ...	27	Ruolo della pompa sodio/potassio .....	51
Regolazione dei trasporti .....	29	Generazione del potenziale di membrana .....	52
Uniportatori di glucosio .....	29	Concetti chiave .....	52
Trasporto attivo .....	29		
ATPasi sodio/potassio .....	30	<b>5 Cellule e segnali nervosi</b> .....	53
Trasporto attivo secondario .....	32	Componenti cellulari del sistema nervoso .....	53
Cotrasportatori di glucosio .....	33	Cellule nervose .....	54
Cotrasportatori di neurotrasmettitori .....	33	Cellule gliali .....	56
Trasporto di aminoacidi e peptidi .....	36	Cellule di Schwann .....	56
Trasporto transepiteliale .....	37	Oligodendrociti .....	58
Meccanismi del trasporto transepiteliale .....	38		
Concetti chiave .....	40		

Astrociti .....	58	Canali del sodio voltaggio-dipendenti .....	108
Microgliaociti .....	60	Canali del sodio voltaggio-indipendenti .....	109
Proprietà citologiche e metaboliche dei neuroni .....	60	Canali del calcio .....	109
Trasporto assonale .....	60	Canali del calcio voltaggio-dipendenti .....	110
Sintesi locale di proteine .....	62	Canali di liberazione del calcio dai depositi intracellulari .....	111
Segnali elettrici .....	63	Canali del potassio .....	112
Risposte graduali .....	64	Canali del potassio voltaggio-attivati .....	112
Impulso tutto-o-nulla .....	65	Canali del potassio calcio-attivati .....	113
Potenziale d'azione .....	65	Canali del potassio rettificanti verso l'interno .....	114
Descrizione fenomenologica .....	66	Canali del potassio di background .....	116
Fasi del potenziale d'azione .....	67	Canali cationici attivati da nucleotidi ciclici e da iperpolarizzazione .....	116
Stimolo soglia e potenziale di soglia .....	67	Canali del cloro .....	117
Refrattarietà .....	68	Canali di tipo ClC .....	117
Ipotesi del sodio .....	69	Canali di tipo CFTR .....	117
Blocco del voltaggio (voltage clamp) .....	70	Canali di tipo TRP .....	117
Descrizione di Hodgkin e Huxley .....	73	Altri canali .....	118
Propagazione del potenziale d'azione .....	75	Aquaporine .....	118
Propagazione passiva del segnale .....	75	Gap junction .....	119
Circuiti locali .....	76	Concetti chiave .....	120
Propagazione saltatoria .....	77		
Concetti chiave .....	79		
		<i>Riquadro 6.1</i> Il patch-clamp .....	85
<b>6 Canali ionici</b> .....	79		
Struttura dei canali ionici .....	80	<b>7 Comunicazione cellulare: recettori e sistemi di trasduzione</b> .....	121
Struttura del recettore nicotinic .....	80	Principi della comunicazione tra cellule .....	121
Struttura di altri canali ligando-attivati .....	81	Processi principali della trasduzione del segnale .....	122
Struttura dei canali voltaggio-attivati .....	82	Principali tipi di ligandi .....	122
Meccanismi di apertura e chiusura dei canali ...	84	Risposta cellulare e catena di trasduzione .....	122
Transizioni conformazionali dei canali ionici	86	Tipi di comunicazione .....	123
Durata delle aperture e delle chiusure .....	87	Specificità del legame recettore-ligando .....	123
Teoria dello stato di transizione .....	88	Messaggeri intracellulari .....	124
Probabilità di apertura .....	88	Comunicazione per contatto .....	124
Basi strutturali del gating .....	89	Trasduzione transmembrana del segnale .....	125
Gating voltaggio-dipendente .....	90	Recettori a sette passaggi transmembrana .....	125
Ipotesi del sensore del voltaggio .....	91	Proteine G trimeriche .....	126
Cinetica di rilassamento .....	93	Interazioni tra proteine G ed effettori .....	127
Inattivazione .....	94	Trasduzione mediata da adenosin-monofosfato ciclico .....	128
Gating ligando-dipendente .....	97	Trasduzione mediata da fosfolipasi C .....	128
Recettori con un solo sito di legame .....	98	Trasduzione mediata da fosfolipasi A e metaboliti dell'acido arachidonico .....	129
Recettori con più siti di legame .....	99	Recettori ad attività tirosinchinasica .....	129
Permeazione e selettività .....	100	Recettori ad attività guanilatociclasica .....	130
Permeazione .....	100	Recettori integrinici .....	130
Relazione corrente-voltaggio e gradiente elettrochimico .....	101	Vie regolate dallo ione calcio .....	131
Relazione tra corrente di singolo canale e concentrazione di ione permeante .....	102	Monossido d'azoto .....	131
Selettività .....	103	Aspetti integrativi della trasduzione del segnale .....	132
Filtro di selettività come setaccio molecolare .....	103	Compartimentalizzazione dei segnali .....	132
Filtro di selettività come setaccio elettrostatico .....	104	Cross-talk .....	132
Filtro di selettività e interazioni steriche .....	105	Recettori presinaptici .....	133
Basi molecolari di permeazione e selettività...	105	Terminazione dei segnali .....	133
Modulazione dei canali ionici .....	107	Neurotrasmissione chimica .....	133
Sistematica dei canali ionici .....	108		
Canali del sodio .....	108		

