

Contenido

Prefacio v

CAPÍTULO 1

Estudio de la función del cuerpo 1

- 1.1 Introducción a la fisiología 2**
Método científico 2
- 1.2 Homeostasis y control por retroalimentación 4**
Historia de la fisiología 4
Asas de retroalimentación negativa 6
Retroalimentación positiva 8
Regulación neural y endocrina 8
Control por retroalimentación de la secreción de hormona 9
- 1.3 Tejidos primarios 10**
Tejido muscular 11
Tejido nervioso 12
Tejido epitelial 13
Tejido conjuntivo 16
- 1.4 Órganos y sistemas 18**
Ejemplo de un órgano: la piel 18
Sistemas 20
Compartimientos de líquidos corporales 20

Resumen 21

Actividades de revisión 22

CAPÍTULO 2

Composición química del cuerpo 24

- 2.1 Átomos, iones y enlaces químicos 25**
Átomos 25
Enlaces químicos, moléculas y compuestos iónicos 26
Ácidos, bases y la escala de pH 29
Moléculas orgánicas 30
- 2.2 Carbohidratos y lípidos 33**
Carbohidratos 33
Lípidos 36
- 2.3 Proteínas 41**
Estructura de las proteínas 41
Funciones de las proteínas 44
- 2.4 Ácidos nucleicos 44**
Ácido desoxirribonucleico 44
Ácido ribonucleico 46

Resumen 47

Actividades de revisión 48

CAPÍTULO 3

Estructura y control genético celulares 50

- 3.1 Membrana plasmática y estructuras relacionadas 51**
Estructura de la membrana plasmática 52
Fagocitosis 54
Endocitosis 54
Exocitosis 55
Cilios y flagelos 55
Microvellosidades 56
- 3.2 Citoplasma y sus organelos 56**
Citoplasma y citoesqueleto 57
Lisosomas 58
Peroxisomas 58
Mitocondrias 59
Ribosomas 60
Retículo endoplasmático 60
Complejo de Golgi 61
- 3.3 Núcleo celular y expresión de genes 62**
Genoma y proteoma 63
Cromatina 63
Síntesis de RNA 64
Interferencia por RNA 67
- 3.4 Síntesis y secreción de proteína 68**
RNA de transferencia 68
Formación de un polipéptido 69
Funciones del retículo endoplasmático y del complejo de Golgi 70
Degradación de proteína 70
- 3.5 Síntesis de DNA y división celular 72**
Replicación del DNA 72
Ciclo celular 74
Mitosis 76
Meiosis 78
Herencia epigenética 79

Interacciones 83

Resumen 84

Actividades de revisión 85

CAPÍTULO 4

Enzimas y energía 88

- 4.1 Enzimas como catalíticos 89**
Mecanismos de acción de las enzimas 89

	Nomenclatura de las enzimas	91
4.2	Control de la actividad enzimática	92
	Efectos de la temperatura y el pH	92
	Cofactores y coenzimas	93
	Activación de las enzimas	94
	Concentración de sustrato y reacciones reversibles	94
	Vías metabólicas	95
4.3	Bioenergética	97
	Reacciones endergónicas y exergónicas	98
	Reacciones acopladas: ATP	98
	Reacciones acopladas: oxidación-reducción	99
	<i>Resumen</i>	102
	<i>Actividades de revisión</i>	104

CAPÍTULO 5

Respiración y metabolismo celulares 106

5.1	Glucólisis y la vía del ácido láctico	107
	Glucólisis	107
	Vía del ácido láctico	109
5.2	Respiración aeróbica	111
	Ciclo del ácido cítrico (de Krebs)	111
	Transporte de electrones y fosforilación oxidativa	112
	Acoplamiento del transporte de electrones a la producción de ATP	113
	Hoja de equilibrio del ATP	115
5.3	Interconversión de glucosa, ácido láctico y glucógeno	117
	Glucogénesis y glucogenólisis	117
	Ciclo de Cori	117
5.4	Metabolismo de lípidos y proteínas	119
	Metabolismo de lípidos	119
	Metabolismo de aminoácidos	122
	Uso de diferentes fuentes de energía	123

