

Indice del volume 2

Sezione II

SISTEMA ENDOCRINO

40 Principi generali di fisiologia endocrina . 3

A. Colantuoni

(con la partecipazione di F. Santangelo)

40.1 Ormoni	4
.1 Classificazione	4
.2 Biosintesi	6
.3 Secrezione	6
.4 Trasporto ematico	7
.5 Meccanismo d'azione	8
Legame ormone-recettore	8
Recettori di membrana	8
Recettori intracellulari	14
.6 Catabolismo	16
40.2 Regolazione della secrezione ormonale . .	16
.1 Secrezione circadiana degli ormoni . .	17
Concetti chiave	18
Lecture consigliate	19

<i>Riquadro 40.1</i> Cenni storici sul sistema endocrino e sugli ormoni	5
<i>Riquadro 40.2</i> Prostaglandine	9
<i>Riquadro 40.3</i> Determinazione della concentrazione ematica degli ormoni . .	10

41 Asse ipotalamoipofisario e regolazione delle funzioni endocrine 21

A. Colantuoni

(con la partecipazione di F. Santangelo)

41.1 Anatomia funzionale	21
.1 Ipotalamo	21
Cellule neuroendocrine	22
.2 Sistema portale ipotalamoipofisario . .	23
.3 Ipofisi	23
41.2 Asse ipotalamo-ipofisi-tiroide	24
.1 Biosintesi degli ormoni tiroidei	24
Ioduro	25
Iodotirosine e tironine	26
Secrezione	26
.2 Trasporto ematico	28
.3 Interazioni con le cellule bersaglio . .	28
.4 Catabolismo	29
.5 Effetti biologici	29
Attivazione del metabolismo cellulare .	30
Aumento della termogenesi	30
Maturazione dei tessuti	30

Effetti sul muscolo cardiaco	30
Altri effetti	30
.6 Meccanismo d'azione	31
.7 Regolazione della secrezione	32
41.3 Asse ipotalamo-ipofisi-surrene	33
.1 Caratteristiche biochimiche	33
.2 Glicocorticoidi e mineralcorticoidi . .	34
Biosintesi, trasporto e catabolismo . .	34
Effetti biologici	35
Meccanismo d'azione	41
41.4 Asse ipotalamoipofisario e regolazione della prolattina	42
.1 Biosintesi	42
.2 Effetti biologici	43
.3 Meccanismo d'azione	43
.4 Regolazione della secrezione	44
41.5 Ormoni neuroipofisari	45
.1 Biosintesi e secrezione	45
.2 Vasopressina	45
Effetti biologici	45
Meccanismo d'azione	46
Regolazione della secrezione	47
.3 Ossitocina: effetti biologici e meccanismo d'azione	48
Contrazione del miometrio uterino . .	48
Eiezione del latte	48
Effetti comportamentali	49
Altri effetti	49
Concetti chiave	49
Lecture consigliate	50

<i>Riquadro 41.1</i> La lunga storia della scoperta della tiroxina	27
<i>Riquadro 41.2</i> Ipertiroidismo e ipotiroidismo: variazioni indotte dagli ormoni tiroidei	31
<i>Riquadro 41.3</i> Sindrome di Cushing	37
<i>Riquadro 41.4</i> Iperaldosteronismo	41
<i>Riquadro 41.5</i> Insufficienza surrenalica	42

42 Regolazione endocrina della crescita e dello sviluppo 51

A. Colantuoni

(con la partecipazione di F. Santangelo)

42.1 Regolazione della crescita	51
42.2 Ormone della crescita	53
.1 Biosintesi e catabolismo	53
.2 Effetti biologici	53
Effetti diretti	54
Effetti indiretti	55

.3 Meccanismo d'azione	56
.4 Regolazione della secrezione	57
Concetti chiave	61
Lecture consigliate	61
<i>Riquadro 42.1</i> Bassa statura	56
<i>Riquadro 42.2</i> Nanismo ipofisario	57
<i>Riquadro 42.3</i> Pierre Marie e l'acromegalia	58

Sezione III

SANGUE E SISTEMA CARDIOVASCOLARE

43 Sangue ed emostasi 65

P. d'Ascanio

(con la partecipazione di U. Faraguna)

43.1 Sangue	65
.1 Funzioni del sangue	65
.2 Caratteristiche del sangue	66
Volemia	66
Peso specifico	67
Viscosità	67
Pressione osmotica e oncotica	67
pH	67
.3 Plasma	67
Proteine	67
Enzimi	68
Elettroliti	69
Lipidi	70
Glicidi	70
Azoto	70
.4 Globuli rossi	70
Resistenza globulare	71
Metabolismo eritrocitario	73
.5 Gruppo sanguigno e fattore Rh	73
.6 Emopoiesi	73
Eritropoiesi	75
.7 Emocateresi	77
.8 Globuli bianchi	79
Funzioni	79
Granulociti	80
Cellule linfoidi	81
43.2 Emostasi	83
.1 Fase vascolare	83
.2 Fase piastrinica	85
Caratteristiche delle piastrine	85
Ruolo dell'endotelio e risposta piastrinica	85
.3 Fase coagulativa	91
Fattori della coagulazione	91
Meccanismi della coagulazione	91
Controllo della coagulazione	98
.4 Fase fibrinolitica	99
.5 Bilancia emostatica endoteliale	100
Attività antitrombotiche	100
Attività protrombotiche	101

Concetti chiave	102
Lecture consigliate	102

<i>Riquadro 43.1</i> Come si misura l'ematocrito?	66
<i>Riquadro 43.2</i> Deficit enzimatici del metabolismo eritrocitario: il favismo	72
<i>Riquadro 43.3</i> Uso del sangue e degli emocomponenti e trasfusione autologa	74
<i>Riquadro 43.4</i> L'anemia	76
<i>Riquadro 43.5</i> Indici biochimici del ferro nell'organismo	78
<i>Riquadro 43.6</i> Bilancio omeostatico dei livelli marziali	79
<i>Riquadro 43.7</i> Alterazioni dell'emostasi	84
<i>Riquadro 43.8</i> Anticoagulanti	94

