

Indice del volume 2

Fisiologia della vita vegetativa

SISTEMA ENDOCRINO

35 Principi generali di fisiologia endocrina	1
<i>E. Palma</i>	
35.1 Cenni storici sul sistema endocrino e sugli ormoni	
Struttura e classificazione degli ormoni	4
35.2 Ritmi circadiani e ormoni: la melatonina e la sindrome da jet lag	
Modalità d'azione	4
Biosintesi, secrezione e trasporto	4
Recettori e meccanismi di trasduzione del segnale	7
Meccanismi di regolazione a feedback	8
35.3 Metodi di misurazione degli ormoni	
35.4 Ormoni e assunzione di cibo	
Concetti chiave	11
36 Asse ipotalamoipofisario e regolazione delle funzioni endocrine	13
<i>E. Palma</i>	
Asse ipotalamo-ipofisi-ghiandola tiroide	13
Biosintesi degli ormoni tiroidei	13
Trasporto attivo dello ioduro attraverso la membrana basale	15
Trasporto passivo dello ioduro fino alla membrana apicale	15
Ossidazione dello ioduro a iodio molecolare	15
Organizzazione dello iodio sui residui tirosinici della tireoglobulina	15
Reazione di accoppiamento con formazione di T_3 e T_4	16
Endocitosi e proteolisi della tireoglobulina con liberazione di T_3 e T_4	16
Trasporto degli ormoni tiroidei	16
Effetti biologici degli ormoni tiroidei	16
Metabolismo	17
Maturazione dei tessuti e crescita	17
Sistema cardiovascolare e respiratorio	17
Altri effetti	18

Regolazione della secrezione degli ormoni tiroidei	18
36.1 Iper- e ipotiroidismo	
Asse ipotalamo-ipofisi-ghiandola surrenale	20
Biosintesi degli ormoni surrenalici	20
Glucocorticoidi	21
Regolazione della secrezione dei glucocorticoidi	23
36.2 Gli ormoni dello stress	
Mineralcorticoidi	25
Regolazione della secrezione dell'aldosterone	26
36.3 Ipo- e ipersecrezione della ghiandola surrenale	
Asse ipotalamoipofisario: la prolattina	27
Ormoni della neuroipofisi	28
Ormone antidiuretico	29
Regolazione della secrezione dell'ormone antidiuretico	30
36.4 Ipo- o ipersecrezione di ormone antidiuretico	
Ossitocina	31
Regolazione della secrezione di ossitocina	31
36.5 Ossitocina: l'ormone dell'amore	
Concetti chiave	32
37 Regolazione endocrina dell'accrescimento	35
<i>E. Palma</i>	
37.1 Ormoni della crescita e dello sviluppo	
Ormone della crescita	35
Effetti biologici diretti	35
37.2 Ormone della crescita, sport e doping	
Effetti biologici indiretti	38
Meccanismi d'azione	39
Regolazione della secrezione	39
37.3 Fisiopatologia dell'ormone della crescita	
Concetti chiave	42

SANGUE E SISTEMA CARDIOVASCOLARE	
38 Sangue ed emostasi	43
U. Faraguna	
Funzioni del sangue	43
Struttura e composizione del sangue	43
Colore del sangue	45
Componente corpuscolata	45
Globuli rossi	45
38.1 Alterazioni morfologiche degli eritrociti	
Globuli bianchi	49
Piastrine	50
Plasma: composizione chimica e funzioni fisiologiche	51
Funzioni delle proteine plasmatiche	51
Gruppi sanguigni	53
Sistema ABO	53
Sistema Rh	53
38.2 Incompatibilità materno-fetale	
Trasfusione sanguigna	54
Considerazioni cliniche	54
Bilancio omeostatico del ferro nel sangue	55
Asse epcidina-ferroportina	56
Trasporto del ferro nel sangue	
da parte della transferrina	57
Deposito del ferro nella ferritina	57
Indici biochimici del ferro nell'organismo	57
Emostasi	58
Fase vascolare	59
Fase piastrinica o emostasi primaria	59
Ruolo dell'endotelio e risposta piastrinica	59
38.3 Acido acetilsalicilico	
Fase coagulativa o emostasi secondaria	63
Modello cellulare della coagulazione	
e inizio della cascata coagulativa	64
Via estrinseca	65
Via intrinseca	65
Via comune	66
Meccanismi di regolazione della coagulazione	67
Fibrinolisi: dissoluzione del coagulo	67
38.4 Disturbi dell'emostasi: sanguinamento e trombosi	
Concetti chiave	73
39 Principi generali di fisiologia cardiovascolare	75
C. Ferrantini, B. Colombini	
Funzioni del sistema cardiovascolare	75
Omeostasi del liquido interstiziale	76
Membrana plasmatica	77
Capillari di perfusione tessutale	77
Capillari di interfaccia con l'ambiente esterno	78
Funzione di distribuzione	78
39.1 Vescicole extracellulari e loro distribuzione selettiva	
Relazione struttura-funzione	80
Cuore	80
Vasi	81
Principi di emodinamica ed emoreologia	84
Emodinamica	84
Numero di Reynolds: flusso laminare e flusso turbolento	87
Legge di Hagen-Poiseuille: determinanti della resistenza vascolare	88
Teorema di Bernoulli: conservazione del gradiente energetico complessivo	89
Emoreologia	90
Viscosità dei fluidi omogenei o newtoniani	90
Viscosità del sangue e suoi determinanti	91
Modellizzazione del sistema cardiovascolare	94
39.2 Dal preparato cuore-polmone di Starling agli attuali sistemi di circolazione extracorporea e Mock Circulatory Loop utilizzati in cardiochirurgia e chirurgia vascolare	
Pompa ventricolare	99
Serbatoio di pressione arterioso	100
39.3 Dalle pompe per spegnere gli incendi ai modelli equivalenti elettrici del cuore: il modello Windkessel	
Resistenza vascolare	100
Serbatorio di volume venoso	103
Concetti chiave	105
40 Vasi di scambio: microcircolo e sistema linfatico	107
C. Ferrantini, B. Colombini	
Arteriole terminali o precapillari	108
Vasomotilità arteriolare	109
Capillari	109
40.1 Eterogeneità e permeabilità dell'endotelio	
Vie di trasporto attraverso l'endotelio	112
Via paracellulare	112
Via transcellulare	113
Omeostasi del liquido interstiziale	114
Diffusione	114
Filtrazione e riassorbimento	115
Venule postcapillari e collettrici	118
Venule postcapillari	118
Venule collettrici	118
Sistema vascolare linfatico	118
Organizzazione morfofunzionale	119
Vasi linfatici iniziali	119
Vasi linfatici collettori	121