Interacciones 126

Resumen 127

Actividades de revisión 128

CAPÍTULO 6

Interacciones entre células y el ambiente extracelular 130

6.1	Ambiente extracelular	131
	Líquidos corporales	131
	Matriz extracelular	132
	Categorías de transporte a través de la membrana plasmática	132
6.2	Difusión y ósmosis	133
	Difusión a través de la membrana plasmática	135
	Índice de difusión	136
	Ósmosis	136

6.3	Transporte mediado por transportador	142
	Difusión facilitada	143
	Transporte activo	144
	Transporte de volumen	148
6.4	El potencial de membrana	149
	Potenciales de equilibrio	150
	Potencial de membrana en reposo	152
6.5	Emisión de señales celulares	153
	Segundos mensajeros	155
	Proteínas G	155

Interacciones 157

Resumen 158

Actividades de revisión 159

CAPÍTULO 7

Sistema nervioso. Neuronas y sinapsis 162

7.1	Neuronas y células neurogliales	163
	Neuronas	163
	Clasificación de neuronas y nervios	165
	Células neurogliales	166
	Neurilema y vaina de mielina	167
	Funciones de los astrocitos	170
7.2	Actividad eléctrica en axones	172
	Canales iónicos en axones	173
	Potenciales de acción	174
	Conducción de impulsos nerviosos	178
7.3	Sinapsis	180
	Sinapsis eléctricas: uniones intercelulares comunicantes	181
	Sinapsis químicas	181
7.4	Acetilcolina como un neurotransmisor	184
	Canales regulados químicamente	185
	Acetilcolinesterasa (AChE)	189
	Acetilcolina en el PNS	190
	Acetilcolina en el CNS	190
7.5	Monoaminas como neurotransmisores	191
	Serotonina como neurotransmisor	192
	Dopamina como neurotransmisor	192
	Noradrenalina como neurotransmisor	194
7.6	Otros neurotransmisores	194
	Aminoácidos como neurotransmisores	194
	Polipéptidos como neurotransmisores	196
	Endocannabinoides como neurotransmisores	197
	Gases como neurotransmisores	198
	ATP y adenosina como neurotransmisores	198
7.7	Integración sináptica	199
	Plasticidad sináptica	199
	Inhibición sináptica	200

Resumen 201

Actividades de revisión 203

CAPÍTULO 8

Sistema nervioso central 206

- 8.1 Organización estructural del encéfalo 207**
- 8.2 Cerebro 209**
 - Corteza cerebral 209
 - Núcleos basales 215
 - Lateralización cerebral 216
 - Lenguaje 218
 - Sistema límbico y emoción 219
 - Memoria 220
 - Emoción y memoria 224
- 8.3 Diencefalo 225**
 - Tálamo y epitálamo 225
 - Hipotálamo y glándula hipófisis 226
- 8.4 Mesencéfalo y rombencéfalo 228**
 - Mesencéfalo 228
 - Rombencéfalo 230
 - Sistema activador reticular en el sueño y el estado de alerta 231
- 8.5 Tractos de la médula espinal 232**
 - Tractos ascendentes 233
 - Tractos descendentes 233
- 8.6 Pares craneales y nervios espinales 236**
 - Pares craneales 236
 - Nervios espinales 236

Resumen 239

Actividades de revisión 240

CAPÍTULO 9

Sistema nervioso autónomo 243

- 9.1 Control neural de efectores involuntarios 244**
 - Neuronas autonómicas 244
 - Órganos efectores viscerales 245
- 9.2 Divisiones del sistema nervioso autónomo 246**
 - División simpática 246
 - División parasimpática 247
- 9.3 Funciones del sistema nervioso autónomo 251**
 - Transmisión sináptica adrenérgica y colinérgica 251
 - Respuestas a la estimulación adrenérgica 252
 - Respuestas a la estimulación colinérgica 256
 - Otros neurotransmisores del sistema nervioso autónomo 257
 - Órganos con inervación doble 258
 - Órganos sin inervación doble 260
 - Control del sistema nervioso autónomo por centros encefálicos superiores 260