44 Attività elettrica del cuore 103

R. Fesce

44.1 Attività elettrica delle cellule cardiache	103
.1 Potenziale d'azione delle cellule cardiache	104
Fasi del potenziale d'azione	104
Refrattarietà	105
.2 Velocità di conduzione nelle fibre cardiache	110
44.2 Proprietà fondamentali dell'attività cardiaca e loro regolazione	111
.1 Cronotropismo	111
.2 Batmotropismo	114
.3 Dromotropismo	114
.4 Inotropismo	114
44.3 Attività elettrica dei diversi tipi di cellule cardiache	115
44.4 Elettrocardiogramma	115
.1 Percorso dell'onda di variazione del potenziale	119
44.5 Fattori fisiologici e patologici che influenzano l'attività elettrica cardiaca	120
.1 Modulazione nervosa	120
Stimolazione dei recettori adrenergici	123
Stimolazione dei recettori muscarinici	126
Stimolazione del nervo vago	126
.2 Attività automatica fuori dal nodo senoatriale	126
.3 Condizioni per l'instaurarsi di un'aritmia sostenuta	128
.4 Meccanismi di rientro	129
.5 Fibrillazione	131
Fibrillazione atriale	131
Fibrillazione ventricolare	131
Concetti chiave	132
Lecture consigliate	134

<i>Riquadro 44.1</i> Correnti ioniche durante il potenziale d'azione cardiaco	106
<i>Riquadro 44.2</i> Variabilità del ciclo cardiaco	113
<i>Riquadro 44.3</i> L'elettrofisiologia cardiaca e l'elettrocardiogramma	118
<i>Riquadro 44.4</i> Modalità di registrazione dell'elettrocardiogramma	121
<i>Riquadro 44.5</i> L'asse cardiaco	122
<i>Riquadro 44.6</i> Informazioni fornite dall'elettrocardiogramma	124
<i>Riquadro 44.7</i> Elettrocardiogramma e ischemia miocardica	127
<i>Riquadro 44.8</i> Aritmie legate all'infarto del miocardio.	129
<i>Riquadro 44.9</i> Tachicardia parossistica sopraventricolare	130
45 Attività meccanica del cuore.	135
<i>A. Colantuoni</i>	
45.1 Ciclo cardiaco	135
.1 Fasi del ciclo cardiaco	136
Diastole.	137
Presistole.	138
Sistole	138
.2 Contrattilità e lavoro del cuore durante il ciclo cardiaco	140
Rapporto pressione-volume	140
Lavoro del cuore	141
Indici di contrattilità cardiaca.	144
45.2 Toni cardiaci	147
45.3 Polsi arterioso e venoso	148
.1 Polso arterioso.	148
.2 Polso venoso	148
45.4 Gittata cardiaca e sua regolazione	149
.1 Misurazione della gittata cardiaca.	149
.2 Regolazione della gittata cardiaca.	150
Gittata sistolica.	151
Frequenza cardiaca	155
45.5 Metabolismo cardiaco	159
Concetti chiave.	163
Lecture consigliate.	164
<i>Riquadro 45.1</i> Tensione e stress di parete	139
<i>Riquadro 45.2</i> Contrazione isovolumetrica	142
<i>Riquadro 45.3</i> Scompenso cardiaco: distensione ventricolare contro tensione di parete.	143
<i>Riquadro 45.4</i> Ecocardiografia.	145
<i>Riquadro 45.5</i> Ritmi di galoppo	148
<i>Riquadro 45.6</i> Un modello semplificato per il sistema cardiovascolare.	151
<i>Riquadro 45.7</i> Cuore trapiantato	158
<i>Riquadro 45.8</i> Tecniche di studio della funzione cardiaca <i>in vivo</i>	160

46 Circolazione sistemica: principi di emodinamica e proprietà fisiche del sistema arterioso	165
<i>R. Burattini</i>	
46.1 Introduzione all'emodinamica	165
46.2 Modelli grafici della circolazione sistemica	168
46.3 Resistenza vascolare.	172
.1 Resistenza periferica totale come carico del ventricolo sinistro	175
.2 Limiti del modello resistivo	176
46.4 Proprietà viscoelastiche delle pareti dei vasi sanguigni.	178
.1 Caratterizzazione dell'elasticità	179
.2 Tensione e deformazione nella parete di un vaso sanguigno.	180
Tensione di parete e pressione trasmurale nelle arterie	183
.3 <i>Compliance</i> vascolare	185
<i>Compliance</i> distribuita.	186
.4 Viscoelasticità	186
Modelli della viscoelasticità	187
46.5 Modello <i>windkessel</i>	188
.1 Limiti del modello <i>windkessel</i> : modelli a tre elementi.	190
46.6 Morfologia dei polsi di pressione e flusso nelle arterie.	195
Concetti chiave.	197
Lecture consigliate.	198
<i>Riquadro 46.1</i> Equazione di Bernoulli.	171
<i>Riquadro 46.2</i> Viscosità.	172
<i>Riquadro 46.3</i> Resistenza di arterie centrali e periferiche.	174
<i>Riquadro 46.4</i> Resistenze in serie e in parallelo	175
<i>Riquadro 46.5</i> Calcolo dei valori medi di pressione e flusso arteriosi.	176
<i>Riquadro 46.6</i> Analogia fra fenomeni fisici di diversa natura	178
<i>Riquadro 46.7</i> Forza e tensione	181
<i>Riquadro 46.8</i> Stima della <i>compliance</i> arteriosa totale dal decadimento diastolico della pressione	191
<i>Riquadro 46.9</i> Analisi di Fourier dei polsi di pressione e flusso: impedenza aortica	193
47 Circolazione sistemica: microcircolazione, sistemi venoso e linfatico ed emoreologia.	199
<i>A. Colantuoni</i>	
47.1 Microcircolazione	199
.1 Organizzazione morfofunzionale	200
Cellule endoteliali.	202
.2 Scambi microvascolari	204