Linfonodi	121	Meccanismi del ritorno venoso	150
Dotti linfatici principali	122	Circolazioni distrettuali	152
Funzioni del sistema linfatico.....	122	Caratteristiche strutturali ed emodinamiche dei circoli distrettuali	152
40.2 Ruolo del sistema linfatico e della linfa nelle nuove prospettive diagnostiche e terapeutiche		Circolazione coronarica.....	154
Formazione e propulsione della linfa	122	Flusso ematico coronarico	154
Trasporto di liquidi e soluti dall'interstizio ai capillari linfatici	124	Riserva coronarica.....	158
Meccanismi estrinseci e intrinseci	124	41.4 Iperfrofia cardiaca e rimodellamento del circolo coronarico	
40.3 Linfedema primario e secondario		Circolazione cutanea	161
Regolazione del flusso linfatico.....	125	Flusso ematico cutaneo.....	161
Concetti chiave.....	127	Concetti chiave	164
41 Vasi di resistenza, vasi di conduzione e circolazioni distrettuali	129	42 Attività elettrica del cuore	165
<i>C. Ferrantini, B. Colombini</i>		<i>C. Ferrantini</i>	
Biomeccanica della parete vascolare.....	129	42.1 Origini dell'elettrocardiogramma	
Comportamento elastico e viscoelastico di un corpo o di una camera.....	129	Potenziale d'azione cardiaco	168
Comportamento viscoelastico della parete vascolare e autoregolazione del flusso.....	130	Correnti di membrana nei cardiomiociti	170
Vasi di resistenza: arteriole	133	Correnti entranti attivate dalla depolarizzazione della membrana	172
Funzioni della tonaca intima e ruolo attivo dell'endotelio	133	Corrente di sodio	172
Funzioni della tonaca media e risposta miogena di Bayliss	135	Corrente di calcio	175
Funzioni della tonaca avventizia e ruolo attivo dei fibroblasti	136	Correnti uscenti attivate dalla depolarizzazione della membrana	176
Meccanismi di controllo del tono arteriolare...	137	Correnti di potassio rapide	176
41.1 Ruolo dell'endotelio nel controllo del tono arteriolare		Correnti di potassio lente	177
Controllo metabolico locale	139	Correnti di potassio rettificanti verso l'interno	181
Controllo nervoso	140	Altre correnti di membrana dei cardiomiociti di lavoro	183
Controllo ormonale	141	Correnti attivate dall'iperpolarizzazione: corrente funny	184
Vasi di conduzione: arterie	142	Refrattarietà e potenziali d'azione locoregionali	186
Organizzazione morfofunzionale e proprietà biomeccaniche		Cardiomiociti di lavoro ventricolari e atriali	186
della parete arteriosa	142	Cardiomiociti nodali	188
Emodinamica del sistema arterioso e pressione arteriosa	142	Fibre di Purkinje	190
41.2 Misura della pressione arteriosa e genesi dei suoni di Korotkoff		Conduzione elettrica nel cuore	191
Effetti emodinamici della gravità.....	145	42.2 Meccanismi alla base delle aritmie cardiache	
Vasi di conduzione: sistema venoso	147	Mappe di attivazione	195
Organizzazione morfofunzionale e proprietà biomeccaniche		Conduzione atriale	195
della parete venosa	148	Conduzione attraverso il nodo atrioventricolare	195
Emodinamica del sistema venoso e pressione venosa centrale.....	149	Conduzione ventricolare	198
41.3 Misurazione della pressione venosa centrale e implicazioni cliniche delle sue variazioni		Elettrocardiografia	199
		Dipolo cardiaco equivalente e vettore cardiaco istantaneo	200
		Derivazioni dell'elettrocardiogramma	201
		Relazione tra elettrocardiogramma e vettore cardiaco	202
		Origine del segnale elettrocardiografico	203
		42.3 Informazioni fornite dall'elettrocardiogramma	
		Concetti chiave	209

43 Attività meccanica del cuore	211
<i>C. Ferrantini</i>	
Contrattilità dei cardiomiociti	211
Dal potenziale d'azione al transiente	
di calcio	211
Funzione dei recettori sensibili	
alla rianodina	213
🔍 43.1 Detubulazione e rimodellamento	
del sistema di tubuli TATS:	
<i>un meccanismo di danno comune</i>	
<i>nelle malattie cardiache</i>	
Unità di rilascio del calcio	
e accoppiamento EC di tipo propagato ...	214
Controllo luminale dei RYR2	
e rilasci di calcio spontanei	
dal reticolo sarcoplasmatico.....	218
Funzione della pompa SERCA2a	219
Bilancio dei flussi e omeostasi	
del calcio intracellulare	221
Dal transiente di calcio allo sviluppo	
della forza.....	222
Sensibilità al calcio dei miofilamenti	
e caratteristiche funzionali specifiche	
dei sarcomeri cardiaci.....	223
Densità e organizzazione spaziale	
del materiale contrattile	225
Ciclo meccanico del cuore	227
🔍 43.2 Dalla meccanica bidimensionale	
<i>a quella tridimensionale:</i>	
<i>modalità di lavoro dei cardiomiociti</i>	
<i>e gradienti di tensione</i>	
<i>nelle diverse parti del cuore</i>	
Ciclo meccanico del ventricolo sinistro	233
Sistole del ventricolo sinistro	234
Diastole del ventricolo sinistro.....	236
Ciclo meccanico del ventricolo destro	237
Peculiarità morfologiche	
del ventricolo destro	237
Caratteristiche del ciclo contrattile	
del ventricolo destro	238
Ciclo meccanico degli atri.....	239
Adattamenti del ciclo meccanico del cuore	
alle condizioni emodinamiche	241
Regolazione eterometrica e omeometrica	
della funzione del ventricolo sinistro.....	241
Controllo eterometrico	241
🔍 43.3 L'energia di contrazione	
<i>del ventricolo aumenta con</i>	
<i>l'incremento del volume ventricolare</i>	
<i>telediastolico: tre esperimenti alla base</i>	
<i>della legge fondamentale del cuore</i>	
Controllo omeometrico.....	241
Integrazione tra controllo eterometrico	
e omeometrico.....	245
Regolazione eterometrica e omeometrica	
della funzione del ventricolo destro	247
Lavoro del cuore	248
Metabolismo miocardico.....	249
Fonti di energia nel miocardio	249
Concetti chiave	250
 SISTEMA RESPIRATORIO	
44 Principi generali di fisiologia respiratoria	251
<i>N. Fagoni, M. Pecchiari</i>	
Basi morfofunzionali del sistema respiratorio	251
Muscoli respiratori.....	251
Vie aeree	253
Vie aeree superiori.....	253
Vie aeree inferiori	253
Alveoli e capillari.....	254
Organizzazione dello studio	
del sistema respiratorio e fisica dei gas	256
Legge di Avogadro	256
Legge di Boyle	256
Legge di Dalton	256
Equazione di stato dei gas perfetti	256
Conversione dei volumi ATPS in BTPS.....	256
Conversione dei volumi ATPS in STPD	257
Esempio di conversione	257
Concetti chiave	258
45 Meccanica respiratoria	259
<i>M. Pecchiari</i>	
Modelli pneumatici per lo studio	
della meccanica respiratoria	259
Statica del sistema respiratorio	263
Volumi polmonari	263
🔍 45.1 Tecniche di misura	
<i>dei volumi polmonari mobilizzabili</i>	
🔍 45.2 Misura dei volumi	
<i>non mobilizzabili</i>	
Statica del sistema respiratorio in toto	270
Statica di polmone e parete toracica.....	271
Massime pressioni inspiratorie ed espiratorie	
in condizioni statiche	274
Determinanti delle caratteristiche	
della curva volume-pressione	
a rilasciamento muscolare	
della parete toracica.....	276
Determinanti delle caratteristiche	
della curva volume-pressione del polmone ..	277
Fenomeni di superficie	277
🔍 45.3 Surfattante polmonare	
🔍 45.4 Effetti dell'invecchiamento	
<i>sui volumi polmonari</i>	
Interdipendenza polmonare.....	284