Interacciones 262

Resumen 263

Actividades de revisión 264

CAPÍTULO 10

Fisiología sensorial 266

- 10.1 Características de los receptores sensoriales 267**
 - Categorías de receptores sensoriales 267
 - Ley de energías nerviosas específicas 268
 - Potencial generador (de receptor) 269
- 10.2 Sensaciones cutáneas 270**
 - Vías neurales para sensaciones somatoestésicas 271
 - Campos receptivos y agudeza sensorial 272
 - Inhibición lateral 273
- 10.3 Gusto y olfato 274**
 - Gusto 274
 - Olfato 276
- 10.4 Aparato vestibular y equilibrio 278**
 - Células pilosas sensoriales del aparato vestibular 279
 - Utriculo y sáculo 280
 - Canales semicirculares 280
- 10.5 Los oídos y la audición 282**
 - Oído externo 283
 - Oído medio 283
 - Cóclea 284
 - Órgano espiral (órgano de Corti) 286
- 10.6 Los ojos y la visión 290**
 - Refracción 294
 - Acomodación 295
 - Agudeza visual 296
- 10.7 Retina 297**
 - Efecto de la luz sobre los bastones 299
 - Actividad eléctrica de células retinianas 300
 - Conos y visión en color 301
 - Agudeza y sensibilidad visuales 304
 - Vías neurales desde la retina 304
- 10.8 Procesamiento neural de la información visual 307**
 - Campos receptivos de células ganglionares 307
 - Núcleos geniculados laterales 308
 - Corteza cerebral 308

Interacciones 310

Resumen 311

Actividades de revisión 314

CAPÍTULO 11

Glándulas endocrinas. Secreción y acción de hormonas 316

11.1 Glándulas endocrinas y hormonas 317

- Clasificación química de las hormonas 318
- Prohormonas y prehormonas 320
- Aspectos comunes de las regulaciones neural y endocrina 321
- Interacciones hormonales 321
- Efectos de las concentraciones de hormona sobre la respuesta tisular 321
- 11.2 Mecanismos de acción hormonal 323**
 - Hormonas que se unen a proteínas receptoras nucleares 323
 - Hormonas que usan segundos mensajeros 326
- 11.3 Glándula hipófisis 331**
 - Hormonas hipofisarias 331
 - Control hipotalámico de la parte posterior de la hipófisis 333
 - Control hipotalámico de la parte anterior de la hipófisis 333
 - Control de la hipófisis anterior por retroalimentación 335
 - Función superior del encéfalo y secreción hipofisaria 336
- 11.4 Glándulas suprarrenales 337**
 - Funciones de la corteza suprarrenal 337
 - Funciones de la médula suprarrenal 339
 - Estrés y la glándula suprarrenal 340
- 11.5 Glándulas tiroides y paratiroides 341**
 - Producción y acción de hormonas tiroideas 342
 - Glándulas paratiroides 344
- 11.6 Páncreas y otras glándulas endocrinas 345**
 - Islotes pancreáticos (islotes de Langerhans) 345
 - Glándula pineal 346
 - Tracto gastrointestinal 349
 - Gónadas y placenta 349
- 11.7 Regulación paracrina y autocrina 349**
 - Ejemplos de regulación paracrina y autocrina 350
 - Prostaglandinas 351

Interacciones 354*Resumen 355**Actividades de revisión 356***CAPÍTULO 12****Músculo. Mecanismos de contracción y control neural 359**

- 12.1 Músculos esqueléticos 360**
 - Estructura de los músculos esqueléticos 360
 - Unidades motoras y placas terminales motoras 361
- 12.2 Mecanismos de contracción 364**
 - Teoría del filamento deslizante de la contracción 367
 - Regulación de la contracción 369
- 12.3 Contracción de músculos esqueléticos 374**