Neurotrasmettitori .....	133	Diffusione e rimozione	
Acetilcolina .....	134	del neurotrasmettitore .....	163
Monoamine .....	135	Attivazione e gating dei recettori postsinaptici	163
Catecolamine .....	136	Generazione delle correnti postsinaptiche ..	163
5-idrossitriptamina .....	136	Generazione dei potenziali postsinaptici ....	165
Acido glutammico .....	136	Coattivazione recettoriale .....	167
Acido $\gamma$ -aminobutirrico .....	137	Recettori presinaptici e controllo	
Adenosin-trifosfato e altre purine .....	138	della liberazione di trasmettitore .....	168
Neuropeptidi .....	138	Coliberazione e trasmissione retrograda .....	168
Recettori sinaptici ionotropici .....	139	Plasticità sinaptica a lungo termine .....	169
Meccanismi di gating .....	139	Proprietà fondamentali .....	170
Stati conformazionali .....	139	Regole di apprendimento sinaptico .....	171
Meccanismi molecolari .....	141	Fase di induzione .....	172
Permeazione e selettività .....	142	Fase di espressione .....	173
Recettori ionotropici per l'acetilcolina .....	143	Metaplasticità .....	176
Recettori nicotinici nella placca		Altre forme di plasticità sinaptica .....	177
neuromuscolare .....	144	Plasticità non sinaptica .....	178
Recettori nicotinici neuronali .....	144	Plasticità e omeostasi .....	178
Farmacologia delle sinapsi colinergiche		Sinapsi elettriche .....	178
nicotiniche .....	145	Localizzazione delle sinapsi e microcircuiti .....	179
Recettori ionotropici per il glutammato .....	145	Concetti chiave .....	181
Recettori AMPA .....	145		
Recettori per il kainato .....	146		
Recettori NMDA .....	146		
Recettori ionotropici per l'acido		<b>9 Codice neuronale</b>	
$\gamma$ -aminobutirrico .....	147	<b>ed elaborazione dell'informazione</b> .....	183
Farmacologia dei recettori GABA .....	148	Modalità di codificazione della scarica	
Trasmissione sinaptica GABAergica .....	148	neuronale .....	183
Recettori per la glicina .....	148	Proprietà di scarica dei neuroni .....	184
Recettori ionotropici per la serotonina .....	149	Repertorio di scarica dei neuroni .....	185
Recettori ionotropici per le purine .....	149	Meccanismi ionici di regolazione	
Recettori ionotropici per i neuropeptidi .....	149	della scarica neuronale .....	185
Recettori ionotropici presinaptici .....	150	Correnti di sodio .....	187
Recettori sinaptici metabotropici .....	150	Correnti di calcio .....	187
Recettori metabotropici per l'acetilcolina .....	151	Correnti di potassio .....	188
Recettori per le catecolamine .....	152	Corrente H .....	190
Recettori metabotropici per la serotonina .....	152	Correnti di cloro .....	190
Recettori metabotropici per il glutammato ....	152	Correnti aspecifiche e di background .....	190
Recettori metabotropici per l'acido		Attivazione dei canali di potassio	
$\gamma$ -aminobutirrico .....	153	calcio-dipendenti .....	190
Recettori metabotropici per i neuropeptidi ....	153	Meccanismi ionici di generazione	
Recettori metabotropici per le purine .....	153	dell'autoritmicità .....	190
Recettori metabotropici presinaptici .....	153	Meccanismo H/Na <sub>p</sub> .....	190
Concetti chiave .....	154	Meccanismo H/Ca <sub>LVA</sub> .....	190
		Meccanismo Na <sub>p</sub> /K <sub>M</sub> .....	191
		Elaborazione dei segnali nelle sinapsi	
<b>8 Neurotrasmissione e plasticità sinaptica</b> .....	155	e nei processi neuronali .....	191
Principali modalità di neurotrasmissione .....	156	Proprietà regolatorie delle sinapsi .....	192
Neurotrasmissione chimica .....	156	Proprietà regolatorie dei dendriti .....	193
Proprietà strutturali e molecolari		Dendriti attivi .....	194
delle sinapsi chimiche .....	156	Microcircuiti locali .....	194
Sequenza degli eventi coinvolti		Eccitabilità degli assoni e dei terminali	
nella neurotrasmissione .....	158	sinaptici .....	194
Depolarizzazione e ingresso di calcio		Plasticità dei neuroni e delle sinapsi .....	196
nel terminale presinaptico .....	159	Concetti chiave .....	196
Dinamica del calcio presinaptico .....	160		
Ciclo vescicolare .....	161	<b>10 Contrazione muscolare e motilità cellulare</b> ...	197
Liberazione quantale del neurotrasmettitore ..	161	Contrazione muscolare .....	197