50 Meccanica respiratoria	279		
<i>G. Ferretti, C. Capelli</i>			
50.1 Statica del sistema toracopolmonare	282		
.1 Volumi polmonari	282		
.2 Pressioni polmonari	287		
.3 Curve pressione-volume statiche	288		
Polmone	288		
Torace	288		
Sistema toracopolmonare	289		
.4 Volume al punto di equilibrio del sistema toracopolmonare	291		
.5 Compliance del sistema toracopolmonare	292		
.6 Effetti dell'elasticità polmonare	292		
.7 Concetto di restrizione	293		
.8 Effetti della contrazione dei muscoli respiratori	293		
.9 Lavoro contro le forze elastiche	294		
.10 Effetto della tensione superficiale e isteresi polmonare	295		
Pressione di apertura e reclutamento alveolare	296		
Legge di Laplace	297		
Azione del surfattante polmonare	298		
50.2 Dinamica del sistema toracopolmonare	300		
.1 Flussi d'aria nelle vie aeree	300		
.2 Resistenza delle vie aeree al flusso d'aria	304		
.3 Dinamica del ciclo respiratorio	305		
Lavoro nel corso di un ciclo respiratorio	308		
Effetti del volume polmonare sulla resistenza delle vie aeree	309		
.4 Espirazione forzata e spirometria dinamica	310		
.5 Curve flusso-volume	311		
.6 Curve flusso-pressione	312		
Compressione dinamica dei bronchi	313		
Concetti chiave	315		
Lecture consigliate	316		
<i>Riquadro 50.1</i> Risposte di un sistema meccanico a un'azione 280			
<i>Riquadro 50.2</i> Spirometro 283			
<i>Riquadro 50.3</i> Misura dei volumi polmonari non mobilizzabili 284			
<i>Riquadro 50.4</i> Tensione superficiale ed elasticità parietale in una singola bolla 299			
<i>Riquadro 50.5</i> Surfattante polmonare 301			
51 Scambi gassosi	317		
<i>G. Ferretti, C. Capelli</i>			
51.1 Ventilazione	317		
.1 Flussi di ossigeno e di anidride carbonica	318		
.2 Quoziente respiratorio e gas alveolari	319		
.3 Respirazione in ossigeno puro e correzione per l'azoto	322		
.4 Ventilazione alveolare e pressione parziale di anidride carbonica	325		
.5 Iperventilazione, ipoventilazione e diagramma O ₂ -CO ₂	326		
.6 Effetto di variazioni della pressione parziale di ossigeno nell'aria inspirata	328		
51.2 Diffusione a livello alveolare	329		
.1 Diffusione	329		
.2 Capacità di diffusione	331		
.3 Diffusione di gas inerti	332		
51.3 Circolazione polmonare	336		
.1 Controllo attivo della resistenza vascolare polmonare	338		
.2 Effetto del volume polmonare sulla resistenza vascolare	340		
.3 Idrodinamica polmonare	341		
51.4 Flusso di ossigeno nel sangue arterioso	342		
.1 Trasporto dell'ossigeno da parte dell'emoglobina	345		
Fattori che influenzano il legame tra ossigeno ed emoglobina	347		
51.5 Trasporto dell'anidride carbonica	349		
.1 Curva di dissociazione dell'anidride carbonica	350		
.2 Effetto del monossido di carbonio	351		
51.6 Equazione dei gas ematici	352		
51.7 Respirazione tissutale	353		
.1 Cilindro di Krogh	354		
51.8 Respirazione placentare	356		
51.9 Conclusioni	359		
Concetti chiave	359		
Lecture consigliate	360		
<i>Riquadro 51.1</i> Misura dello spazio morto 318			
<i>Riquadro 51.2</i> Sviluppo della forma completa dell'equazione dei gas alveolari 321			
<i>Riquadro 51.3</i> Una rivoluzione in fisiologia respiratoria 323			
<i>Riquadro 51.4</i> Legge di Graham 330			
<i>Riquadro 51.5</i> Interazione tra diffusione e perfusione nel trasferimento alveolocapillare 333			
<i>Riquadro 51.6</i> Fisiologia molecolare dell'emoglobina 343			
<i>Riquadro 51.7</i> Modello di Hill 348			
<i>Riquadro 51.8</i> La scuola italiana di fisiologia respiratoria: Angelo Mosso e Rodolfo Margaria 357			
52 Rapporto ventilazione-perfusione	361		
<i>G. Ferretti, C. Capelli</i>			
52.1 Cause dell'eterogeneità della distribuzione	361		
.1 Distribuzione della ventilazione	361		

.2 Zone emodinamiche del polmone . . .	362
.3 Distribuzione del rapporto ventilazione-perfusione	363
52.2 Rapporto ventilazione-perfusione e diagramma O ₂ -CO ₂	365
.1 Aria alveolare media	367
.2 Concetto di aria ideale	368
.3 Genesi del gradiente alveoloarterioso per l'ossigeno	369
52.3 Effetti di una maggiore eterogeneità di distribuzione	371
.1 Ipossiemia e iperventilazione	372
.2 Effetto <i>shunt</i>	373
.3 Aumento dello spazio morto fisiologico	376
.4 Gasometria arteriosa	376
.5 Gradiente alveoloarterioso per l'azoto	376
.6 Non solo una questione di peso	378
52.4 Conclusioni	380
Concetti chiave	380
Lecture consigliate	380

Riquadro 52.1 Analisi quantitativa dello *shunt* 374

Riquadro 52.2 Esempi di gasometria arteriosa 377

53 Controllo chimico e nervoso della respirazione 381

F. Bongianini

53.1 Meccanismi nervosi centrali	381
.1 Fasi della respirazione	383
.2 Organizzazione dei neuroni respiratori	383
Neuroni bulbari	384
Neuroni pontini	387
.3 Ritmogenesi respiratoria	388
.4 Controllo volontario della respirazione	388
53.2 Controllo chimico della respirazione	389
.1 Chemiocettori periferici	389
.2 Chemiocettori centrali	391
.3 Risposte ventilatorie all'ipossia, all'ipocapnia e all'ipercapnia	392
53.3 Recettori delle vie aeree profonde e dei polmoni	394
.1 Recettori a lento adattamento	394
.2 Recettori a rapido adattamento	397
.3 Terminazioni delle fibre C	397
.4 Meccanismo della tosse	398
53.4 Recettori delle prime vie aeree	399
.1 Naso	400
.2 Faringe	400
.3 Laringe	400
53.5 Vari tipi di influenze sulla respirazione	401

Concetti chiave	404
Lecture consigliate	405

Riquadro 53.1 Dov'è generato il ritmo respiratorio? 387

Riquadro 53.2 *Pattern* respiratorio 394

Riquadro 53.3 Anomalie del controllo respiratorio 403

Sezione V

SISTEMA GASTROINTESTINALE E NUTRIZIONE UMANA

54 Fisiologia della nutrizione 409

R. Giuffrida

54.1 Alimenti	410
54.2 Metabolismo energetico	410
.1 Restituzione dell'energia sotto forma di calore	410
.2 Bilancio energetico	413
Riserva energetica	413
Fluttuazioni del bilancio energetico	413
54.3 Determinazione del fabbisogno energetico	413
.1 Valore energetico degli alimenti	414
.2 Misurazione del dispendio energetico	415
Calorimetria diretta	415
Calorimetria indiretta	416
.3 Metabolismo basale	419
Misurazione del metabolismo basale	420
Variazioni del metabolismo basale	421
.4 Fabbisogno energetico complessivo	422
Calcolo del fabbisogno calorico giornaliero	422
54.4 Razione alimentare	423
.1 Fabbisogno proteico	423
.2 Fabbisogno lipidico	425
.3 Fabbisogno glicidico	425
Fibra alimentare	426
Bevande	426
Sostanze edulcoranti	427
.4 Vitamine	427
Vitamine liposolubili	427
Vitamine idrosolubili	428
.5 Minerali	430
Minerali principali	430
Oligoelementi	430
.6 Acqua	431
54.5 Meccanismi della fame e della sazietà	431
.1 Meccanismi centrali	432
.2 Meccanismi periferici	434
Meccanismi di regolazione a breve termine	434
Meccanismi di regolazione a lungo termine	435