Distribuzione regionale della pressione pleurica	285
Dinamica del sistema respiratorio	286
Ciclo respiratorio a riposo	287
Meccanica respiratoria	
in diverse condizioni dinamiche	288
Compressione dinamica delle vie aeree	
e limitazione del flusso espiratorio	290
Lavoro respiratorio	293
Fisiopatologia delle malattie respiratorie	295
Misura dei volumi polmonari dinamici	295
Sindromi ostruttive	296
Sindromi restrittive	297
Concetti chiave	298
46 Scambi gassosi	299
<i>N. Fagoni</i>	
Ventilazione	299
Ventilazione totale, alveolare	
e dello spazio morto	299
<i>46.1 Misura dello spazio morto</i>	
Flusso dei gas respiratori	
e quoziante respiratorio	300
<i>46.2 Calcolo delle ventilazioni inspiratoria ed espiratoria quando QR è diverso da 1</i>	
Equazione dei gas alveolari	302
Diagramma O ₂ -CO ₂ per il gas	302
<i>46.3 Una rivoluzione in fisiologia respiratoria</i>	
Respirazione in ossigeno puro	303
Respirazione con pressioni di ossigeno diverse rispetto all'aria ambiente	305
Ventilazione alveolare e pressione parziale di anidride carbonica e ossigeno	306
Circuiti di iperventilazione e ipoventilazione	308
<i>46.4 L'apnea come massima espressione di un circuito estremo di ipoventilazione</i>	
Circolazioni polmonare e bronchiale	310
Curve pressione-flusso della circolazione polmonare	310
Controllo passivo della resistenza vascolare polmonare	312
Controllo attivo della resistenza vascolare polmonare	312
Vasocostrizione ipossica	313
Idrodinamica polmonare	314
Edemi a livello polmonare	314
Diffusione dei gas a livello polmonare e periferico	315
Capacità di diffusione dell'ossigeno e dell'anidride carbonica attraverso la membrana alveolocapillare	316
<i>46.5 Interazione tra diffusione e perfusione nel trasferimento alveolocapillare</i>	
Diffusione dei gas inerti	321
<i>46.6 Alterazioni della membrana alveolocapillare</i>	
Trasporto dei gas nel sangue	322
Flusso di ossigeno nel sangue arterioso	322
<i>46.7 Fisiologia molecolare dell'emoglobina</i>	
Trasporto dell'ossigeno nel sangue da parte dell'emoglobina	323
<i>46.8 Anemia e policitemia</i>	
Fattori che influenzano il legame tra ossigeno ed emoglobina	328
<i>46.9 Modello di Hill</i>	
Trasporto dell'anidride carbonica	330
Curva di dissociazione dell'anidride carbonica	331
Effetto del monossido di carbonio ed emoglobine inattivate	332
Equazione dei gas ematici	333
Respirazione tessutale	334
Cilindro di Krogh e disturbi dell'approvvigionamento di ossigeno	335
<i>46.10 La scuola italiana di fisiologia respiratoria: Angelo Mosso e Rodolfo Margaria</i>	
Respirazione placentare	340
Rapporto ventilazione-perfusione	341
Distribuzione della ventilazione e della perfusione e del loro rapporto	342
Rapporto ventilazione-perfusione e diagramma O ₂ -CO ₂	343
<i>46.11 Equazione ventilazione-perfusione</i>	
Concetto di aria ideale	345
Pressione parziale dell'ossigeno nel sangue arterioso e gradiente alveoloarterioso	347
Pressione parziale dell'anidride carbonica nel sangue arterioso	349
Alterazioni del rapporto ventilazione-perfusione	350
Effetto shunt	350
Effetto spazio morto	350
Gradiente alveoloarterioso per l'azoto e significato in clinica	352
Gasometria arteriosa	352
Concetti chiave	353
47 Controllo chimico e nervoso della respirazione	355
<i>M. Pecchiari, N. Fagoni</i>	
Pattern respiratorio	356

