

INDICE

PARTE PRIMA Tessuti eccitabili

1	Neurofisiologia generale	3	2	Fisiologia del muscolo	55
1.1	Biofisica delle membrane eccitabili	3	2.1	Generalità sul tessuto muscolare scheletrico	55
.1	Meccanismi di trasporto da e verso la cellula	5	2.2	Organizzazione del tessuto muscolare scheletrico	56
1.2	Canali ionici	9	.1	Sviluppo e rigenerazione dei muscoli scheletrici	56
.1	Classificazione e struttura molecolare	11	.2	Struttura della fibra muscolare	57
	<i>Uno speciale tipo di canale: gap junction</i>	14	.3	Sistema tubulare delle fibre muscolari	58
1.3	Potenziali di membrana	16	.4	Proteine muscolari	59
.1	Equilibrio ionico	16		<i>Proteine contrattili</i>	59
.2	Potenziale di riposo	17		<i>Proteine regolatrici</i>	61
.3	Potenziale d'azione	21		<i>Proteine strutturali</i>	61
	<i>Proprietà passive di membrana</i>	22	2.3	Meccanismo della contrazione	61
	<i>Basi ioniche</i>	23	2.4	Energetica muscolare	65
1.4	Conduzione dei potenziali di membrana	25	2.5	Sinapsi neuromuscolare e accoppiamento eccitazione-contrazione	65
.1	Propagazione del potenziale elettrotonico	25	.1	Sinapsi neuromuscolare	66
	<i>Periodi refrattari e accomodazione</i>	26	.2	Accoppiamento eccitazione-contrazione	67
.2	Propagazione del potenziale d'azione	28		<i>Contrazione</i>	68
1.5	Classificazione delle fibre nervose e trasmissione sinaptica	29		<i>Rilasciamento</i>	68
.1	Classificazione delle fibre nervose	31	2.6	Tipi di contrazione	71
.2	Trasmissione sinaptica	32	2.7	Prestazione muscolare	72
	<i>Sinapsi elettrica</i>	33	.1	Singola fibra muscolare	72
	<i>Sinapsi chimiche e loro classificazione</i>	33		<i>Determinanti della forza muscolare</i>	72
	<i>Meccanismo d'azione delle sinapsi</i>	35		<i>Determinanti della velocità di accorciamento</i>	76
	<i>Gestione dell'informazione a livello postsinaptico</i>	38	.2	Unità motoria	79
.3	Le sinapsi come base dell'integrazione nervosa	40		<i>Definizione, classificazione e proprietà funzionali</i>	79
	<i>Plasticità sinaptica</i>	41		<i>Controllo della forza muscolare</i>	82
	<i>Neurotrasmettitori</i>	41	.3	Unità muscolo-tendinea	86
1.6	Recettori	41		<i>Architettura muscolare</i>	86
.1	Classificazione	44		<i>Modello meccanico del muscolo</i>	86
.2	Attivazione recettoriale	47		<i>Valutazione della prestazione in vivo</i>	87
1.7	Riflessi spinali	47		<i>Effetti della componente contrattile in vivo</i>	89
.1	Elementi costitutivi dei riflessi	47		<i>Fatica muscolare</i>	90
.2	Classificazione dei riflessi	48		<i>Influenza del momento articolare sulla prestazione</i>	92
	<i>Riflessi propriocettivi</i>	48		<i>Vie di trasmissione della forza</i>	93
	<i>Riflessi esteroceettivi</i>	51		<i>Effetti della componente visco-elastica in vivo</i>	94
.3	Interneuroni spinali	51		<i>Plasticità muscolare</i>	95
.4	Riflesso assonico	52			
.5	Locomozione	53			