Struttura delle fibre muscolari scheletriche ...	197	Recupero del calcio, SERCA	
Sarcomero .....	198	e rilasciamento muscolare .....	235
Miofilamenti .....	200	Accoppiamento eccitazione-contrazione	
Relazione tra struttura e funzione		nel miocardio .....	235
nel muscolo striato .....	203	Meccanismo di liberazione del calcio	
Livello di organismo .....	203	nei miociti cardiaci .....	237
Livello cellulare e subcellulare .....	204	Rilasciamento e ciclo del calcio .....	238
Livello molecolare .....	205	Proprietà speciali del muscolo liscio .....	238
Meccanica della contrazione muscolare .....	207	Organizzazione funzionale	
Caratteristiche della contrazione		del muscolo liscio .....	239
isometrica .....	208	Regolazione della contrazione	
Caratteristiche della contrazione isotonica ..	210	nei muscoli lisci .....	242
Energetica della contrazione muscolare .....	214	Accoppiamento	
Produzione di calore .....	214	eccitazione-contrazione .....	244
Sorgente di energia .....	214	Sistemi di controllo .....	244
Meccanismo molecolare della contrazione		Funzione contrattile nei muscoli lisci .....	245
muscolare .....	216	Studi di singola molecola .....	246
Ciclo chemomeccanico .....	216	Saggi di motilità in vitro .....	246
Regolazione della contrazione		Motilità cellulare .....	248
dei muscoli striati .....	218	Strutture filamentose e motori molecolari ....	248
Ruolo della concentrazione intracellulare		Motilità legata ai microtubuli .....	248
di calcio .....	219	Motilità legata ai filamenti di actina .....	249
Proteine regolatorie del filamento sottile ...	220	Accoppiamento chemomeccanico nei motori	
Blocco sterico e stati conformazionali		non muscolari .....	250
del filamento sottile .....	222	Meccanica di singola molecola .....	251
Modulazione dei meccanismi		Chinesina .....	252
di regolazione .....	224	Miosina V .....	252
Accoppiamento eccitazione-contrazione		Concetti chiave .....	254
nel muscolo scheletrico .....	229		
Propagazione dell'eccitazione nella fibra		<i>Riquadro 10.1</i> Legge di Frank-Starling: variazioni	
muscolare scheletrica .....	230	di sensibilità al calcio	
Liberazione del calcio .....	230	dei sarcomeri cardiaci .....	226

## FUNZIONI D'ORGANO E INTEGRAZIONE SISTEMICA

<b>11 Proprietà generali del sistema nervoso</b> .....	257	Percezione e trasformazioni sensorimotorie...	267
Funzioni del sistema nervoso .....	257	Reti di neuroni .....	268
Il sistema nervoso genera l'esperienza		Principi organizzativi e funzionali	
soggettiva e consente l'interazione		delle reti di neuroni .....	269
con il mondo oggettivo .....	259	Ordine dal caos .....	270
Sistema nervoso come centro di controllo		Relazioni tra attività di singoli neuroni	
dell'ambiente interno.....	259	e proprietà di rete .....	271
Operazioni elementari del sistema nervoso ...	260	Che cosa fa l'uomo "umano"? .....	272
Organizzazione anatomofunzionale		Fondamenti neurofisiologici	
del sistema nervoso.....	260	della computazione e dell'apprendimento ....	272
Organizzazione citologica e tessutale .....	260	Fondamenti neurofisiologici della coscienza ....	272
Richiami di anatomia .....	261	Correlati neurali della coscienza .....	274
Sistemi proiettivi afferenti ed efferenti .....	262	Concetti chiave .....	275
Organizzazione gerarchica e in parallelo ....	262		
Feedback, feedforward e riafferenza interna		<b>12 Funzioni sensoriali</b> .....	277
Sistemi neuromodulatori diffusi .....	263	Principi generali .....	277
Ridondanza, pleiotropismo, omeostasi		Modalità e sottomodaltà sensoriali .....	277
e plasticità nel sistema nervoso .....	264	Psicofisica della percezione sensoriale .....	277
Funzioni localizzate e distribuite .....	265	Anatomia funzionale dei sistemi sensoriali ...	278
Lateralizzazione e asimmetria.....	267		