.3 Altri fattori che influenzano il comportamento alimentare	436	.4 Innervazione estrinseca	461
Concetti chiave	437	Efferenze parasimpatiche	461
Lecture consigliate	438	Efferenze simpatiche	461
<i>Riquadro 54.1</i> Santorio Santorio e la stadera medica	411	.5 Funzioni motorie	461
<i>Riquadro 54.2</i> Metabolimetro	417	Tipi di motilità	462
<i>Riquadro 54.3</i> Metabolismo energetico	419	.6 Ileo fisiologico	464
<i>Riquadro 54.4</i> Il digiuno: definizione e conseguenze	424	.7 Sfinteri	465
<i>Riquadro 54.5</i> Il sistema centrale della melanocortina	432	56.2 Masticazione e deglutizione	466
55 Sistema nervoso enterico	439	56.3 Motilità esofagea	468
<i>C. Sternini, R. De Giorgio</i>		56.4 Motilità gastrica	469
55.1 Evoluzione del concetto di sistema nervoso enterico	439	.1 Serbatoio gastrico	469
55.2 Organizzazione generale del sistema nervoso enterico	440	Modulazione nervosa	470
.1 Plessi	440	Rilasciamento	470
Plessi gangliari	441	.2 Pompa antrale	471
Plessi agangliari	441	Potenziali d'azione	471
.2 Glia enterica	441	Contrazione ad anello	471
.3 Neuroni enterici	442	Potenziali d'azione nell'antro terminale e nel piloro	472
Classificazione morfologica	442	.3 Svuotamento gastrico	472
Classificazione funzionale	443	Velocità di svuotamento	473
Distribuzione percentuale dei neuroni	449	56.5 Motilità dell'intestino tenue	474
55.3 Meccanismi di trasmissione neuronale	450	.1 Organizzazione morfofunzionale dell'intestino tenue	474
.1 Codice chimico	451	.2 Tipi di motilità	474
.2 Trasmissione plurichimica	451	Motilità interdigestiva e complesso motorio migrante	474
Peristalsi	451	Motilità digestiva e movimenti di segmentazione	476
Equilibrio tra assorbimento e secrezione d'acqua ed elettroliti	452	Propulsione e movimenti di massa	477
55.4 Recettori di neurotrasmettitori e neuromodulatori	453	56.6 Motilità dell'intestino crasso	477
55.5 Trasmissione chemiosensoriale	454	.1 Organizzazione morfofunzionale dell'intestino crasso	478
Concetti chiave	456	Cieco e colon ascendente	478
Lecture consigliate	456	Colon trasverso e colon discendente	478
<i>Riquadro 55.1</i> Cenni storici sul sistema nervoso enterico	440	Regione rettosigmoidea e canale anale	479
<i>Riquadro 55.2</i> Neuropatologia del sistema nervoso enterico	448	.2 Defecazione	480
56 Motilità del sistema gastrointestinale	457	Concetti chiave	481
<i>V. Ricci</i>		Lecture consigliate	482
56.1 Attività muscolare	457	<i>Riquadro 56.1</i> Malattia da reflusso gastroesofageo	465
.1 Modulazione nervosa	457	57 Secrezioni del sistema gastrointestinale	483
.2 Contrazione e rilasciamento	458	<i>V. Ricci</i>	
.3 Onde elettriche lente	458	57.1 Secrezione salivare	483
Meccanismi molecolari delle onde elettriche lente	459	.1 Organizzazione morfofunzionale	483
Frequenza	460	Apporto ematico	484
.4 Innervazione estrinseca	461	Innervazione	484
Efferenze parasimpatiche	461	.2 Funzioni della saliva	485
Efferenze simpatiche	461	Lubrificazione	485
.5 Funzioni motorie	461	Protezione	486
Tipi di motilità	462	Digestione	486
.6 Ileo fisiologico	464	.3 Composizione della saliva	486
.7 Sfinteri	465	Acqua ed elettroliti	486
56.2 Masticazione e deglutizione	466	Composti organici	489
56.3 Motilità esofagea	468		
56.4 Motilità gastrica	469		
.1 Serbatoio gastrico	469		
Modulazione nervosa	470		
Rilasciamento	470		
.2 Pompa antrale	471		
Potenziali d'azione	471		
Contrazione ad anello	471		
Potenziali d'azione nell'antro terminale e nel piloro	472		
.3 Svuotamento gastrico	472		
Velocità di svuotamento	473		
56.5 Motilità dell'intestino tenue	474		
.1 Organizzazione morfofunzionale dell'intestino tenue	474		
.2 Tipi di motilità	474		
Motilità interdigestiva e complesso motorio migrante	474		
Motilità digestiva e movimenti di segmentazione	476		
Propulsione e movimenti di massa	477		
56.6 Motilità dell'intestino crasso	477		
.1 Organizzazione morfofunzionale dell'intestino crasso	478		
Cieco e colon ascendente	478		
Colon trasverso e colon discendente	478		
Regione rettosigmoidea e canale anale	479		
.2 Defecazione	480		
Concetti chiave	481		
Lecture consigliate	482		