3 Anatomia funzionale e organizzazione del sistema nervoso	97		
3.1 Il sistema nervoso come regolatore di funzioni fisiologiche	97		
.1 Caratteristiche generali del sistema di integrazione nervosa	97		
3.2 Organizzazione del sistema nervoso centrale e suoi livelli di integrazione	99		
.1 Midollo spinale	100		
.2 Tronco encefalico e cervelletto	101		
.3 Cervello	101		
<i>Struttura della corteccia cerebrale</i>	102		
<i>Aree della corteccia cerebrale</i>	103		
<i>Connessioni della corteccia cerebrale</i>	104		
<i>Nuclei della base</i>	104		
.4 Diencefalo	104		
3.3 Principi di funzionamento del sistema nervoso centrale	104		
.1 Rappresentazioni nervose	105		
3.4 Metodi di indagine del sistema nervoso centrale	107		
.1 Studi morfologici	107		
.2 Metodi elettrofisiologici	107		
.3 <i>Neuroimaging</i>	107		
<i>Ruolo funzionale del nevrasso</i>	108		
<i>Tomografia assiale computerizzata</i>	108		
<i>Tomografia a emissione di positroni</i>	108		
<i>Risonanza magnetica nucleare</i>	108		
4 Sistema nervoso vegetativo	111		
4.1 Anatomia funzionale	111		
4.2 Sistema nervoso simpatico	112		
.1 Neuroni pregangliari	112		
.2 Convergenza e divergenza nel sistema nervoso simpatico	113		
4.3 Sistema nervoso parasimpatico	114		
4.4 Trasmissione sinaptica nel sistema nervoso vegetativo	117		
.1 Neurotrasmettitori	117		
.2 Recettori del sistema nervoso vegetativo	117		
4.5 Controllo del sistema nervoso vegetativo	118		
.1 Meccanismi centrali di controllo	118		
4.6 Sistema nervoso vegetativo e organi effettori	119		
.1 Cuore	119		
.2 Occhio: il riflesso pupillare alla luce	119		
.3 Ghiandole salivari	120		
.4 Vescica	120		
.5 Ghiandole sudoripare	120		
4.7 Sistema nervoso vegetativo e sistema immunitario	121		
5 Sensibilità somatica e dolore	123		
5.1 Principi di fisiologia sensoriale	123		
.1 Strutture sensoriali	124		
.2 Definizioni e principi	125		
.3 Codificazione delle informazioni	127		
5.2 Meccanismi nervosi della sensibilità somatica	129		
.1 Meccanismi periferici	129		
<i>Recettori</i>	129		
<i>Nervi periferici</i>	135		
<i>Cellule dei gangli delle radici dorsali</i>	136		
.2 Meccanismi pretalamici	137		
<i>Terminazione delle fibre afferenti primarie</i>	137		
<i>Vie spinali ascendenti</i>	138		
.3 Meccanismi talamo-corticali	142		
<i>Sensibilità del territorio oro-facciale</i>	143		
<i>Complesso ventro-posteriore del talamo</i>	143		
<i>Proiezioni talamo-corticali</i>	145		
<i>Aree somestesiche della corteccia cerebrale</i>	146		
<i>Modificabilità delle mappe corticali</i>	148		
5.3 Dolore	148		
.1 Sistema antero-laterale, meccanismi talamo-corticali e dolore	149		
.2 Dolore superficiale e dolore profondo	150		
.3 Dolore riferito	150		
5.4 Controllo discendente della sensibilità somatica e del dolore	151		
<i>Ruolo dei sistemi discendenti: il caso del dolore</i>	152		
.1 Meccanismi endogeni antinocicettivi	153		
6 Organi di senso	157		
6.1 Occhio	157		
.1 Ottica fisiologica	158		
.2 Misura dell'acuità visiva	159		
.3 Struttura e funzione della retina	159		
<i>Fotorecettori</i>	159		
<i>Campi recettivi</i>	161		
.4 Vie visive centrali	163		
.5 Corteccia visiva	165		
<i>Elaborazione extrastriata dei segnali visivi</i>	167		
.6 Riflessi pupillari	168		
<i>Il modello dei canali visivi e l'integrazione visuo-motoria</i>	169		