Trasduzione sensoriale .....	279	Limiti di sensibilità .....	333
Recettori sensoriali .....	279	Adattamento della fototrasduzione .....	334
Meccanismi cellulari .....	280	Codifica sinaptica della fotorisposta .....	335
Sensibilità dei sistemi sensoriali .....	281	Elaborazione retinica .....	337
Elaborazione nei circuiti sensoriali .....	281	Circuiti retinici .....	337
Ricostruzione dei pattern sensoriali .....	282	Codifica dei segnali nella retina .....	340
Codificazione e trasformazione		Elaborazione centrale dei segnali visivi .....	342
dei segnali sensoriali .....	282	Funzioni dei sistemi sottocorticali .....	342
Afferenze sensoriali: adattamento,		Proiezione alla corteccia visiva primaria .....	343
apprendimento e plasticità .....	282	Aree corticali visive superiori .....	349
Sensibilità somatica .....	283	Binding .....	354
Proprietà generali della sensibilità somatica ..	283	Gusto e olfatto .....	354
Sensibilità tattile e propriocettiva .....	284	Strutture sensoriali gustative e olfattive .....	355
Basi neurofisiologiche della percezione		Bottoni gustativi .....	355
tattile e propriocettiva .....	285	Mucosa olfattiva .....	356
Recettori della sensibilità tattile .....	287	Stimoli chimici .....	357
Recettori articolari .....	289	Stimoli gustativi e sapori fondamentali .....	358
Recettori muscolari .....	289	Stimoli olfattivi e odori .....	358
Vie centrali della sensibilità tattile		Processi chemotrasduttivi .....	359
e propriocettiva .....	292	Meccanismi della trasduzione gustativa .....	359
Elaborazione sottocorticale		Meccanismo della trasduzione olfattiva .....	360
dei segnali somatosensoriali .....	295	Vie della sensibilità chemocettiva .....	361
Proprietà funzionali delle cortecce		Vie e centri del gusto .....	361
somatosensoriali .....	297	Vie e centri dell'olfatto .....	362
Sensibilità viscerale .....	298	Discriminazione degli stimoli chimici .....	362
Dolore e sistema nocicettivo .....	299	Codificazione dell'informazione	
Recettori del dolore .....	300	chemocettiva .....	363
Vie centrali della sensibilità dolorifica .....	302	Discriminazione gustativa:	
Vie ascendenti al talamo		ipotesi delle linee dedicate .....	363
e alla corteccia cerebrale .....	303	Discriminazione olfattiva:	
Riflessi nocicettivi .....	304	codice combinatorio	
Dolore profondo e viscerale, dolore riferito		e organizzazione topografica .....	364
Dolore cronico e dolore neuropatico .....	305	Sapore degli alimenti: integrazione centrale	
Regolazione della nocicezione .....	306	di varie informazioni sensoriali .....	364
Prurito e solletico .....	308	Concetti chiave .....	366
Sensibilità termica .....	308		
Udito ed equilibrio .....	309	<i>Riquadro 12.1</i> Le barrel del ratto e l'arto fantasma:	
Cellule ciliate e meccano-trasduzione .....	309	la plasticità del sistema somestesico	294
Sistema vestibolare .....	311		
Labirinto vestibolare .....	311		
Elaborazione centrale		<b>13 Controllo motorio</b> .....	369
dei segnali vestibolari .....	314	Principi generali .....	369
Sistema acustico .....	316	Principi organizzativi e funzionali	
Coclea .....	316	del controllo motorio .....	370
Organo di Corti .....	317	Movimenti volontari e riflessi .....	370
Discriminazione delle frequenze .....	318	Principi organizzativi	
Cellule ciliate interne ed esterne .....	320	del controllo motorio .....	372
Elaborazione centrale dei segnali uditivi .....	322	Organizzazione anatomofunzionale .....	375
Visione .....	325	Sistemi proiettivi discendenti:	
Formazione delle immagini nell'occhio .....	325	organizzazione in serie .....	375
Retina .....	326	Corteccia motoria e tratti corticospinali .....	377
Fotorecettori .....	328	Tronco encefalico .....	377
Fotorisposta nei bastoncelli .....	329	Midollo spinale .....	378
Cascata enzimatica della fototrasduzione....	330	Unità motorie .....	378
Modulazione della corrente di buio .....	331	Gangli della base e cervelletto .....	379
Fotorisposta nei coni .....	332	Connessioni con il sistema sensoriale .....	379
Pigmenti fotosensibili dei coni		Controllo del movimento: una visione	
e visione dei colori .....	332	d'insieme .....	379