- Sacudida simple, sumación y tétanos 374
- Tipos de contracciones musculares 375
- Componente elástico-de serie 376
- Relación entre longitud y tensión 376

12.4 Requerimientos de energía de músculos esqueléticos 377

- Metabolismo de músculos esqueléticos 378
- Fibras de contracción lenta y rápida 380
- Fatiga muscular 381
- Adaptaciones de los músculos al entrenamiento con ejercicio 382
- Daño y reparación musculares 384

12.5 Control neural de los músculos esqueléticos 384

- Aparato del huso muscular 386
- Motoneuronas alfa y gamma 387
- Coactivación de motoneuronas alfa y gamma 387
- Reflejos de músculos esqueléticos 387
- Control por neurona motora superior de músculos esqueléticos 390

12.6 Músculos cardíaco y liso 391

- Músculo cardíaco 392
- Músculo liso 393

Interacciones 398*Resumen 399**Actividades de revisión 401***CAPÍTULO 13****Sangre, corazón y circulación 404****13.1 Funciones y componentes del sistema circulatorio 405**

- Funciones del sistema circulatorio 405
- Principales componentes del sistema circulatorio 405

13.2 Composición de la sangre 406

- Plasma 406
- Elementos formes de la sangre 407
- Hematopoyesis 409
- Antígenos eritrocíticos y tipificación de la sangre 412
- Coagulación de la sangre 414
- Disolución de coágulos 417

13.3 Estructura del corazón 418

- Circulaciones pulmonar y sistémica 418
- Válvulas auriculoventriculares y semilunares 419

13.4 Ciclo cardíaco 422

- Cambios de presión durante el ciclo cardíaco 423

13.5 Actividad eléctrica del corazón y electrocardiograma 425

- Actividad eléctrica del corazón 425
- Electrocardiograma 428

13.6 Vasos sanguíneos 431

- Arterias 431
- Capilares 433
- Venas 435

13.7 Aterosclerosis y arritmias cardíacas 436

- Aterosclerosis 436
- Arritmias detectadas mediante el electrocardiograma 440

13.8 Sistema linfático 442

Resumen 445

Actividades de revisión 447

CAPÍTULO 14**Gasto cardíaco, flujo sanguíneo y presión arterial 450****14.1 Gasto cardíaco 451**

- Regulación de la frecuencia cardíaca 451
- Regulación del volumen sistólico 452
- Retorno venoso 454

14.2 Volumen sanguíneo 456

- Intercambio de líquido entre los capilares y los tejidos 457
- Regulación del volumen sanguíneo por los riñones 459

14.3 Resistencia vascular al flujo de sangre 463

- Leyes físicas que describen el flujo sanguíneo 464
- Regulación extrínseca del flujo sanguíneo 465
- Regulación paracrina del flujo sanguíneo 466
- Regulación intrínseca del flujo sanguíneo 467

14.4 Flujo sanguíneo hacia el corazón y los músculos esqueléticos 468

- Requerimientos aeróbicos del corazón 468
- Regulación del flujo sanguíneo coronario 469
- Regulación del flujo sanguíneo a través de los músculos esqueléticos 470
- Cambios circulatorios durante el ejercicio 470

14.5 Flujo sanguíneo hacia el encéfalo y la piel 473

- Circulación cerebral 473
- Flujo sanguíneo cutáneo 474

14.6 Presión arterial 475

- Reflejo barorreceptor 477
- Reflejos de distensión auricular 479
- Medición de la presión arterial 479
- Presión de pulso y presión arterial media 481

14.7 Hipertensión, choque e insuficiencia cardíaca congestiva 482

- Hipertensión 482
- Choque circulatorio 484
- Insuficiencia cardíaca congestiva 486

Interacciones 488

Resumen 489

Actividades de revisión 490

CAPÍTULO 15**Sistema inmunitario 493****15.1 Mecanismos de defensa 494**

- Inmunidad innata (inespecífica) 495
- Inmunidad adaptativa (específica) 497
- Linfocitos y órganos linfoides 499
- Inflamación local 500