.7 Movimenti oculari	170	.13 Costruzione centrale dello schema corporeo	200
6.2 Sistema uditivo e apparato vestibolare	171	.14 Movimenti oculari	200
.1 Struttura dell'orecchio	171	<i>Movimenti oculari riflessi</i>	200
.2 Trasduzione delle onde sonore	173	<i>Movimenti oculari volontari</i>	202
.3 Struttura del vestibolo	176	7.6 Cervelletto	203
.4 Trasduzione degli stimoli vestibolari	176	.1 Anatomia funzionale	204
6.3 Sensi del gusto e dell'olfatto	177	.2 Segnali in ingresso e in uscita	205
.1 Gusto	177	.3 Corteccia cerebellare	205
.2 Trasduzione degli stimoli gustativi	178	.4 Attivazione e disattivazione dei muscoli agonisti e antagonisti	207
.3 Olfatto	180	.5 Funzione nell'apprendimento motorio	207
.4 Trasduzione degli stimoli olfattivi	183	.6 Funzione nel controllo del movimento	209
		.7 Visione attuale della funzione cerebellare	209
7 Controllo motorio	185	7.7 Nuclei della base	210
7.1 Relazione tra percezione e azione	185	.1 Funzioni motorie: caratteristiche funzionali del putamen	211
7.2 Integrazione delle informazioni sensoriali con i comandi motori	186	.2 Funzioni cognitive: caratteristiche funzionali del nucleo caudato	212
7.3 Organizzazione del movimento volontario	187		
.1 Movimenti volontari	188	8 Funzioni integrative del sistema nervoso centrale	215
.2 Programma motorio	188	8.1 Sonno e sogni	215
7.4 Organizzazione corticale del movimento	189	.1 Stadi del sonno	216
.1 Corteccia motoria	190	<i>Caratteristiche delle fasi S e D</i>	217
<i>Organizzazione topografica</i>	190	.2 Ipotesi sul sonno	218
<i>Tratto corticospinale</i>	191	.3 Patologie del sonno	219
<i>Connessioni fra tratto corticospinale e motoneuroni</i>	191	.4 Deprivazione di sonno	219
<i>Controllo corticale del movimento</i>	191	8.2 Memoria e apprendimento	220
.2 Aree corticali premotorie, pianificazione motoria e trasformazione sensori-motoria	191	.1 Fasi della memoria	221
<i>Area motoria supplementare</i>	192	.2 Meccanismi della memoria	222
<i>Corteccia premotoria propriamente detta</i>	193	.3 Basi neurobiologiche della memoria e dell'apprendimento	223
<i>Integrazione sensori-motoria</i>	193	.4 Apprendimento associativo o condizionamento (riflessi condizionati)	225
7.5 Controllo del tono muscolare e della postura	193	.5 Biochimica del processo di formazione e reiterazione del ricordo	227
.1 Risposte propriocettive toniche	193	.6 Aspetti cognitivi della memoria	229
.2 Risposte propriocettive dinamiche	195	<i>Definizione e classificazione</i>	229
<i>Meccanismi attivi</i>	195	<i>Sequenze operative</i>	230
.3 Sistema vestibolare	196	.7 Disturbi della memoria	232
.4 Recettori extralabirintici per la percezione della gravità	196	.8 Esercizio fisico e cervello: una storia appena sussurrata	232
.5 Riflessi propriocettivi cervicali	197	<i>Modello tecnico di approccio al superamento di un esame</i>	233
.6 Riflessi posturali complessi	197	8.3 Aree associative e funzioni superiori della corteccia	233
.7 Recettori visivi	197	.1 Lobi frontali	235
.8 Congruità tra segnali vestibolari, visivi e propriocettivi	198	.2 Lobi temporali	236
.9 Risposte posturali anticipatorie	198	.3 Controllo del linguaggio articolato	236
.10 Risposte posturali adattabili	198		
.11 Regolazione posturale antigravitaria globale	199		
.12 Regolazione del centro di gravità	199		