Codificazione dei segnali motori .....	380	Circuito della corteccia cerebellare .....	413
Reclutamento delle unità motorie .....	381	Circuito olivocerebellare .....	414
Sequenze, alternanze e ritmi .....	382	Conseguenze dell'organizzazione sinaptica del cervelletto .....	414
Memoria motoria .....	382	Eccitabilità e plasticità delle cellule di Purkinje .....	414
Risposte motorie riflesse .....	383	Altri aspetti caratteristici della fisiologia cellulare cerebellare.....	415
Riflessi spinali .....	383	Teorie della funzione cerebellare .....	415
Riflesso miotatico diretto .....	384	Funzioni motorie, sensoriali e cognitive del cervelletto .....	416
Riflesso miotatico inverso .....	385	Concetti chiave .....	417
Riflesso cutaneo .....	387		
Coordinazione e regolazione dei riflessi spinali .....	387	<b>14 Funzioni nervose centrali</b> .....	421
Innervazione reciproca .....	388	Introduzione .....	421
Ruolo dei riflessi propriocettivi nei movimenti volontari .....	388	Omeostasi e funzioni superiori .....	421
Mantenimento del tono muscolare e della postura .....	389	Meccanismi circuitali e cellulari coinvolti nella generazione delle funzioni superiori ..	422
Meccanismi neuromuscolari .....	391	Stato di coscienza: ciclo sonno-veglia e ritmi corticali .....	422
Meccanismi passivi .....	391	Sonno .....	422
Risposte propriocettive toniche .....	391	Fasi del sonno .....	423
Risposte propriocettive dinamiche .....	392	Filogenesi e ontogenesi del sonno.....	425
Riflessi posturali .....	393	Circuiti neurali del ciclo sonno-veglia .....	426
Adattamenti posturali globali .....	394	Meccanismi della veglia .....	427
Movimenti oculari .....	394	Meccanismi del sonno non-REM .....	427
Controllo visuoinerziale		Meccanismi del sonno REM.....	429
per il posizionamento degli occhi .....	394	Regolazione del ciclo sonno-veglia.....	431
Riflesso vestiboloculare .....	395	Ruolo di adenosina e oressina .....	432
Riflesso optocinetico .....	395	Funzioni del sonno .....	435
Adattamento del riflesso vestiboloculare ....	395	Apprendimento e memoria .....	436
Combinazione di riflessi vestiboloculari e optocinetici .....	397	Apprendimento .....	436
Movimenti oculari volontari rapidi .....	397	Apprendimento non associativo .....	436
Movimenti oculari lenti di inseguimento .....	398	Apprendimento associativo .....	437
Attività motorie ritmiche .....	398	Memoria .....	439
Locomozione .....	398	Memoria dichiarativa .....	440
Central pattern generator della locomozione .....	399	Memoria procedurale .....	443
Regolazione della locomozione .....	399	Attenzione .....	445
Locomozione nell'uomo .....	399	Modalità e fasi dell'attenzione selettiva .....	447
Movimento volontario .....	400	Attenzione spaziale .....	447
Scarica delle cellule corticali .....	401	Meccanismi neurofisiologici dell'attenzione ..	448
Funzioni delle aree motorie .....	402	Neuromodulazione dell'attenzione .....	449
Manipolazione e afferramento .....	404	Focalizzazione dei segnali sensoriali .....	449
Potenziale preparatorio .....	405	Motivazione e ricompensa .....	449
Circuiti sottocorticali .....	405	Meccanismi neurofisiologici della motivazione e della ricompensa .....	450
Aspetti superiori del controllo motorio: funzioni dei gangli della base .....	405	Sistema dopaminergico, motivazione e rinforzo comportamentale ..	451
Organizzazione anatomofunzionale dei gangli della base .....	406	Dipendenza e assuefazione .....	452
Proprietà funzionali dei neuroni dei gangli della base .....	407	Controllo centrale dell'omeostasi .....	452
Coordinazione sensorimotoria: funzioni del cervelletto .....	408	Ruolo centrale dell'ipotalamo .....	452
Organizzazione anatomofunzionale del cervelletto .....	409	Funzioni ipotalamiche omeostatiche .....	454
Controllo del movimento da parte del cervelletto .....	411	Controllo della massa corporea e dell'alimentazione .....	454
Struttura e funzione della rete neuronale del cervelletto .....	412	Meccanismi della fame .....	455
		Meccanismi della sazietà .....	455
		Circuiti nervosi e assunzione di cibo .....	456