Generatore centrale del pattern respiratorio	357
Metodi sperimentali nello studio	
del GCP respiratorio.	357
🔍 47.1 <i>Esperimenti di lesione</i>	
Identificazione e distribuzione dei neuroni	
respiratori nel ponte e nel bulbo.	359
Neuroni respiratori pontini.	359
Neuroni respiratori bulbari.	360
Ritmogenesi respiratoria	361
🔍 47.2 <i>Attività respiratoria patologica</i>	
Fattori che stimolano o deprimono	
la ventilazione	364
Stimoli chimici della ventilazione	364
Chemocettori.	364
Risposte ventilatorie agli stimoli chimici.	367
Dispnea indotta da ipercapnia o da ipossia.	369
Risposta ventilatoria ad altri stimoli	369
Lavoro muscolare	370
Temperatura.	370
Stimoli dolorifici	370
Ipoperfusione dei glomi	370
Stimolazione dei barocettori arteriosi	370
Ormoni.	370
Farmaci.	370
Sonno	371
Fonazione.	371
Relazione tra ventilazione	
e pressione parziale di anidride carbonica	
in diversi stati metabolici	371
Afferenze ai centri del respiro e relativi riflessi	372
Recettori delle vie aeree inferiori e dei polmoni	372
Recettori a lento adattamento	372
Recettori a rapido adattamento	372
Terminazioni delle fibre C.	374
Corpi neuroepiteliali	375
Recettori delle vie aeree superiori	375
Naso	375
Faringe	375
Laringe	375
Atti respiratori modificati o anomali	376
Meccanismo della tosse	376
Starnuto, singhiozzo, sospiro, sbadiglio,	
pianto e riso	376
Concetti chiave	377
 SISTEMA GASTROINTESTINALE	
E NUTRIZIONE UMANA	
48 Principi generali	
di fisiologia gastrointestinale	379
M. D'Amelio	
Sistema nervoso enterico:	
sviluppo e organizzazione generale	379
Plessi	380
Neuroni enterici	381
Neuroni sensoriali	381
Interneuroni	383
🔍 48.1 <i>Codice chimico</i>	
e <i>segnalazione neurochimica</i>	
Neuroni motori	387
Ruolo dei neuroni enterici nel controllo	
immunoregolatorio intestinale	390
🔍 48.2 <i>Ruolo fisiologico</i>	
del <i>microbiota intestinale</i>	
Ruolo dei neuroni enterici	
nella motilità gastrointestinale	394
🔍 48.3 <i>Neuropatologia</i>	
del <i>sistema nervoso enterico</i>	
Glia enterica	396
Trasduzione degli stimoli sensoriali chimici	
e meccanici	396
Concetti chiave	398
49 Motilità del sistema gastrointestinale	399
M. D'Amelio	
Motilità gastrointestinale	399
Meccanismi cellulari	400
Frequenza delle onde elettriche lente	402
Modulazione estrarinseca	403
🔍 49.1 <i>Modulazione della motilità</i>	
<i>gastrointestinale</i>	
<i>da parte di ormoni sessuali</i>	
Tipi di motilità	404
Peristalsi.	404
🔍 49.2 <i>Retroperistalsi e vomito</i>	
Assenza di motilità	405
Sfinteri	406
🔍 49.3 <i>Malattia da reflusso gastroesofageo</i>	
Masticazione e deglutizione	407
Motilità esofagea	408
Motilità gastrica	409
Stomaco prossimale: serbatoio gastrico	409
Modulazione nervosa	409
Stomaco distale: pompa antrale	410
Modello di accoppiamento bidirezionale	411
Modulazione nervosa	412
Svuotamento gastrico	412
Velocità di svuotamento	412
Motilità dell'intestino tenue	413
Tipi di motilità	413
Motilità interdigestiva	413
Motilità digestiva	416
Propulsione di massa	416
🔍 49.4 <i>Movimenti di massa:</i>	
<i>un meccanismo difensivo</i>	
Motilità dell'intestino crasso	417
Cieco e colon ascendente	417

Colon trasverso e colon descendente	418
Regione rettosigmaidea e canale anale	419
Defecazione	419
Concetti chiave.....	421
50 Secrezioni del sistema gastrointestinale	423
<i>M. D'Amelio</i>	
<i>50.1 Circolazione splanchnica</i>	
Secrezione salivare	424
Organizzazione morfofunzionale	424
Composizione della saliva	425
Componenti organici	426
Componenti inorganici: acqua ed elettroliti	426
Funzioni della saliva	427
Lubrificazione	427
Protezione	427
Digestione	428
Controllo della secrezione salivare	428
<i>50.2 Fisiopatologia della secrezione salivare</i>	
Secrezione gastrica	430
Organizzazione morfofunzionale	430
Tipi cellulari	430
Secrezione acida	432
Barriera mucosale gastrica	433
Elettroliti del succo gastrico	433
Regolazione della secrezione acida	434
<i>50.3 Pavlov e la regolazione vagale della secrezione gastrica</i>	
<i>50.4 Bayliss e Starling e la scoperta della secretina</i>	
Lipasi gastrica.....	439
Pepsina	439
Protezione della mucosa gastrica	441
Muco	441
Secrezione di ioni bicarbonato	441
<i>50.5 Barriera mucosale gastrica danneggiata</i>	
Fattore intrinseco	444
<i>50.6 Avitaminosi B₁₂</i>	
Secrezione pancreaticia.....	444
Organizzazione morfofunzionale	444
Secrezione della componente acquosa	445
<i>50.7 Fibrosi cistica</i>	
Secrezione della componente proteica	446
Regolazione della secrezione pancreaticia	447
Fasi della stimolazione	447
Risposta al pasto	449
Secrezione biliare	449
Composizione della bile.....	450
<i>50.8 Litiasi biliare</i>	
Acidi biliari	450
Fosfolipidi	452
Colesterolo	452
Pigmenti biliari	453
Ioni inorganici	453
Produzione della bile	453
Secrezione di acidi biliari	454
Secrezione di fosfolipidi e colesterolo	455
Secrezione di pigmenti biliari	455
Secrezione biliare totale	455
Trasporto e immagazzinamento della bile	457
Trasformazione in bile cistica	457
Liberazione della bile nel duodeno	457
Sostanze colagoghe	458
Ruolo dello sfintere di Oddi, del duodeno e del dotto biliare comune	458
Secrezione intestinale	459
Secrezione dell'intestino tenue	459
Ghiandole duodenali	459
Cripte intestinali	459
<i>50.9 Ipersecrezione</i>	
Secrezione dell'intestino crasso	459
Circolazione epatica e funzioni del fegato	460
Circolazione epatica	460
Flusso ematico epatico	460
Funzione metabolica	462
Funzione di deposito	462
Funzione di detossicazione ed escrezione degli xenobiotici	463
Funzione endocrina	463
Funzione emopoietica	464
Concetti chiave	464
51 Digestione e assorbimento	467
<i>M. D'Amelio</i>	
<i>51.1 Sindromi da malassorbimento</i>	
Digestione e assorbimento dei carboidrati	470
Digestione intraluminale	471
Digestione sulla membrana microvillare	472
Trasporto transepiteliale	473
Assorbimento di glucosio e galattosio	473
<i>51.2 Fenomeno dell'adattamento</i>	
Assorbimento di fruttosio	475
Digestione e assorbimento delle proteine	475
<i>51.3 Assorbimento di proteine intatte</i>	
Digestione intraluminale	476
Digestione sulla membrana microvillare e nel citoplasma	477
Trasporto transepiteliale	479
Assorbimento di dipeptidi e tripeptidi	479
Assorbimento di aminoacidi	479
Controllo dell'assorbimento	481
Digestione e assorbimento dei lipidi	481
Digestione dei trigliceridi	483
Emulsione dei lipidi alimentari	483
Attività lipasica intestinale	483