PARTE SECONDA Fisiologia d'organo

9 Sangue	241	
9.1 Funzioni	241	
.1 Omeostasi corporea	241	
.2 Distribuzione del calore	241	
.3 Difesa dagli agenti patogeni	241	
9.2 Caratteristiche generali	242	
.1 Parte liquida	242	
<i>Elettroliti plasmatici</i>	242	
<i>Proteine plasmatiche</i>	243	
<i>Regolazione del pH</i>	244	
<i>Pressione osmotica</i>	245	
.2 Parte corpuscolata	246	
<i>Emopoiesi</i>	246	
<i>Eritropoietina esogena</i>	247	
<i>Striscio di sangue</i>	247	
<i>Esame emocromocitometrico</i>	247	
<i>Anemia da sport</i>	250	
9.3 Emòstasi	251	
.1 Vasocostrizione	251	
.2 Tappo piastrinico	251	
.3 Coagulazione	251	
<i>Formazione del coagulo</i>	251	
<i>Retrazione del coagulo</i>	251	
<i>Processi di riparazione della lesione</i>	252	
.4 Test per la valutazione dell'emòstasi	252	
<i>Integratori idrosalini, massa sanguigna, prestazione sportiva</i>	253	
9.4 Massa sanguigna	253	
9.5 Risposta immunitaria	253	
9.6 Gruppi sanguigni	254	
<i>Sport e immunodepressione</i>	255	
10 Cuore	257	
10.1 Organizzazione anatomica del cuore	257	
10.2 Fisiologia del cuore	258	
.1 Elettrofisiologia della fibrocellula miocardica	259	
<i>Un caso particolare: il potenziale d'azione delle cellule del nodo senoatriale</i>	262	
.2 Accoppiamento eccitazione-contrazione nella cellula miocardica	264	
.3 Meccanica della cellula miocardica	266	
.4 Ciclo cardiaco	268	
<i>Curva pressione-volume dei ventricoli</i>	269	
<i>Toni cardiaci</i>	274	
<i>Diagramma di Wiggers</i>	274	
.5 Energetica cardiaca	274	
.6 Lavoro cardiaco e rendimento del lavoro cardiaco	276	
.7 Gittata cardiaca	277	
<i>Rapporti tra gittata cardiaca e ritorno venoso</i>	278	
10.3 Elettrocardiogramma	278	
10.4 Meccanismi regolatori cardiaci	282	
11 Circolazione	283	
11.1 Modello semplificato del sistema cardiovascolare	283	
.1 Caratteristiche morfologiche e funzionali dei vasi	283	
.2 Rivestimento endoteliale	284	
.3 Cellule muscolari lisce	284	
<i>Rapporto pressione/volume: la compliance</i>	285	
.4 Sangue	285	
<i>Viscosità</i>	285	
<i>Volume</i>	285	
.5 Funzionamento del modello	285	
.6 Capillari	286	
.7 Vene	286	
.8 Regolazione del volume di sangue	286	
.9 Riepilogo	286	
11.2 Principi di emodinamica	287	
.1 Velocità del flusso in un circuito chiuso	287	
.2 Pressione, portata, resistenza	287	
.3 Resistenze in serie e in parallelo	288	
.4 Flusso laminare e turbolento	289	
.5 Tensione, pressione, raggio	290	
11.3 Pressione nella circolazione sistemica	290	
.1 Aorta	290	
.2 Arteriole	291	
.3 Capillari	291	
.4 Pressione pulsatoria	291	
.5 Vene	291	
11.4 Onda sfigmica	291	
11.5 Misura della pressione arteriosa nell'uomo	293	
11.6 Distribuzione della gittata cardiaca	293	
.1 Condizioni basali	294	
.2 Variazioni dalle condizioni basali	294	
11.7 Fisiologia delle vene	295	
11.8 Controllo locale delle resistenze arteriolari	296	