.4	Regolazione della secrezione salivare .	489			
	Ruolo del sistema nervoso autonomo .	489			
	Modulazione della secrezione	491			
57.2	Secrezione gastrica	491			
	.1 Organizzazione morfofunzionale . . .	491			
	.2 Tipi cellulari	492			
	Cellule parietali	492			
	Cellule mucose	495			
	Cellule principali	495			
	Cellule endocrine	495			
	.3 Secrezione di acido	495			
	.4 Barriera mucosale gastrica	496			
	.5 Elettroliti del succo gastrico	498			
	Variazioni del contenuto ionico e modello a due componenti	498			
	.6 Regolazione della secrezione acida . .	499			
	Fattori stimolanti	499			
	Fasi della stimolazione	499			
	Inibizione della secrezione	502			
	.7 Pepsina	504			
	.8 Lipasi gastrica	505			
	.9 Muco	505			
	.10 Fattore intrinseco	506			
57.3	Secrezione pancreatica	506			
	.1 Organizzazione morfofunzionale . . .	506			
	Innervazione	507			
	.2 Secrezione della componente acquosa	507			
	.3 Secrezione della componente proteica	508			
	.4 Regolazione della secrezione pancreatica	509			
	Fasi della stimolazione	509			
	.5 Risposta al pasto	513			
57.4	Secrezione biliare	513			
	.1 Organizzazione morfofunzionale . . .	514			
	.2 Composizione della bile	515			
	Acidi biliari	515			
	Fosfolipidi	516			
	Colesterolo	517			
	Pigmenti biliari	517			
	Ioni inorganici	517			
	.3 Produzione della bile	518			
	Secrezione di acidi biliari	518			
	Secrezione di fosfolipidi e colesterolo	521			
	Secrezione di pigmenti biliari	521			
	Secrezione biliare totale	521			
	.4 Trasporto e immagazzinamento della bile	523			
	Trasformazione in bile cistica	523			
	.5 Contrazione della colecisti e liberazione della bile nel duodeno . .	524			
	Sostanze colagoghe	525			
57.5	Secrezione intestinale	525			
	.1 Secrezione dell'intestino tenue	525			
	Ghiandole di Brunner	525			
	Cripte di Lieberkühn	526			
	.2 Secrezione dell'intestino crasso	526			
	Concetti chiave	526			
	Lecture consigliate	528			
	<i>Riquadro 57.1</i> Fisiopatologia della secrezione salivare	490			
	<i>Riquadro 57.2</i> Ulcera peptica e <i>Helicobacter pylori</i>	493			
	<i>Riquadro 57.3</i> Danno gastrointestinale da farmaci antinfiammatori non steroidei	498			
	<i>Riquadro 57.4</i> Pavlov e la regolazione vagale della secrezione gastrica	503			
	<i>Riquadro 57.5</i> Bayliss e Starling e la scoperta della secretina	511			
	<i>Riquadro 57.6</i> Litiasi biliare	517			
	58 Digestione e assorbimento	529			
	<i>V. Ricci</i>				
	58.1 Organizzazione morfofunzionale	529			
	.1 Intestino tenue	529			
	Tipi cellulari	530			
	.2 Intestino crasso	530			
	58.2 Meccanismi della digestione e dell'assorbimento	530			
	.1 Processi di trasporto	532			
	58.3 Digestione e assorbimento dei carboidrati	535			
	.1 Digestione intraluminale	535			
	α -amilasi salivare	536			
	α -amilasi pancreatica	536			
	.2 Digestione sulla membrana microvillare	537			
	.3 Trasporto transepiteliale	538			
	Assorbimento di glucosio e galattosio	538			
	Assorbimento di fruttosio	538			
	58.4 Digestione e assorbimento delle proteine	539			
	.1 Digestione intraluminale	539			
	Proteasi gastriche	539			
	Proteasi pancreatiche	540			
	.2 Digestione sulla membrana microvillare e nel citoplasma	541			
	.3 Trasporto transepiteliale di peptidi e aminoacidi	542			
	Assorbimento di di- e tripeptidi	542			
	Assorbimento di aminoacidi	543			
	58.5 Digestione e assorbimento dei lipidi	544			
	.1 Digestione dei trigliceridi	545			
	Emulsione dei lipidi alimentari	545			
	Attività lipasica intestinale	546			
	Formazione delle micelle miste	547			
	.2 Digestione di fosfolipidi ed esteri del colesterolo	548			

.3 Attraversamento della membrana microvillare	548
.4 Fasi intracellulari dell'assorbimento	549
.5 Uscita dall'enterocito	550
58.6 Digestione e assorbimento delle vitamine	551
.1 Vitamine idrosolubili	551
Acido ascorbico (vitamina C)	551
Acido folico (vitamina B ₉)	551
Cobalamina (vitamina B ₁₂)	552
Meccanismi di assorbimento delle altre vitamine idrosolubili	553
.2 Vitamine liposolubili	554
Vitamina A	554
Vitamina D	555
Vitamina E	555
Vitamina K	555
58.7 Assorbimento degli elettroliti e dell'acqua	556
.1 Flussi bidirezionali di liquido	556
.2 Contenuto ionico del liquido luminale	557
.3 Trasporto del sodio	557
Assorbimento accoppiato di sodio e principi nutritivi	557
Trasporto mediato dal trasportatore <i>sodium/hydrogen exchanger</i>	558
Trasporto accoppiato di sodio e cloro	558
.4 Trasporto del cloro	558
Ruolo del cloro nella secrezione intestinale di liquido	558
.5 Trasporto del potassio	559
.6 Trasporto del bicarbonato	559
.7 Trasporto degli acidi grassi a catena corta	559
.8 Trasporto dell'acqua	560
58.8 Assorbimento dei minerali e degli oligoelementi	561
.1 Calcio	561
Trasporto attivo transcellulare	561
.2 Ferro	562
Assorbimento a livello microvillare	562
Fasi intracellulari dell'assorbimento e uscita dall'enterocito	563
.3 Magnesio	563
.4 Rame	563
Concetti chiave	567
Lecture consigliate	568
<i>Riquadro 58.1</i> Sindromi da malassorbimento	532
<i>Riquadro 58.2</i> Fenomeno dell'adattamento	533
<i>Riquadro 58.3</i> Quando la patologia aiuta a capire la fisiologia: il caso dell'assorbimento della vitamina B ₁₂	554
<i>Riquadro 58.4</i> <i>Si vis pacem, para bellum</i> : l'assorbimento degli antigeni ed elementi di immunologia mucosale	564

59 Fisiologia del fegato	569
<i>V. Ricci</i>	
59.1 Organizzazione morfofunzionale	569
.1 Tipi cellulari	569
.2 Unità funzionale epatica	570
59.2 Funzione metabolica	571
.1 Metabolismo dei carboidrati	572
Gluconeogenesi	572
Glicogenosintesi	572
.2 Metabolismo delle proteine e degli aminoacidi	572
.3 Metabolismo dei lipidi	574
Regolazione della sintesi e del trasporto degli acidi grassi	574
Azioni sul metabolismo delle lipoproteine	574
59.3 Funzione di deposito	575
59.4 Funzione di detossicazione ed escrezione degli xenobiotici	575
.1 Biotrasformazioni	576
.2 Uscita dall'epatocito	576
59.5 Funzione endocrina	577
59.6 Funzione emopoietica	577
Concetti chiave	577
Lecture consigliate	578

Sezione VI COMPARTIMENTI IDRICI E SISTEMA RENALE

60 Introduzione alla funzione renale e al bilancio idrosalino	581
<i>R. Fesce, F. Benfenati</i>	
60.1 Organizzazione morfofunzionale	581
.1 Vascolarizzazione	583
.2 Nefrone	584
60.2 Meccanismi di funzionamento del rene	584
.1 Regolazioni operate dal rene	584
.2 Ruolo del nefrone	585
.3 Ruolo del sodio	585
Sodio e osmolalità	586
60.3 Bilancio dell'acqua corporea	586
60.4 Componenti liquidi corporei	587
.1 Misurazione di volumi	588
.2 Scambi tra compartimenti	588
.3 Composizione dei principali compartimenti liquidi	589
60.5 Ruolo del rene nel bilancio idrosalino	592
.1 Controllo dell'osmolalità dei liquidi extracellulari	592
Produzione d'acqua libera	593
.2 Controllo del volume dei liquidi extracellulari	594
Concetti chiave	597
Lecture consigliate	598