Controllo della massa liquida circolante e dell'assunzione di liquidi .....	458	<b>16 Sistema endocrino e controllo delle funzioni</b>	501
Controllo della temperatura corporea .....	459	Endocrinologia generale .....	501
Controllo dei ritmi circadiani .....	461	Modalità della comunicazione chimica .....	501
Controllo degli aspetti sessuali		Principali strutture endocrine .....	502
del comportamento .....	461	Ormoni .....	503
Basi del dimorfismo sessuale .....	461	Classificazione .....	503
Controllo del comportamento sessuale.....	462	Metabolismo .....	503
Controllo cardiovascolare e respiratorio .....	464	Recettori ormonali .....	505
Controllo centrale del comportamento .....	464	Generalità .....	505
Funzioni e organizzazione		Recettori membranari .....	505
delle cortecce associative .....	464	Recettori intracellulari .....	506
Corteccia associativa		Regolazione delle funzioni endocrine .....	508
parietotemporoccipitale .....	465	Sistema endocrino .....	508
Corteccia associativa prefrontale .....	465	Sistema ipotalamoipofisario .....	508
Corteccia associativa limbica .....	466	Tiroide .....	510
Dominanza emisferica e lateralizzazione		Ghiandole surrenali .....	512
delle funzioni cerebrali .....	466	Corticosteroidi .....	513
Asimmetria anatomica .....	466	Catecolamine .....	514
Emozione .....	468	Gonadi .....	515
Teorie sulla natura dell'emozione .....	468	Altre strutture endocrine .....	517
Sistema limbico o cervello emozionale .....	469	Paratiroidi .....	517
Aspetti dell'emozione .....	470	Pancreas .....	517
Neocorteccia ed emozioni .....	475	Epifisi .....	517
Funzioni cognitive .....	476	Timo .....	518
Pensiero, ideazione e controllo cognitivo ...	477	Cuore .....	518
Considerazioni conclusive su intelligenza		Tubo digerente .....	518
e ideazione .....	478	Tessuto adiposo .....	518
Espressione e comunicazione.....	479	Controllo endocrino delle funzioni .....	519
Linguaggio .....	479	Regolazione ormonale della glicemia .....	519
Concetti chiave .....	482	Regolazione ormonale della calcemia .....	520
<i>Riquadro 14.1</i> Ritmi circadiani .....	433	Controllo ormonale del bilancio idrosalino ...	521
<b>15 Funzioni neurovegetative</b> .....	485	Ruolo dell'ormone antidiuretico .....	521
Sistemi nervosi simpatico e parasimpatico .....	487	Ruolo dell'aldosterone .....	522
Organizzazione anatomica .....	487	Ruolo del fattore natriuretico atriale .....	522
Caratteristiche funzionali .....	488	Regolazione ormonale della crescita .....	522
Neurotrasmissione .....	489	Risposte ormonali allo stress .....	523
Trasmissione sinaptica intragangliare .....	491	Controllo ormonale della riproduzione .....	524
Trasmissione sinaptica postgangliare .....	491	Gametogenesi e fecondazione .....	524
Vie di sintesi e d'inattivazione		Gravidanza, parto e allattamento .....	525
dei neuromediatrici .....	492	Differenziamento sessuale .....	526
Recettori colinergici,		Concetti chiave .....	527
adrenergici e delle purine .....	493	<b>17 Liquidi circolanti: funzioni del sangue</b> .....	529
Arco riflesso del sistema nervoso autonomo ..	494	Plasma .....	530
Regolazione delle funzioni autonome		Plasma e liquido interstiziale:	
da parte del sistema nervoso centrale .....	494	passaggio d'acqua e altre sostanze .....	531
Sistema nervoso enterico .....	495	Componente corpuscolata .....	532
Esempi di controllo simpatico e parasimpatico		Produzione degli elementi corpuscolati .....	533
su organi bersaglio .....	496	Controllo dell'emopoiesi .....	535
Riflessi oculari .....	496	Globuli rossi e trasporto dei gas respiratori ...	537
Riflessi cardiovascolari .....	497	Struttura dei globuli rossi .....	537
Riflessi ghiandolari .....	497	Funzione dei globuli rossi .....	537
Riflessi gastrointestinali .....	497	Vita di un globulo rosso .....	537
Riflesso della minzione .....	497	Globuli bianchi e sistema immunitario .....	538
Concetti chiave .....	498	Piastrine ed emostasi .....	538
		Struttura delle piastrine .....	538
		Funzione delle piastrine .....	539

Gruppi sanguigni .....	545	Regime emodinamico	
Concetti chiave .....	546	nel circolo arterioso sistemico .....	586
<b>18 Sistema immunitario e reazioni di difesa</b> .....	547	Regimi di flusso e di pressione	
Organizzazione morfofunzionale		nel circolo arterioso .....	586
del sistema linfatico .....	547	Variazioni della distribuzione del volume	
Tessuto linfoide .....	547	fra arterie e vene .....	587
Sistema linfatico diffuso .....	549	Regime emodinamico	
Cellule fagocitiche .....	549	nel circolo venoso sistemico .....	587
Granulociti .....	550	Regimi di flusso e di pressione	
Difese dell'organismo .....	551	nel circolo venoso .....	587
Difese aspecifiche .....	552	Fattori che determinano il ritorno venoso	
Risposta infiammatoria .....	552	al cuore .....	587
Risposta immunitaria .....	553	Controllo neuromorale della funzione	
Immunità umorale .....	553	cardiovascolare .....	588
Immunità cellulo-mediata .....	555	Controllo di pressione e volume	
Interazioni tra sistemi immunitario,		a livello sistemico .....	589
nervoso ed endocrino .....	556	Circuito barocettivo .....	589
Neuroimmunomodulazione .....	556	Controllo umorale di pressione e volume...	590
Ruolo di ormoni e peptidi .....	556	Secrezione di peptide natriuretico atriale ...	591
Molecole di segnale e recettori condivisi		Interazione fra i sistemi di controllo	
tra i sistemi .....	557	cardiocircolatorio .....	591
Ruolo delle citochine .....	557	Controllo della distribuzione regionale	
Meccanismo e ruolo funzionale		del flusso ematico .....	591
del sistema neuroimmunitario .....	557	Controllo della distribuzione	
Sistema immunitario ed esercizio fisico .....	558	del volume circolante .....	591
Concetti chiave .....	560	Circoli distrettuali .....	592
<b>19 Sistema e funzioni cardiovascolari</b> .....	561	Circolo coronarico .....	592
Principi generali .....	561	Circolo polmonare .....	592
Cuore .....	562	Circolo splanchnico .....	594
Anatomia funzionale del cuore .....	563	Circolo intestinale .....	595
Anatomia macroscopica .....	563	Circolo epatico .....	595
Sistema di conduzione .....	564	Circolo cutaneo .....	596
Organizzazione del muscolo cardiaco .....	565	Circolo renale .....	596
Tipi cellulari .....	566	Circolo cerebrale .....	596
Sinapsi elettriche .....	566	Aspetti anatomici .....	596
Elettrofisiologia cardiaca .....	566	Liquor cefalorachidiano .....	597
Proprietà elettriche		Barriera ematoencefalica .....	598
delle cellule cardiache .....	567	Metabolismo cerebrale .....	598
Ciclo meccanico del cuore .....	573	Circolo muscolare scheletrico .....	599
Sistole atriale .....	573	Flusso ematico nei muscoli .....	599
Sistole ventricolare .....	574	Concetti chiave .....	600
Diastole ventricolare .....	575	<i>Riquadro 19.1</i> Elettrocardiogramma .....	570
Lavoro meccanico del cuore .....	576	<b>20 Sistema respiratorio e scambi gassosi</b> .....	601
Circolo .....	576	Principi generali .....	601
Architettura del circolo .....	577	Composizione dell'aria .....	601
Componenti funzionali della parete vascolare		Gas disciolti in un fluido .....	602
Endotelio .....	580	Quoziente respiratorio .....	602
Muscolo vascolare liscio .....	581	Organizzazione funzionale	
Distretto capillare e scambi con l'interstizio		delle strutture respiratorie .....	602
Emodinamica .....	584	Respirazione cutanea .....	602
Viscosità del sangue e natura del flusso ....	585	Respirazione acquatica .....	603
Proprietà meccaniche della parete vascolare		Ventilazione branchiale .....	603
Resistenze del sistema vascolare .....	585	Scambio gassoso tra sangue e acqua .....	604
Volume di sangue nel sistema vascolare ....	586	Respirazione aerea .....	605
		Sistema respiratorio nei Mammiferi .....	606