Area della superficie di scambio	346	.1 Bocca	373
Coefficiente di diffusione dei gas	346	.2 Esofago	374
Tempo di transito e volume di sangue esposto sulla superficie di scambio	346	.3 Stomaco	374
4 Perfusion e diffusione limitanti il passaggio dei gas dagli alveoli al sangue	346	.4 Intestino tenue	376
Misura della capacità di diffusione del polmone	347	.5 Intestino crasso	378
12.9 Trasporto dei gas respiratori	347	.6 Pancreas	379
.1 Trasporto dell'ossigeno nel sangue	348	.7 Fegato e vie biliari	380
Ossigeno disciolto nel plasma	348	Metabolismo degli ormoni	381
Curva di dissociazione del sangue per l'ossigeno	348	Metabolismo delle vitamine	381
.2 Trasporto dell'anidride carbonica nel sangue	351	Metabolismo lipidico	381
Anidride carbonica disciolta fisicamente ..	351	Emopoiesi	382
Curva di dissociazione del sangue per l'anidride carbonica	353	Metabolismo proteico	382
.3 Scambi gassosi nei tessuti	353	Pigmenti biliari	382
12.10 Rapporto ventilazione-perfusione (\dot{V}/\dot{Q}) ..	353	Funzione disintossicante	383
.1 Scambi gassosi e pressioni parziali con \dot{V}/\dot{Q} normale	354	14.3 Funzioni digestive e di assorbimento	383
.2 Scambi gassosi e pressioni parziali con \dot{V}/\dot{Q} zero	354	.1 Digestione e assorbimento dei glucidi ..	383
.3 Scambi gassosi e pressioni parziali con \dot{V}/\dot{Q} infinito	355	Assorbimento	385
.4 Rapporto ventilazione-perfusione nel polmone normale	355	.2 Digestione e assorbimento delle proteine	387
		Inibizione della secrezione e della motilità dello stomaco	388
		Assorbimento	388
		.3 Digestione e assorbimento dei grassi ..	389
13 Rene	359	15 Fisiologia della nutrizione	391
13.1 Anatomia funzionale	359	15.1 Regolazione dell'assunzione calorica e del bilancio energetico	392
13.2 Circolazione renale	360	.1 Meccanismi centrali	392
13.3 Composizione dell'urina	361	.2 Meccanismi periferici	392
13.4 Glomerulo renale	362	15.2 Dispendio energetico e tecniche di misura	393
13.5 Tubulo renale	363	.1 Dispendio energetico totale giornaliero ..	394
.1 Riassorbimento tubulare	363	.2 Tecniche di misura	395
Riassorbimento tubulare dell'acqua	365	Calorimetria diretta	395
13.6 Clearance renale	365	Calorimetria indiretta	395
13.7 Ormoni e rene	367	Diario delle attività	396
13.8 Acidificazione dell'urina	368	Monitoraggio della frequenza cardiaca ..	396
13.9 Minzione	368	.3 Stima del dispendio energetico a riposo	397
Attività muscolare e funzione renale	369	.4 Stima del dispendio energetico durante attività fisica	398
14 Apparato digerente	371	15.3 Composizione corporea	399
14.1 Richiami anatomici	371	.1 Massa cellulare metabolicamente attiva	400
14.2 Funzioni motorie e secretorie	373	15.4 Fabbisogno energetico individuale	401
		.1 Nutrienti calorici	401
		Carboidrati	401
		Indice glicemico	403
		Grassi	403
		Proteine	404