Formazione delle micelle miste	484
Digestione dei fosfolipidi e degli esteri del colesterolo	485
Attraversamento della membrana microvillare	485
Fasi intracellulari dell'assorbimento	486
Uscita dall'enterocito	487
Digestione e assorbimento delle vitamine	488
Vitamine idrosolubili	488
Vitamina B ₁₂	489
 51.4 Quando la patologia aiuta a capire la fisiologia: il caso dell'assorbimento della vitamina B ₁₂	
Vitamine liposolubili	490
Vitamina A	491
Vitamina D	491
Vitamina E	492
Vitamina K	492
Assorbimento degli elettroliti e dell'acqua	493
Flussi bidirezionali di liquido	493
Contenuto ionico del liquido luminale	494
Trasporto del sodio	494
Assorbimento accoppiato di sodio e principi nutritivi	494
Trasporto mediato dall'antiporto sodio/idrogeno	495
Trasporto accoppiato di sodio e cloro	495
Trasporto del cloro	495
Ruolo del cloro nella secrezione intestinale di liquido	495
Trasporto del potassio	496
Trasporto del bicarbonato	496
Trasporto degli acidi grassi a catena corta	497
Trasporto dell'acqua	497
Assorbimento dei minerali e degli oligoelementi	498
Calcio	498
Trasporto attivo transcellulare	498
Ferro	499
Assorbimento a livello microvillare	500
Fasi intracellulari dell'assorbimento e uscita dall'enterocito	500
Magnesio	501
Rame	501
Circolazione intestinale	501
Flusso ematico intestinale	502
Meccanismi di regolazione del flusso ematico intestinale	502
Concetti chiave	504
52 Fisiologia della nutrizione	507
<i>G. Messina</i>	
Equilibrio omeostatico e alimentazione	507
Alimenti	508
Valore energetico e funzionale degli alimenti	508
Gruppi alimentari	510
Metabolismo energetico	511
Fabbisogno energetico: produzione e dispersione dell'energia	511
Bilancio energetico	511
Misurazione del dispendio energetico	512
Calorimetria diretta	512
Calorimetria indiretta	512
 52.1 Dìgìuno e dìgìuno intermittenre: meccanismi e impatto sulla salute	
Metabolismo basale	514
Spesa energetica giornaliera o fabbisogno energetico giornaliero	514
Dispendio energetico da attività fisica	515
Termogenesi adattativa e termogenesi indotta dalla dieta	516
Calcolo del fabbisogno energetico giornaliero e contributo percentuale delle componenti	516
Razione alimentare	517
Dieta equilibrata	517
Dieta mediterranea	517
 52.2 Ancel Keys alla scoperta dei segreti del Mediterraneo	
Fabbisogno proteico	519
Fabbisogno lipidico	520
Fabbisogno glucidico	520
Fibre alimentari	521
Acqua e bevande	521
Alcol	521
Sostanze edulcoranti	522
Vitamine	522
Vitamine liposolubili	522
Vitamine idrosolubili	523
Sali minerali	525
Macroelementi	525
Microelementi	526
Stato nutrizionale	528
Valutazione della composizione corporea	529
Antropometria	529
 52.3 Santorio Santorio e la stadera medica	
 52.4 Calcolo delle aree muscolari e adipose del braccio	
Bioimpedenziometria	531
Concetti chiave	532
COMPARTIMENTI IDRICI E SISTEMA RENALE	
53 Principi generali di fisiologia renale	535
<i>A. Frigeri</i>	
 53.1 Il rene dalla filosofia antica alla scienza moderna	
Anatomia funzionale dei reni e del tratto urinario	536