Diffusione dei gas attraverso le superfici respiratorie .....	611
Ventilazione e perfusione alveolare .....	612
Trasporto dei gas respiratori nel sangue e nei liquidi corporei .....	612
Trasporto dell'ossigeno .....	612
Curva di dissociazione del sangue per l'ossigeno .....	613
Trasporto dell'anidride carbonica .....	614
Controllo della ventilazione .....	615
Controllo nervoso della respirazione .....	615
Controllo chimico della respirazione .....	617
Chemocettori periferici .....	617
Chemocettori centrali .....	617
Concetti chiave .....	618

## 21 Sistema gastrointestinale:

<b>digestione e assorbimento</b> .....	619
Anatomia funzionale del canale alimentare .....	620
Struttura della parete del canale alimentare ..	620
Controllo della funzione intestinale .....	621
Controllo nervoso .....	621
Innervazione estrinseca .....	621
Innervazione intrinseca .....	621
Controllo ormonale .....	622
Controllo paracrino .....	623
Motilità gastrointestinale .....	623
Cellule muscolari lisce .....	623
Attività elettrica e meccanica delle cellule muscolari lisce .....	624
Pattern di motilità .....	625
Masticazione e deglutizione .....	626
Motilità esofagea .....	626
Motilità dello stomaco .....	626
Svuotamento gastrico .....	627
Motilità dell'intestino tenue .....	627
Motilità dell'intestino crasso e defecazione ....	627
Secrezioni del sistema gastrointestinale .....	628
Secrezione salivare .....	628
Composizione e funzioni della saliva .....	628
Meccanismo della secrezione .....	628
Secrezione gastrica .....	630
Anatomia funzionale .....	630
Proprietà cellulari e funzioni delle ghiandole ossintiche .....	630
Meccanismo della secrezione di acido cloridrico nelle cellule ossintiche .....	631
Controllo della secrezione di acido cloridrico .....	632
Fasi dell'attività gastrica .....	632
Barriera gastrica mucosale .....	633
Pepsinogeni e pepsine .....	634
Cellule enterocromaffini-simili .....	635
Secrezione pancreatica .....	635
Meccanismo della secrezione .....	636
Regolazione della secrezione pancreatica ...	637
Secrezione della bile dal fegato .....	638

Anatomia e funzioni del fegato .....	638
Composizione della bile .....	640
Circolazione enteroepatica dei sali biliari .....	640
Regolazione della secrezione biliare.....	641
Intestino tenue .....	641
Anatomia macroscopica e microscopica dell'intestino tenue .....	641
Dinamica delle cellule epiteliali .....	641
Vie di trasporto attraverso l'epitelio intestinale .....	643
Secrezione nell'intestino tenue e nel colon ....	643
Assorbimento nell'intestino tenue .....	644
Assorbimento dei nutrienti .....	644
Assorbimento di ioni e acqua .....	647
Assorbimento delle vitamine .....	649
Intestino crasso .....	650
Anatomia macroscopica e microscopica dell'intestino crasso .....	650
Trasporto di sali e acqua nel colon .....	651
Assorbimento .....	651
Assorbimento elettroneutro di cloruro di sodio .....	651
Secrezione .....	651
Secrezione di bicarbonato .....	652
Regolazione della secrezione di ioni .....	652
Concetti chiave .....	653