15.2 Funciones de los linfocitos B 503

- Anticuerpos 504
- Sistema de complemento 506

15.3 Funciones de los linfocitos T 507

- Linfocitos T asesinos, auxiliares y reguladores 507
- Interacciones entre células presentadoras de antígeno y linfocitos T 511

15.4 Inmунidades activa y pasiva 514

- Inmunidad activa y la teoría de la selección clonal 515
- Tolerancia inmunitaria 517
- Inmunidad pasiva 518

15.5 Inmunología de los tumores 519

- Células asesinas naturales 520
- Efectos del envejecimiento y el estrés 521

15.6 Enfermedades causadas por el sistema inmunitario 521

- Autoinmunidad 521
- Enfermedades por inmunocomplejos 522
- Alergia 523

Interacciones 527

Resumen 528

Actividades de revisión 529

CAPÍTULO 16**Fisiología respiratoria 532****16.1 Sistema respiratorio 533**

- Estructura del sistema respiratorio 533
- Cavidad torácica 536

16.2 Aspectos físicos de la ventilación 536

- Presiones intrapulmonar e intrapleurales 537
- Propiedades físicas de los pulmones 538
- Surfactante y síndrome de dificultad respiratoria 540

16.3 Mecánica de la respiración 540

- Inspiración y espiración 541
- Pruebas de función pulmonar 542
- Trastornos pulmonares 544

16.4 Intercambio de gases en los pulmones 547

- Cálculo de la P_{O_2} 547
- Presiones parciales de los gases en sangre 548
- Importancia de las mediciones de la P_{O_2} y la P_{CO_2} en sangre 550

- Circulación pulmonar y relación ventilación/perfusión 550
- Trastornos causados por presiones parciales altas de gases 552
- 16.5 Regulación de la respiración 553**
- Centros respiratorios del tallo encefálico 553
- Efectos de la P_{CO_2} y el pH en sangre sobre la ventilación 555
- Efectos de la P_{O_2} en sangre sobre la ventilación 557
- Efectos de los receptores pulmonares sobre la ventilación 558
- 16.6 Transporte de hemoglobina y oxígeno 559**
- Hemoglobina 559
- Curva de disociación de oxihemoglobina 561
- Efecto del pH y la temperatura sobre el transporte de oxígeno 562
- Efecto del 2,3-DPG sobre el transporte de oxígeno 563
- Defectos hereditarios de la estructura y función de la hemoglobina 564
- Mioglobina muscular 564
- 16.7 Transporte de dióxido de carbono 565**
- Cambio de cloruro 566
- Cambio de cloruro inverso 566
- 16.8 Equilibrio acidobásico de la sangre 567**
- Principios del equilibrio acidobásico 568
- Ventilación y equilibrio acidobásico 569
- 16.9 Efectos del ejercicio y de la altitud elevada sobre la función respiratoria 570**
- Ventilación durante el ejercicio 570
- Aclimatación a altitud elevada 571
- Interacciones 575**
- Resumen 576*
- Actividades de revisión 578*

CAPÍTULO 17

Fisiología de los riñones 581

- 17.1 Estructura y función de los riñones 582**
- Estructura macroscópica del sistema urinario 582
- Control de la micción 584
- Estructura microscópica del riñón 585
- 17.2 Filtración glomerular 587**
- Ultrafiltrado glomerular 588
- Regulación de la tasa de filtración glomerular 588
- 17.3 Reabsorción de sal y agua 590**
- Reabsorción en el túbulo contorneado proximal 590
- Sistema multiplicador contracorriente 592
- Tubo colector: efecto de la hormona antidiurética (ADH) 595
- 17.4 Depuración plasmática renal 598**

- Procesos de transporte que afectan la depuración renal 599
- Depuración renal de la inulina: medición de la GFR 600
- Mediciones de depuración renal 601
- Resorción de glucosa 603