<i>Alcol</i>	405
2 Nutrienti acalorici	405
<i>Acqua</i>	405

<i>Differenti consumi alimentari</i>	407
<i>Minerali</i>	409
<i>Vitamine</i>	411

PARTE TERZA

Interazione tra organi e sistemi

16 Sistema endocrino	415	16.5 Ghiandole surrenali	437
16.1 Organizzazione del sistema endocrino	415	.1 Ormoni della corticale del surrene	437
.1 Struttura chimica e classificazioni degli ormoni	416	<i>Mineralcorticoidi</i>	438
.2 Sintesi e secrezione degli ormoni	417	<i>Glucocorticoidi</i>	438
<i>Ormoni di tipo peptidico</i>	417	<i>Androgeni</i>	439
<i>Ormoni con caratteristiche intermedie</i>	417	.2 Ormoni della midollare del surrene	439
<i>Ormoni di tipo steroideo</i>	417	<i>Endocrinologia e doping</i>	440
.3 Trasporto nel sangue e degradazioni degli ormoni	417	16.6 Pancreas endocrino	442
.4 Meccanismi d'azione degli ormoni	418	.1 Organizzazione delle isole pancreatiche	442
.5 Interazioni ormonali	419	.2 Ormoni pancreatici	442
.6 Meccanismi di regolazione degli ormoni	419	<i>Glucagone</i>	443
16.2 Ipotalamo e ipofisi	420	<i>Insulina</i>	444
.1 Adenoipofisi e controllo ipotalamico	421	<i>Curva da carico orale di glucosio</i>	446
.2 Ormoni adenoipofisari e ormoni regolatori ipotalamici	422	<i>Rapporto insulina/glucagone</i>	447
<i>Ormoni adenoipofisari derivati dalla pro-opiomelanocortina</i>	423	<i>Ormoni pancreatici e attività fisica</i>	447
<i>Ormoni adenoipofisari glicoproteici</i>	424	16.7 Gonadi	447
<i>Ormoni somatomammotropi</i>	425	.1 Asse ipotalamo-ipofisi-gonadi	447
.3 Neuroipofisi e rapporti con l'ipotalamo	427	.2 Sintesi e trasporto degli ormoni sessuali steroidei	448
<i>Ormoni della neuroipofisi</i>	427	.3 Sviluppo embrionale e funzione riproduttiva delle gonadi	448
16.3 Tiroide	429	<i>Testicoli e spermatogenesi</i>	451
.1 Unità anatomo-funzionale della tiroide: follicolo tiroideo	429	<i>Secrezione degli ormoni testicolari</i>	453
.2 Ormoni tiroidei: triiodotironina e tetraiodotironina	430	<i>Ovaie e ovogenesi</i>	453
<i>Biosintesi</i>	430	<i>Secrezione degli ormoni ovarici</i>	454
<i>Trasporto</i>	431	<i>Ciclo mestruale</i>	455
<i>Controllo della sintesi e della secrezione</i>	431	<i>Pubertà</i>	455
<i>Iodio: fisiologia, fabbisogno e fonti alimentari</i>	432	<i>Climaterio</i>	456
<i>Azioni</i>	433	16.8 Altri tessuti produttori di ormoni	457
.3 Alterazioni della funzionalità tiroidea	434	.1 Epifisi	457
.4 Azione della calcitonina sul metabolismo del calcio	434	.2 Timo	458
16.4 Paratiroidi	435	.3 Placenta	458
.1 Ormone paratiroideo	435	.4 Cuore	459
<i>Azione sul tessuto osseo</i>	435	17 Controllo nervoso e umorale del sistema cardiocircolatorio	461
<i>Azione sul rene</i>	436	17.1 Regolazione della gittata cardiaca	461
		.1 Regolazione intrinseca	462
		.2 Regolazione estrinseca	462
		17.2 Controllo locale del flusso di sangue	463

.1 Risposta miogena e autoregolazione	463	.1 Regolazione della temperatura	488
.2 Effetti della temperatura e del metabolismo cellulare	464	.2 Modello del corpo umano	489
.3 Ruolo delle cellule endoteliali e degli autacoidi	465	19.2 Termogenesi	489
17.3 Controllo centrale	466	.1 Termogenesi con brivido	490
.1 Regolazione a breve termine: barocettori arteriosi	466	.2 Termogenesi senza brivido	490
.2 Regolazione a lungo termine: recettori atriali e ventricolari	468	19.3 Termodispersione	491
.3 Segnali provenienti da chemocettori e da recettori dolorifici	469	.1 Irraggiamento	491
.4 Centri cardiovascolari bulbari e controllo riflesso	469	.2 Conduzione	491
17.4 Azione del sistema nervoso autonomo su cuore e circolazione	470	.3 Convezione	491
17.5 Integrazione con risposte cortico-ipotalamiche	472	.4 Dispersione di calore	492
<i>Controllo cardiovascolare integrato nella posizione eretta</i>	473	.5 Evaporazione	492
<i>Controllo cardiovascolare durante esercizio fisico</i>	474	19.4 Regolazione ipotalamica della temperatura	493
17.6 Controllo ormonale	476	19.5 Termoregolazione ed esercizio fisico	493
.1 Catecolamine	476	.1 Esercizio in condizioni di <i>comfort</i> termico	494
.2 Sistema renina-angiotensina-aldosterone	476	.2 Esercizio in ambiente freddo	494
<i>Effetti dell'allenamento sul controllo cardiovascolare</i>	477	<i>Ipotermia da esercizio al freddo</i>	495
.3 Peptide natriuretico atriale	477	19.6 Esercizio in ambiente caldo-umido	496
.4 Altri meccanismi di regolazione	478	.1 Effetti dell'esercizio in ambiente caldo-umido sulla massima potenza aerobica	496
17.7 Adattamenti del sistema cardiovascolare a diverse condizioni fisiologiche	478	.2 Funzione cardiovascolare	497
18 Controllo nervoso e umorale del sistema respiratorio ed equilibrio acido-base	479	.3 Liquidi corporei	497
18.1 Regolazione della ventilazione polmonare	479	19.7 Acclimatazione al caldo	498
.1 Regolazione chimica	479	19.8 Disturbi da calore	499
.2 Regolazione nervosa	480	<i>La termoregolazione nel bambino, nell'anziano e nella donna</i>	500
18.2 Regolazione dell'equilibrio acido-base	482	19.9 Misura dello stress termico	501
.1 pH	482	20 Liquidi corporei e bilancio idrosalino	503
<i>Acido lattico e pH</i>	483	20.1 Compartimenti idrici	503
.2 Regolazione renale della concentrazione idrogenionica	484	<i>Unità di misura</i>	504
<i>Azione tampone del sistema bicarbonato/acido carbonico</i>	485	20.2 Composizione dei liquidi corporei	505
19 Termoregolazione	487	.1 Concentrazione dei soluti nei liquidi corporei	505
19.1 Limiti della temperatura corporea nell'uomo	487	.2 Composizione in elettroliti	506
		.3 Composizione in osmoli: l'osmolalità dei liquidi corporei	507
		20.3 Scambi tra compartimenti	508
		.1 Scambi tra liquido extracellulare e intracellulare	508
		.2 Scambi tra plasma e liquido interstiziale	509
		20.4 Bilancio idrosalino	509
		.1 Bilancio dell'acqua	509
		<i>Sudore</i>	510
		.2 Bilancio del sodio	511
		<i>Alterazioni del bilancio idrosalino e scambi tra compartimenti nell'esercizio muscolare intenso</i>	511