<i>Riquadro 60.1</i> Il rene: un organo misterioso che si svela al microscopio	583	Estrusione d'acqua	621
<i>Riquadro 60.2</i> I movimenti ionici nel tubulo renale	586	Riassorbimento paracellulare di cloruro di sodio	621
<i>Riquadro 60.3</i> Pressioni osmotica e oncotica: equilibrio di Gibbs-Donnan	590	Variazioni della composizione del fluido tubulare	623
<i>Riquadro 60.4</i> Vescica	595	Secrezione di anioni e cationi organici	624
61 Funzioni glomerulari	599	Riassorbimento di peptidi e piccole proteine	625
<i>R. Fesce, F. Benfenati</i>		Disturbi del riassorbimento tubulare prossimale	625
61.1 Filtrazione	599	.2 Trasporti nell'ansa di Henle	625
.1 Selettività del filtro	599	Porzione discendente: riassorbimento d'acqua	625
61.2 Flussi	601	Porzione ascendente: riassorbimento di elettroliti	625
.1 Velocità di filtrazione	601	.3 Trasporti nel tubulo contorto distale e nel dotto collettore	627
Tono delle arteriole	601	Porzione iniziale del tubulo contorto distale	627
Flusso ematico glomerulare	602	Cellule principali	627
Fattori che modificano la velocità di filtrazione glomerulare	604	Cellule intercalari	627
Autoregolazione della filtrazione	604	Trasporto nel tubulo e dotto collettore	629
.2 Volume urinario	604	62.3 Variazioni della composizione e dell'osmolalità della preurina	629
61.3 Clearance	605	Concetti chiave	630
.1 Clearance di sostanze idrosolubili	605	Lecture consigliate	632
.2 Clearance di sostanze idrosolubili e attivamente secrete nel tubulo	606	<i>Riquadro 62.1</i> Farmaci diuretici	622
.3 Clearance di sostanze riassorbibili	606	63 Regolazione dell'osmolalità	633
.4 Clearance e concentrazione plasmatica	606	<i>R. Fesce, F. Benfenati</i>	
.5 Clearance ed efficienza renale	607	63.1 Organizzazione a flussi controcorrente nel rene	634
Clearance dell'inulina	607	.1 Meccanismo di moltiplicazione per controcorrente	636
Clearance della creatinina	608	Modello di Wirtz e ruolo del trasportatore NKCC	636
.6 Clearance e flusso plasmatico renale	610	Contributo del ricircolo dell'urea al gradiente osmotico	638
Concetti chiave	611	.2 Meccanismo di scambio controcorrente	640
Lecture consigliate	612	63.2 Regolazione del passaggio dell'acqua	642
<i>Riquadro 61.1</i> La velocità di filtrazione glomerulare in singoli nefroni: una scoperta solitaria	602	.1 Ruolo di aquaporine e ormone antidiuretico	642
<i>Riquadro 61.2</i> Cinetiche di eliminazione	607	Regolazione della secrezione di ormone antidiuretico	644
<i>Riquadro 61.3</i> Uso della creatininemia per valutare la velocità di filtrazione glomerulare	609	Efficacia dell'azione dell'ormone antidiuretico	647
<i>Riquadro 61.4</i> Dialisi	610	Valutazione quantitativa del lavoro osmotico del rene	648
62 Funzioni tubulari	613	Concetti chiave	650
<i>R. Fesce, F. Benfenati</i>		Lecture consigliate	650
62.1 Soluti e volume dei liquidi corporei	613	<i>Riquadro 63.1</i> La micropuntura: quando le evidenze sperimentali non si conciliano con la teoria	634
.1 Trasporto del sodio	614		
Pompa sodio-potassio	614		
Fattori limitanti il trasporto di sodio	615		
Sistema renina-angiotensina- aldosterone	616		
62.2 Trasporti tubulari	618		
.1 Trasporti nel tubulo contorto prossimale	620		
Riassorbimento di sodio	620		

<i>Riquadro 63.2</i> Era così semplice... un canale per l'acqua	643
<i>Riquadro 63.3</i> Diabete insipido	644
<i>Riquadro 63.4</i> La regolazione dell'uricemia	648
<i>Riquadro 63.5</i> Sindrome di Bartter	649

64 Regolazione e autoregolazione renale . . . 651

R. Fesce, F. Benfenati

64.1 Controllo dell'emodinamica renale	651
.1 Autoregolazione renale	651
Autoregolazione	653
Diuresi da pressione	653
.2 Controllo nervoso e umorale	654
Vasocostrizione arteriolare	654
Rilasciamento arteriolare	654
64.2 Bilancio sodico e volume del liquido extracellulare	654
.1 Variazioni fisiologiche del bilancio sodico e loro compensazione.	654
Regolazione della natriuresi	655
Concetti chiave.	659
Lecture consigliate.	660

<i>Riquadro 64.1</i> Meccanismi della formazione di edema	657
---	-----

Sezione VII

FUNZIONI OMEOSTATICHE E ADATTATIVE INTEGRATE

I. Fisiologia delle grandi regolazioni integrate

65 Controllo del pH dell'organismo 663

R. Fesce

65.1 Acidi, basi, protoni e pH	663
65.2 Importanza del controllo del pH.	664
.1 Bilancio dei protoni nell'organismo	664
Assorbimento e produzione di equivalenti acidi.	665
Eliminazione di equivalenti acidi	665
65.3 Valori di pH dei liquidi corporei	666
.1 Controllo del pH intracellulare.	666
.2 Controllo del pH nei liquidi extracellulari	667
Sistema tampone anidride carbonica-bicarbonato	667
Azione tampone delle proteine.	668
Bicarbonato e riserva alcalina	668
Caratteristiche generali del sistema tampone anidride carbonica-bicarbonato	669
65.4 Alterazioni dell'equilibrio acido-base.	671
.1 Fattori respiratori e metabolici	672
Acidosi respiratoria.	672

Alcalosi respiratoria	672
Acidosi metabolica	673
Alcalosi metabolica.	673
.2 Risposte compensatorie	674
Meccanismi di compensazione	674
.3 Valutazione degli squilibri acido-base	676
<i>Gap</i> anionico.	677
Eccesso di basi	677
Valutazione clinica	677
Concetti chiave.	677
Lecture consigliate.	678