Organizzazione morfonazionale	536
Vascolarizzazione renale	536
Nefrone: l'unità funzionale del rene	538
Innervazione del rene	539
Trasporto dell'urina dal rene	
alla vescica urinaria	541
Anatomia funzionale della vescica urinaria	541
Innervazione della vescica urinaria	542
Trasporto dell'urina alla vescica urinaria	542
Riempimento e svuotamento della vescica urinaria: il riflesso della minzione	543
🕒 53.2 <i>Fisiopatologia della minzione</i>	
Formazione dell'urina: filtrazione glomerulare, riassorbimento e secrezione tubulare	545
Concetti chiave	546
54 Formazione della preurina	547
A. Frigeri	
Filtrazione glomerulare	548
Selettività del filtro	549
Fattori che determinano il processo di filtrazione glomerulare	551
🕒 54.1 <i>Velocità di filtrazione glomerulare in singoli nefroni: storia e sviluppo</i>	
Fattori che modificano la velocità di filtrazione glomerulare	552
Clearance	562
Clearance dell'inulina	563
Clearance della creatinina	563
Clearance di sostanze riassorbibili	564
Clearance di sostanze secrete: PAI e flusso plasmatico renale	565
Concetti chiave	565
55 Riassorbimento e secrezione nei tubuli renali	567
A. Frigeri	
Funzioni tubulari	569
Trasporti nel tubulo contorto prossimale	571
Principali trasporti guidati dal sodio	572
Riassorbimento di aminoacidi e proteine	576
Riassorbimento di cloruro di sodio	577
🕒 55.1 <i>Difetti del riassorbimento di sodio</i>	
Riassorbimento d'acqua	579
Riassorbimento di urea e altri soluti	581
Variazioni della composizione del fluido tubulare	581
Secrezione di anioni e cationi organici	582
🕒 55.2 <i>Regolazione dell'uricemia: meccanismi e implicazioni cliniche</i>	
🕒 55.3 <i>Alterazioni della funzionalità del tubulo contorto prossimale</i>	
Trasporti nell'ansa di Henle	584
Tratto discendente: riassorbimento d'acqua	584
Tratto ascendente: riassorbimento di elettroliti	584
🕒 55.4 <i>Alterazioni della funzionalità del segmento ascendente spesso dell'ansa di Henle</i>	
Trasporti nel tubulo contorto distale e nel dotto collettore corticale	586
Cellule principali	587
Cellule intercalate	588
Trasporto nel dotto collettore midollare	590
Variazioni della composizione e dell'osmolarità della preurina	591
🕒 55.5 <i>Farmaci diuretici: meccanismi, applicazioni cliniche e nuove frontiere</i>	
Concetti chiave	593
56 Concentrazione dell'urina e diuresi	595
A. Frigeri	
Meccanismi di concentrazione e diluizione urinaria	595
Sistemi di scambio a controcorrente	596
Meccanismo di moltiplicazione per controcorrente	597
Contributo del ricircolo dell'urea	600
Meccanismo di scambio a controcorrente nei vasa recta	601
Regolazione del passaggio dell'acqua e ruolo delle acquaporine	602
🕒 56.1 <i>La scoperta dei canali per l'acqua</i>	
Regolazione mediante l'ormone antidiuretico	603
Regolazione della secrezione di ormone antidiuretico	604
Azioni dell'ormone antidiuretico sul rene	606
Altri stimoli per la secrezione di ormone antidiuretico	608
Interazioni con altri sistemi ormonali	609
🕒 56.2 <i>Nuovi ruoli e funzioni dell'ormone antidiuretico: oltre la regolazione dell'acqua</i>	
Quantificazione della concentrazione e della diluizione dell'urina	610
🕒 56.3 <i>Alterazioni della capacità di concentrare le urine</i>	
Ruolo della sete nell'equilibrio idrico e del sodio	612
Centri neurali della sete nel sistema nervoso centrale	612
Fattori che stimolano la sete	612
Soglia della sete e stimolo osmotico	613
🕒 56.4 <i>Disturbi della sete e dell'assunzione d'acqua</i>	
Concetti chiave	614

57 Regolazione dei liquidi corporei: bilancio idrosalino, volemia e omeostasi elettrolitica	615
A. Frigeri	
Bilancio dell'acqua corporea	615
Assunzione giornaliera d'acqua	616
Perdita giornaliera d'acqua	616
Bilancio complessivo dell'acqua	616
Compartmenti liquidi corporei	616
Misurazione del volume dei compartmenti liquidi	617
Scambi tra compartmenti	617
🔍 57.1 <i>Osmolarità, tonicità, pressione colloidosmotica ed equilibrio di Gibbs-Donnan</i>	
Composizione dei principali compartmenti liquidi	618
Controllo dell'osmolarità dei liquidi extracellulari	621
Regolazione del volume del liquido extracellulare	623
🔍 57.2 <i>Fisiopatologia del controllo del volume dei liquidi extracellulari</i>	
Regolazione della natriuresi	626
Natriuresi e diuresi pressoria	627
🔍 57.3 <i>Disturbi del bilancio idrico e sodico: iponatriemia e ipernatriemia nelle alterazioni dell'osmolarità plasmatica</i>	
🔍 57.4 <i>Regolazione del volume cellulare</i>	
🔍 57.5 <i>Edema: un eccesso di liquido nei tessuti</i>	
Omeostasi degli elettroliti	632
Regolazione del bilancio del potassio	632
Meccanismi di regolazione del potassio	632
Regolazione del bilancio del calcio	634
Regolazione del bilancio del fosfato	634
Regolazione del bilancio del magnesio	635
Concetti chiave	636
FUNZIONI OMEOSTATICHE E ADATTATIVE INTEGRATE	
58 Regolazione del pH	637
A. Frigeri	
Acidi, basi, protoni e pH	637
Acidi e basi: definizioni e relazioni	637
pH e concentrazione protonica	637
Controllo del pH	638
Bilancio dei protoni nell'organismo	638
Assorbimento e produzione di equivalenti acidi	638
Sistemi di difesa contro le variazioni di pH: tamponi, respirazione e funzione renale	639
Sistemi tampone chimici	639
Sistema tampone del bicarbonato	640
🔍 58.1 <i>pH e attività respiratoria</i>	
Azione tampone delle proteine	642
Sistema tampone del fosfato	642
Principio isoidrico	643
Bicarbonato e riserva alcalina	643
Caratteristiche generali del sistema tampone del bicarbonato	644
Alterazioni dell'equilibrio acido-base	646
🔍 58.2 <i>Acidosi e alcalosi nella pratica clinica</i>	
Concetti chiave	653
59 Regolazione della temperatura corporea	655
A. Silvani	
Temperatura corporea: variazioni spaziali e temporali	655
Bilancio dell'energia termica del corpo umano	657
Flusso di calore dovuto al metabolismo energetico	658
Flussi di calore verso l'ambiente	658
Flusso di calore per irraggiamento	659
Flussi di calore per conduzione e per convezione	659
Flusso di calore per evaporazione	660
Sensori della termoregolazione	661
Effettori della termoregolazione	661
Risposte comportamentali	661
Termogenesi facoltativa	661
Circolazione cutanea	661
Sudorazione	663
Regolazione integrata della temperatura corporea	664
Valore di equilibrio della temperatura corporea	664
Soglie di attivazione degli effettori della termoregolazione	664
🔍 59.1 <i>Termoregolazione durante esercizio fisico in soggetti affetti da lesioni spinali</i>	
Zona di termoneutralità	665
Risposte termoregolatrici a variazioni della temperatura corporea	666
🔍 59.2 <i>Regolazione proattiva della temperatura corporea</i>	
Processi di adattamento alle variazioni della temperatura corporea	669
🔍 59.3 <i>Circuiti nervosi centrali della termoregolazione</i>	
Febbre	670
🔍 59.4 <i>Ipertermia maligna</i>	
Anapiressia	670
Concetti chiave	672