## 22 Sistema renale: osmoregolazione

<b>ed escrezione</b> .....	655
Regolazione del volume cellulare .....	655
Osmosi .....	655
Regolazione del volume cellulare in condizioni isotoniche .....	656
Regolazione del volume cellulare in condizioni anisotoniche .....	656
Meccanismi di trasporto di elettroliti e osmoliti organici .....	657
Sensori del volume cellulare e trasduttori del segnale .....	657
Regolazione osmotica negli organismi in relazione all'ambiente .....	658
Ambiente acquatico .....	658
Ambiente terrestre .....	659
Organi osmoregolatori .....	660
Funzione renale .....	660
Organizzazione morfofunzionale .....	660
Meccanismi di funzionamento renale .....	661
Ultrafiltrazione glomerulare .....	661
Funzioni tubulari .....	664
Regolazione del pH dei liquidi .....	668
Trasporto renale di calcio, magnesio e fosfato .....	668
Riassorbimento tubulare dell'acqua .....	669
Controllo dell'osmolarità e del volume dei compartimenti idrici .....	671
Compartimenti idrici dell'organismo .....	671

Regolazione renale della concentrazione delle urine .....	671	Effetti degli ormoni .....	697
Escrezione renale di acqua: ruolo della vasopressina .....	671	Termogenesi .....	698
Meccanismo di moltiplicazione per controcorrente .....	672	Attività fisica .....	698
Osmolarità del liquido interstiziale della midollare .....	676	Calcolo del dispendio energetico nell'uomo ...	698
Controllo del volume del liquido extracellulare.....	677	Riserve energetiche .....	699
Principali sensori vascolari .....	677	Adattamenti metabolici .....	700
Apparato iuxtaglomerulare .....	677	Metabolismo durante il digiuno .....	700
Basse vie urinarie: cenni anatomici e funzionali	678	Fasi del digiuno .....	700
Concetti chiave .....	678	Metabolismo durante l'esercizio fisico .....	701
		Sistema energetico immediato .....	701
		Sistema energetico anaerobico glicolitico ...	701
		Sistema energetico ossidativo .....	701
		Energetica della locomozione .....	702
		Controllo neuroendocrino	
		del metabolismo energetico .....	703
		Sistema glucostatico .....	704
		Effetti metabolici dell'insulina .....	704
		Effetti metabolici del glucagone .....	706
		Altri processi di controllo neuroendocrino ....	706
		Termoregolazione .....	707
		Bilancio termico .....	707
		Termoregolazione negli animali omeotermi ..	708
		Perdita di calore .....	709
		Produzione di calore .....	709
		Concetti chiave .....	710
<i>Riquadro 22.1</i> Aquaporine, una scoperta casuale che ha rivoluzionato il concetto di permeabilità osmotica .....	673		
<b>23 Controllo del pH intra- ed extracellulare</b> .....	681	<b>25 Adattamenti all'esercizio fisico e all'ambiente</b>	711
Significato del pH .....	681	Introduzione .....	711
Soluzioni tampone.....	681	Adattamenti all'esercizio fisico .....	711
Metabolismo e produzione di ioni idrogeno ....	682	Energetica muscolare .....	711
Acido carbonico .....	682	Classificazione delle fibre .....	713
Acidi non carbonici .....	682	Fatica .....	714
Soluzioni tampone nei liquidi organici .....	682	Fatica centrale .....	714
Tampone proteico .....	683	Fatica muscolare .....	715
Tampone acido carbonico/bicarbonato .....	683	Lavoro muscolare e consumo di ossigeno.....	715
Tampone fosfato .....	683	Adattamenti fisiologici durante l'esercizio ....	717
Tamponi intracellulari e plasmatici .....	683	Allenamento .....	719
Principio isoidrico .....	684	Adattamenti muscoloscheletrici .....	719
Mantenimento dell'equilibrio acido-base .....	684	Adattamenti cardiaci .....	719
Ph dei liquidi intra- ed extra cellulari .....	684	Adattamenti ematici, tissutali e respiratori	719
Regolazione renale e respiratoria .....	684	Adattamenti all'ambiente .....	720
Modificazioni dell'equilibrio acido-base .....	684	Adattamento in assenza di gravità .....	721
Acidosi metabolica .....	685	Effetti sul muscolo.....	722
Acidosi respiratoria .....	685	Effetti su osso e metabolismo minerale .....	723
Alcalosi metabolica .....	685	Adattamento all'ambiente subacqueo .....	723
Alcalosi respiratoria .....	685	Adattamento all'alta quota .....	724
Concetti chiave .....	686	Concetti chiave .....	725
<b>24 Metabolismo energetico e termoregolazione</b>	687	<b>Appendice 1</b> Cenni di statistica .....	727
Metabolismo: principi generali .....	687	<b>Appendice 2</b> Grandezze e misure .....	733
Principi di energetica cellulare .....	687	<b>Appendice 3</b> Valori normali dei parametri fisiologici	737
Lavoro biologico e termodinamica .....	689	<b>Appendice 4</b> Glossario .....	747
Bilancio energetico .....	689	<b>Indice analitico</b> .....	757
Misura del dispendio energetico .....	690		
Termochimica alimentare .....	690		
Calorimetria diretta .....	691		
Termochimica respiratoria .....	692		
Fattori determinanti del dispendio energetico ..	694		
Metabolismo basale .....	694		
Massa e superficie corporea .....	695		
Massa magra .....	696		
Temperatura corporea e temperatura ambiente .....	696		