<i>Riquadro 65.1</i> pH e attività respiratoria	674
---	-----

66 Regolazione della temperatura corporea 679

R. Giuffrida

66.1 Animali pecilotermi e omeotermi	679
66.2 Temperatura corporea nell'uomo	680
.1 Differenze e variazioni fisiologiche della temperatura corporea	681
Gradiente termico fra nucleo e involucro	681
Variazioni circadiane.	682
Variazioni interindividuali	682
66.3 Bilancio termico	683
.1 Termogenesi	683
Termogenesi con brivido	684
Termogenesi senza brivido	684
.2 Termodispersione	685
Irraggiamento	685
Conduzione	686
Convezione	686
Evaporazione	686
.3 Flusso ematico cutaneo.	686
Regolazione nervosa	687
Influenza della temperatura	687
Meccanismo di scambio termico controcorrente	688
.4 Sudorazione	688
Regolazione nervosa.	689
Influenza delle condizioni ambientali.	689
66.4 Meccanismi centrali della termoregolazione.	691
.1 Meccanismi di risposta al caldo	691
.2 Meccanismi di risposta al freddo	691
.3 Risposte comportamentali	692
.4 Regolazione integrata	692
Influenze dei recettori periferici	693
Meccanismi locali.	695
Concetti chiave.	695
Lecture consigliate.	696

<i>Riquadro 66.1</i> Abbassamento della temperatura corporea: l'ipotermia.	683
--	-----

Riquadro 66.2 Termoregolazione durante l'esercizio fisico 690

Riquadro 66.3 Disturbi della termoregolazione: il colpo di calore 693

Riquadro 66.4 Aumento della temperatura corporea: la febbre 694

67 Regolazione endocrina del metabolismo di calcio, fosforo e glucosio 697

A. Colantuoni

(con la partecipazione di F. Santangelo)

67.1 Regolazione del metabolismo del calcio e del fosforo 697

.1 Distribuzione e metabolismo del calcio 697

.2 Distribuzione e metabolismo del fosforo 698

.3 Regolazione dei livelli ematici di calcio e fosforo 699

Vitamina D 699

Paratormone 703

Calcitonina 707

Regolazione integrata del metabolismo del calcio e del fosforo 709

67.2 Regolazione del metabolismo del glucosio 710

.1 Ormoni delle isole di Langerhans 710

Insulina 710

Glucagone 719

Somatostatina 722

Polipeptide pancreatico 722

Interazioni reciproche e complementarietà d'azione degli ormoni pancreatici 723

Concetti chiave 725

Lecture consigliate 726

Riquadro 67.1 Ipo- e iperparatiroidismo 706

Riquadro 67.2 La scoperta dell'insulina 713

Riquadro 67.3 Diabete mellito 718

Riquadro 67.4 Ipoglicemia 723

68 Regolazione della pressione arteriosa 727

A. Federici

68.1 Pressione arteriosa: ruolo di fattori anatomici e fisiologici 727

68.2 Regolazione nervosa della pressione arteriosa 730

.1 Azione delle efferenze del sistema nervoso autonomo 731

.2 Regolazione omeostatica: riflessi 733

Efferenze simpatiche e parasimpatiche e centri troncoencefalici 733

Meccanocettori 734

Riflesso barocettivo 734

Riflesso chemiocettivo 738

Riflessi dolorifici 738

.3 Regolazione comportamentale 738

Schemi particolari di regolazione comportamentale 741

68.3 Pressione arteriosa e regolazione della volemia 742

.1 Sistema renina-angiotensina-aldosterone 742

.2 Ormone antidiuretico 744

.3 Peptide natriuretico atriale 744

.4 Diuresi da pressione 744

Concetti chiave 745

Lecture consigliate 746

Riquadro 68.1 Sincope 742

Riquadro 68.2 Alla ricerca della renina 743

69 Regolazione delle funzioni sessuali e riproduttiva 747

A. Colantuoni

(con la partecipazione di F. Santangelo)

69.1 Ovaie 747

.1 Ormoni ovarici 748

Biosintesi 748

Estrogeni 749

Progestinici 750

Androgeni ovarici 751

.2 Regolazione della funzione ovarica 752

Fasi dell'attività ovarica 752

Meccanismi di *feedback* 753

69.2 Testicolo 754

.1 Ormoni testicolari 755

Biosintesi, trasporto ematico

e catabolismo 755

Effetti biologici 756

Meccanismo d'azione 757

.2 Regolazione della funzione testicolare 757

69.3 Funzione sessuale riproduttiva 758

.1 Pubertà 758

.2 Funzione sessuale 760

Funzione sessuale nel maschio 760

Funzione sessuale nella femmina 761

.3 Gravidanza 761

Ormoni placentari 762

Variazioni ormonali materne

durante la gravidanza 763

.4 Parto 763

.5 Lattazione e allattamento 764

.6 Menopausa 765

Concetti chiave 766

Lecture consigliate 767

Riquadro 69.1 Iperandrogenismo 751

Riquadro 69.2 Amenorrea 753

II. Fisiologia degli adattamenti

70 Fisiologia e biomeccanica

della locomozione 769

A.E. Minetti

70.1 Andature naturali 769

70.2 Forme di locomozione acquisite 770

70.3 Fisiologia e biomeccanica delle andature bipedi 771

.1 Energetica ed economia della locomozione 771

.2 Biomeccanica essenziale delle diverse andature 775

Paradigmi meccanici 776

.3 Efficienza o rendimento della locomozione 777

.4 Fenomeni di ottimizzazione 779

70.4 Prospettive 781

Concetti chiave 781

Lecture consigliate 782

Riquadro 70.1 Economia della marcia negli anziani 772

Riquadro 70.2 Pendenza ottimale della marcia e della corsa 774

Riquadro 70.3 Locomozione a gravità differenti 778

Riquadro 70.4 Consumo ed emissioni di gas 780

71 Fisiologia dell'esercizio fisico:

adattamenti metabolici 783

C. Capelli

71.1 Sorgenti energetiche della contrazione 783

71.2 Processi ossidativi 785

.1 Stato stazionario 785

.2 Substrati energetici di scelta nel lavoro muscolare 786

Lipidi 786

Glucidi 786

Proteine 786

.3 Tempo di esaurimento 786

.4 Fasi transienti e debito di ossigeno 788

Inizio dell'esercizio 788

Termine dell'esercizio 789

.5 Massimo consumo di ossigeno

e massima potenza aerobica 791

Variazioni interindividuali

e determinanti genetici 791

Differenze tra sessi e fasce di età 793

71.3 Meccanismi lattacidi 793

.1 Esercizio sopramassimale ed equivalente energetico del lattato 794

.2 Esercizio sottomassimale 794

Squilibrio fra produzione

ed eliminazione di lattato 796

71.4 Meccanismi alattacidi 800

Concetti chiave 801

Lecture consigliate 802

Riquadro 71.1 Regolazione del consumo di ossigeno mitocondriale nel muscolo scheletrico 790

Riquadro 71.2 La quantificazione dei componenti del debito di ossigeno: il contributo di Rodolfo Margaria 792