60 Regolazione dell'omeostasi energetica	673
<i>S. Diano</i>	
Sistema nervoso centrale	673
Ipotalamo	673
Regolazione ipotalamica del metabolismo	675
Nucleo arcuato	675
Nucleo ventromediale	677
Ipotalamo laterale	677
Circuiti neuronali extraipotalamici	678
Sistema della ricompensa mesolimbico	678
Circuiti romboencefalici	
e nucleo parabrachiale	678
Segnali circolanti: ormoni	679
Leptina	679
Insulina	679
Grelina	680
Ormoni tiroidei	680
Glucocorticoidi	681
Peptide glucagone-simile 1	681
Peptide insulinotropico glucosio-dipendente	681
Concetti chiave	682
61 Regolazione endocrina del metabolismo glucidico	683
<i>S. Fusco</i>	
Organizzazione funzionale dell'omeostasi metabolica	683
Ormoni delle isole pancreatiche di Langerhans	683
Immagazzinamento dell'energia	684
Insulina e fase digestiva	684
<i>61.1 La scoperta dell'insulina</i>	
Sintesi e secrezione dell'insulina	684
Degradazione epatica e renale dell'insulina	689
Meccanismo d'azione dell'insulina	689
<i>61.2 Insulina e cervello</i>	
Adattamenti metabolici durante la fase digestiva	692
Metabolismo epatico durante la digestione	692
Metabolismo del muscolo scheletrico e del tessuto adiposo durante la digestione	693
Glucagone e fase di digiuno	694
Sintesi e secrezione del glucagone	694
Degradazione del glucagone	696
Meccanismo d'azione del glucagone	696
Adattamenti metabolici durante la fase di digiuno	697
Metabolismo del tessuto adiposo durante il digiuno	698
Metabolismo del muscolo scheletrico durante il digiuno	698
Metabolismo epatico durante il digiuno	698
Altri ormoni coinvolti nella regolazione del metabolismo	699
Somatostatina	700
Polipeptide pancreatici	700
Grelina	701
Interazioni reciproche e complementarietà d'azione degli ormoni pancreatici	701
Adipochine	701
Concetti chiave	704
62 Regolazione endocrina del metabolismo di calcio e fosforo	705
<i>S. Fusco</i>	
Metabolismo del calcio e del fosforo	705
Omeostasi del calcio	705
<i>62.1 Dosaggio del calcio nel sangue</i>	
Omeostasi del fosforo	706
Regolazione dei livelli ematici di calcio e fosforo	707
Recettori sensibili al calcio	707
Vitamina D	708
Biosintesi e trasporto	708
Effetti biologici	709
Meccanismo d'azione	712
Paratormone	712
<i>62.2 Paratormone, ambiente ed evoluzione</i>	
Biosintesi e catabolismo	713
Effetti biologici	713
<i>62.3 Ipo- e iperparatiroidismo</i>	
Meccanismo d'azione	715
Regolazione della secrezione	715
Peptide correlato al paratormone	716
Calcitonina	717
Effetti biologici	718
Meccanismo d'azione	718
Regolazione della secrezione	718
Regolazione integrata del metabolismo del calcio e del fosforo	718
Concetti chiave	720
63 Regolazione delle funzioni sessuali e riproduttive	721
<i>E. Palma</i>	
Ovaio	721
Ormoni ovarici	722
Biosintesi	722
Estroni	723
Progesterinici	723
Androgeni femminili	724
<i>63.1 Iperandrogenismo femminile</i>	
Regolazione della funzione ovarica	725
Fasi del ciclo ovarico	725
<i>63.2 Amenorrea</i>	
Meccanismi di feedback	726

Testicolo	727
Ormoni testicolari	728
Biosintesi, trasporto e catabolismo	728
Effetti biologici	728
Meccanismo d'azione	729
Regolazione della funzione testicolare	729
Cenni sulle funzioni sessuali e della riproduzione	730
Pubertà	730
63.3 Alterazioni della pubertà	
Funzione sessuale nel maschio	732
Funzione sessuale nella femmina	733
Gravidanza	734
Ormoni placentari	734
Ormoni materni durante la gravidanza	735
Meccanismi ormonali del parto	735
Lattazione e allattamento	736
Menopausa	736
Concetti chiave	737
64 Regolazione della pressione arteriosa sistemica e dei suoi determinanti	739
C. Ferrantini, B. Colombini	
64.1 Analogia del sistema cardiovascolare con un acquedotto e supporto cardiocircolatorio	
64.2 Adattamenti fisiologici e patologici del polso arterioso	
Regolazione della pressione arteriosa a breve termine: il riflesso barorettivo	743
Anatomia funzionale dell'innervazione autonoma vascolare	743
Regolazione omeostatica	744
Barorettori arteriosi	744
64.3 Sindrome del nodo del seno	
Sede di integrazione:	
il centro cardiovascolare bulbare	747
Effettori del controllo nervoso della pressione	748
Ruolo dei chemocettori nel controllo pressorio: risposta all'ipossia	749
Regolazione comportamentale della pressione arteriosa	750
Riflesso pressorio da esercizio	752
Sincope vasovagale	752
Controllo pressorio a medio e lungo termine	753
Sistema renina-angiotensina-aldosterone	754
Sistema dei peptidi natriuretici	755
Concetti chiave	757
65 Adattamenti metabolici e cardiorespiratori all'esercizio fisico	759
S. Pogliaghi	
Sorgenti energetiche della contrazione	759
Processi ossidativi	761
Stato stazionario	761
Substrati energetici durante esercizio	761
Tempo di esaurimento	762
Fasi transienti e deficit di ossigeno	763
Inizio dell'esercizio e transiente	763
Termine dell'esercizio e ristoro	764
65.1 Quantificazione dei componenti del debito di ossigeno: il contributo di Rodolfo Margaria	
Massimo consumo di ossigeno e massima potenza aerobica	764
Variazioni interindividuali e determinanti genetici	766
Differenze tra sessi e fasce di età	766
Meccanismi lattacidi	766
Equivalente energetico del lattato	767
65.2 Equivalente energetico del lattato in vivo	
Esercizio sottomassimale	769
Squilibrio fra produzione ed eliminazione di lattato	770
Meccanismi alattacidi	771
Adattamenti cardiorespiratori all'esercizio fisico	773
Trasporto convettivo dell'ossigeno nell'aria inspirata	773
Controllo della ventilazione durante l'esercizio	773
Cinetica delle modificazioni ventilatorie	775
Flusso di ossigeno attraverso la barriera alveolocapillare	775
Trasporto di ossigeno e anidride carbonica da parte del sistema cardiovascolare	776
Variazioni della gittata cardiaca	776
Differenza arterovenosa della concentrazione di ossigeno	778
Variazioni della pressione arteriosa	779
Controllo della risposta cardiovascolare all'esercizio	780
Adattamenti indotti dall'allenamento	782
Concetti chiave	784
66 Adattamenti all'altitudine, alle profondità marine e all'assenza di gravità	787
S. Pogliaghi	
Variazioni di composizione e pressione dell'atmosfera	787
Adattamento all'altitudine	787
Ipossia e ipossiemia	787
Ambiente fisico	787
Meccanica respiratoria	788