PARTE QUARTA
Metabolismo e lavoro muscolare

21	Metabolismo energetico e termodinamica della contrazione muscolare	515		
21.1	Metabolismo energetico	515		
.1	Bilanci energetici	515		
.2	Calorimetria diretta	516		
.3	Calorimetria indiretta	517		
.4	Metabolismo di riposo	520		
	<i>Metabolismo basale</i>	521		
.5	Metabolismo di attività	521		
.6	Valore calorico degli alimenti	521		
.7	Riserve energetiche dell'organismo	526		
	<i>Riserve glucidiche</i>	526		
	<i>Riserve lipidiche</i>	526		
21.2	Biochimica e termodinamica della contrazione muscolare	527		
.1	Sorgenti energetiche della contrazione	527		
.2	Prima legge della termodinamica: il bilancio energetico	529		
.3	Seconda legge della termodinamica	529		
.4	Rendimento	530		
22	Energetica del lavoro muscolare	533		
22.1	Processi ossidativi	533		
22.2	Stato stazionario	534		
.1	Combustibile di scelta nel lavoro muscolare aerobico	534		
.2	Tempo di esaurimento	535		
22.3	Fasi transienti e debito di ossigeno	536		
.1	Fonti energetiche del debito di ossigeno	536		
22.4	Massimo consumo di ossigeno	537		
.1	Variazioni interindividuali	537		
22.5	Modificazioni respiratorie e cardiocircolatorie durante lavoro muscolare	538		
	<i>Fattori limitanti</i>	539		
22.6	Meccanismo lattacido	543		
	.1 Lattato ematico negli esercizi sottomassimali	544		
	.2 Lattato ematico negli esercizi sopramassimali	546		
22.7	Fonti energetiche anaerobiche alattacide	546		
22.8	Conclusioni	548		
23	Energetica e biomeccanica della locomozione umana	551		
23.1	Velocità massima	551		
23.2	Locomozione su terra	552		
.1	Marcia e corsa	554		
.2	Ciclismo	555		
23.3	Locomozione in acqua	556		
.1	Nuoto	557		
.2	Voga	557		
	<i>Biomeccanica della locomozione su terra</i>	558		
	Appendice	563		
	<i>Grandezze fondamentali del Sistema Internazionale (SI)</i>	563		
	<i>Multipli e sottomultipli delle unità (SI)</i>	563		
	<i>Grandezze derivate del Sistema Internazionale (SI)</i>	564		
	<i>Costanti fisiche fondamentali</i>	565		
	<i>Fattori di conversione di unità di misura non SI</i>	566		
	Glossario	567		
	Indice analitico	573		