Riquadro 71.3 Equivalente energetico del lattato *in vivo* 795

72 Fisiologia dell'esercizio fisico:

adattamenti cardiorespiratori 803

C. Capelli

72.1 Trasporto convettivo dell'ossigeno nell'aria inspirata 803

72.2 Controllo della ventilazione durante l'esercizio 805

.1 Fasi delle modificazioni ventilatorie 807

72.3 Flusso di ossigeno attraverso la barriera alveolocapillare 808

72.4 Trasporto di ossigeno e anidride carbonica

da parte del sistema cardiovascolare 809

.1 Variazioni della gittata cardiaca 809

Frequenza cardiaca 809

Volume d'iezione ventricolare 810

.2 Differenza arterovenosa

della concentrazione di ossigeno 811

.3 Variazioni della pressione arteriosa 813

72.5 Controllo della risposta cardiovascolare all'esercizio 814

72.6 Adattamenti indotti dall'allenamento e dall'inattività 817

.1 Modificazioni del plasma 817

.2 Modificazioni cardiache e muscolari 817

.3 Modificazioni del sistema

ventilatorio 818

Concetti chiave 819

Lecture consigliate 820

Riquadro 72.1 Fisiopatologia del riflesso barocettivo ed esercizio 815

73 Fisiologia dell'esercizio fisico:

adattamenti muscolari 821

R. Bottinelli

73.1 Fibre muscolari scheletriche 821

.1 Isoforme delle proteine miofibrillari 822

.2 Tipi cellulari 822

Proprietà dei tipi cellulari 824

73.2 Eterogeneità e plasticità muscolare 825

.1 Meccanismo qualitativo 828

.2	Meccanismo quantitativo	829	74.3	Immersione con autorespiratori.	854
.3	Architettura muscolare	829	.1	Effetti della compressione dei gas.	854
	Sezione anatomica		.2	Sistema cardiovascolare.	856
	e sezione fisiologica	829	.3	Rapporto ventilazione-perfusione.	857
	Forza sviluppata e forza efficace.	831	.4	Formazione di bolle	857
	Velocità di accorciamento.	831		Concetti chiave.	858
73.3	Modificazioni strutturali e funzionali			Lecture consigliate.	859
	del muscolo scheletrico	831		<i>Riquadro 74.1</i> Edema cerebrale	
.1	Effetti dell'allenamento			ed edema polmonare d'altitudine	843
	all'esercizio fisico.	831		<i>Riquadro 74.2</i> Record ciclistico	
	Effetti sul volume muscolare	832		dell'ora in altitudine.	846
	Effetti sul metabolismo cellulare	832		<i>Riquadro 74.3</i> Haggi Statti e l'ancora	
	Effetti sulla distribuzione			del "Regina Margherita"	853
	dei tipi cellulari	832		<i>Riquadro 74.4</i> Regolazione della pressione	
.2	Effetti della diminuzione			dell'aria negli autorespiratori.	855
	dell'attività motoria.	834		75 Adattamenti all'assenza di gravità	861
	Effetti sul volume muscolare	834		<i>P. d'Ascanio</i>	
	Effetti sulla distribuzione		75.1	Effetti della mancanza	
	dei tipi cellulari	834		della forza di gravità	862
	Concetti chiave.	835	.1	Osso e metabolismo minerale.	863
	Lecture consigliate.	835	.2	Muscolo	865
	<i>Riquadro 73.1</i> Perché le isoforme		.3	Sistema cardiocircolatorio.	866
	della miosina hanno diverse velocità		.4	Sistema polmonare	868
	d'accorciamento?	826	.5	Sistema vestibolare	869
				<i>Space motion sickness</i> o mal di spazio	871
				Relazione tra sistemi vestibolare	
				e cardiovascolare	871
				Compensazione vestibolare.	873
			.6	Sistema immunitario.	874
			.7	Sistema neuroendocrino	874
			.8	Ritmi biologici e ciclo sonno-veglia	874
			75.2	Limiti delle osservazioni fisiologiche	
				in condizioni di microgravità.	876
				Concetti chiave.	876
				Lecture consigliate.	877
				<i>Riquadro 75.1</i> Gravità e microgravità	864
				<i>Riquadro 75.2</i> Navicella Columbia:	
				il primo laboratorio di ricerca biologica	
				nello spazio	873
				<i>Riquadro 75.3</i> Lo sviluppo nello spazio.	875
				76 Fisiologia dell'invecchiamento.	879
				<i>G. Fanò</i>	
			76.1	Teorie e ipotesi sull'origine	
				dell'invecchiamento	882
			76.2	Invecchiamenti specifici nell'uomo	884
			.1	Senescenza e morte cellulare.	885
			.2	Invecchiamento cutaneo	886
			.3	Invecchiamento del sistema	
				cardiovascolare	887
			.4	Invecchiamento del sistema	
				nervoso	888
74	Adattamento all'altitudine				
	e alle profondità marine	837			
	<i>G. Ferretti</i>				
74.1	Adattamento all'altitudine.	837			
.1	Ambiente fisico.	838			
.2	Cascata dell'ossigeno.	839			
.3	Meccanica respiratoria	839			
.4	Risposta ventilatoria all'ipossia	839			
.5	Risposta ventilatoria				
	all'anidride carbonica				
	ed equilibrio acido-base	841			
.6	Funzione cardiovascolare				
	e risposta ematologica.	841			
.7	Massimo consumo d'ossigeno.	842			
.8	Deterioramento muscolare	844			
.9	Paradosso del lattato	845			
.10	Popolazioni residenti in altitudine	847			
74.2	Adattamento alle immersioni				
	in apnea.	847			
.1	Ambiente fisico.	847			
.2	Volumi polmonari.	848			
.3	Composizione dei gas alveolari				
	al termine di apnee a secco.	849			
.4	Energetica delle immersioni profonde				
	in apnea	850			
	<i>Diving response</i>	850			
	Meccanismi di preservazione				
	dell'ossigeno	852			
.5	Massima profondità raggiungibile				
	in apnea	852			

.5 Immunità e infiammazione.	889	<i>Riquadro 76.3</i> Attività fisica come contrasto alla sarcopenia	893
.6 Invecchiamento neuroendocrino.	890		
.7 Invecchiamento del muscolo scheletrico.	892		
76.3 La vecchiezza.	894	RIQUADRI FISIOPATOLOGICI E CLINICI	
Concetti chiave.	894	<i>A. Gabrielli</i>	
Letture consigliate.	894		
<i>Riquadro 76.1</i> Popolazione residente: dati demografici comparativi.	881	Glossario	895
<i>Riquadro 76.2</i> La terapia ormonale: illusione <i>antiaging</i>	891	Indice analitico	905