Cascata dell'ossigeno	788
Risposta ventilatoria all'ipossia	788
Risposta ventilatoria all'anidride carbonica ed equilibrio acido-base	789
Funzione cardiovascolare e risposta ematologica	789
Massimo consumo d'ossigeno	790
Deterioramento muscolare	791
Metabolismo anaerobico	792
Popolazioni residenti in altitudine	792
Adattamento alle immersioni in apnea	793
<i>66.1 Apnea ostruttiva notturna</i>	
Ambiente fisico	793
Volumi polmonari	794
<i>66.2 Le Ama</i>	
Gas alveolari al termine di apnee	794
Energetica delle immersioni profonde in apnea	797
Massima profondità raggiungibile in apnea	797
<i>66.3 Haggi Statti e l'ancora del "Regina Margherita"</i>	
Adattamento alle immersioni con autorespiratore	798
Effetti della compressione dei gas	800
Sistema cardiovascolare	800
Rapporto ventilazione-perfusione	801
Formazione di bolle	801
<i>66.4 Malattia da decompressione</i>	
Assenza di gravità	802
<i>66.5 Gravità e microgravità</i>	
Osso e metabolismo minerale	802
Muscolo	804
Sistema cardiovascolare	806
Sistema polmonare	808
Sistema vestibolare	808
<i>66.6 Space Motion Sickness</i>	
Sistema immunitario	810
Sistema neuroendocrino	810
Ritmi biologici e ciclo sonno-veglia	810
Conclusioni	811
Concetti chiave	811
67 Fisiologia dell'invecchiamento e della longevità	813
<i>A. Cellerino</i>	
<i>67.1 Evoluzione della longevità e modelli sperimentali di invecchiamento</i>	
Invecchiamento	814
Meccanismi dell'invecchiamento:	
livello molecolare	816
Danni molecolari	816
Corruzione dell'informazione genetica	816
Ridotta biosintesi di RNA e proteine	816
Meccanismi dell'invecchiamento:	
livello cellulare	816
Meccanismi dell'invecchiamento:	
livello sistemico	818
Sistema immunitario	818
Ipotalamo	818
Metabolismo ed equilibrio ormonale	818
Meccanismi dell'invecchiamento:	
livello della funzione di organi e sistemi	819
Cute	820
Sistema cardiovascolare	820
Muscolo scheletrico	823
Sistema nervoso centrale	823
Interazione multiorgano durante l'invecchiamento	826
Centenari e basi della longevità	827
Modulazione dell'invecchiamento	828
<i>67.2 Genetica della longevità, studi longitudinali e biomarcatori</i>	
Nutrizione	828
Esercizio fisico	830
Modulazioni neuroendocrine	831
Meccanismi molecolari della longevità e interventi farmacologici	831
Conclusioni	833
Concetti chiave	833

Indice del volume 1

Fisiologia della vita di relazione

STORIA DELLA FISIOLOGIA

- 1 Evoluzione del pensiero fisiologico** 1
G. Corbellini, S. Canali

PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE CELLULE MUSCOLARI

- 9 Contrazione muscolare** 213
M. Linari, M. Reconditi, C. Tesi

PROPRIETÀ FONDAMENTALI DELLE CELLULE

- 2 La cellula come sistema biologico integrato** 21
S. Fusco
- 3 Canali ionici** 43
D. Puzzo, A. Fassio
- 4 Potenziale di membrana** 73
D. Puzzo

MECCANISMI DI REGOLAZIONE E CONTROLLO

- 10 Omeostasi e sistemi fisiologici di regolazione e controllo** 261
F. Conti

SISTEMA NERVOSO

- 5 Potenziale d'azione** 87
D. Puzzo
- 6 Trasmissione sinaptica** 109
A. Fassio
- 7 Neurotrasmettitori** 131
D. Puzzo, A. Fassio
- 8 Plasticità sinaptica** 187
D. Puzzo, A. Fassio

- 11 Sistema nervoso: componenti e organizzazione** 273
F. Conti

- 12 Circolazione cerebrale e metabolismo energetico del cervello** 301
G. Zoccoli

- 13 Organizzazione funzionale della corteccia cerebrale** 313
F. Conti

- 14 Sonno** 347
C. Cirelli, G. Tononi

- 15 Principi generali di fisiologia sensoriale** 369
S. Pifferi

- 16 Somestesia** 381
S. Pifferi

17 Dolore	405	26 Nuclei della base	587
<i>F. Conti</i>		<i>G. Bosco</i>	
18 Visione	441	27 Controllo corticale del movimento	599
<i>S. Pifferi</i>		<i>A. Battaglia-Mayer</i>	
19 Udito	479	28 Apprendimento e memoria	623
<i>S. Pifferi</i>		<i>D. Puzzo</i>	
20 Olfatto e gusto	501	29 Dominanza emisferica e corpo calloso	643
<i>S. Pifferi</i>		<i>M. Massimini, S. Sarasso</i>	
21 Organizzazione generale dei sistemi motori	517	30 Fisiologia delle emozioni	657
<i>G. Bosco, A. Battaglia-Mayer</i>		<i>F. Deriu</i>	
22 Funzioni motorie del midollo spinale	523	31 Coscienza	679
<i>G. Bosco</i>		<i>M. Massimini, G. Tononi</i>	
23 Sistema vestibolare e controllo della postura	543	32 Linguaggio	691
<i>G. Bosco</i>		<i>M. Massimini</i>	
24 Movimenti oculari	561	33 Sistema nervoso autonomo	703
<i>G. Bosco</i>		<i>M. Melone</i>	
25 Cervelletto	573	34 Interazioni tra il sistema nervoso e il sistema immunitario	729
<i>G. Bosco</i>		<i>C. Limatola</i>	