17.5 Control renal de electrolitos y equilibrio acidobásico 604

- Función de la aldosterona en el balance de Na^+/K^+ 604
- Control de la secreción de aldosterona 606
- Aparato yuxtaglomerular 606
- Péptido natriurético 607
- Interrelación entre Na^+ , K^+ y H^+ 608
- Regulación acidobásica renal 608

17.6 Diuréticos y pruebas de función renal 611

- Uso de diuréticos 611
- Pruebas funcionales renales y enfermedad renal 613

Interacciones 614

Resumen 615

Actividades de revisión 616

CAPÍTULO 18

Sistema digestivo 619

18.1 Introducción al sistema digestivo 620

- Capas del tubo digestivo 621
- Regulación del tubo digestivo 622

18.2 De la boca al estómago 623

- Esófago 624
- Estómago 625
- Secreción de pepsina y ácido clorhídrico 626

18.3 Intestino delgado 628

- Vellosidades y microvellosidades 629
- Enzimas intestinales 630
- Contracciones intestinales y motilidad 631

18.4 Intestino grueso 632

- Microbiota intestinal 633
- Absorción en el intestino de líquidos y electrolitos 635
- Defecación 636

18.5 Hígado, vesícula biliar y páncreas 636

- Estructura del hígado 636
- Funciones del hígado 638
- Vesícula biliar 641
- Páncreas 643

18.6 Regulación del sistema digestivo 645

- Regulación de la función gástrica 645
- Regulación de la función intestinal 648
- Regulación del jugo pancreático y de la secreción biliar 648
- Efectos tróficos de las hormonas gastrointestinales 650

18.7 Digestión y absorción de los alimentos 650

Digestión y absorción de carbohidratos 650

Digestión y absorción de proteínas 651

Digestión y absorción de lípidos 652

Interacciones 656*Resumen 657**Actividades de revisión 658***CAPÍTULO 19****Regulación del metabolismo 661****19.1 Requerimientos nutricionales 662**

Índice metabólico y requerimientos calóricos 662

Requerimientos anabólicos 664

Vitaminas y minerales 666

Radicales libres y antioxidantes 668

19.2 Regulación del metabolismo de energía 669

Funciones reguladoras del tejido adiposo 670

Regulación del hambre e índice metabólico 672

Gastos calóricos 674

Regulación hormonal del metabolismo 675

19.3 Regulación de energía por los islotes pancreáticos 677

Regulación de la secreción de insulina y glucagón 677

Insulina y glucagón: estado absorbivo 679

Insulina y glucagón: estado posabsorbivo 679

19.4 Diabetes mellitus e hipoglucemia 681

Diabetes mellitus tipo 1 681

Diabetes mellitus tipo 2 682

Hipoglucemia 685

19.5 Regulación metabólica por hormonas suprarrenales, tiroxina y hormona de crecimiento 686

Hormonas suprarrenales 686

Tiroxina 686

Hormona de crecimiento 687

19.6 Regulación del equilibrio de calcio y fosfato 690

Depósito y resorción óseos 690

Regulación hormonal del hueso 692

1,25-dihidroxitamina D₃ 693

Control del equilibrio de calcio y fosfato por retroalimentación negativa 695

*Resumen 696**Actividades de revisión 698***CAPÍTULO 20****Reproducción 701****20.1 Reproducción sexual 702**

Determinación del sexo 702

Desarrollo de los órganos sexuales accesorios y los genitales externos 705

Trastornos del desarrollo sexual embrionario 706

20.2 Regulación endocrina de la reproducción 708

Interacciones entre el hipotálamo, la hipófisis y las gónadas 709

Inicio de la pubertad 710

Glándula pineal 712

Respuesta sexual humana 712

20.3 Sistema reproductor masculino 712

Control de la secreción de gonadotropina 713

Funciones endocrinas de los testículos 714

Espermatogénesis 715

Órganos sexuales accesorios masculinos 718

Erección, emisión y eyaculación 719

Fecundidad masculina 721

20.4 Sistema reproductor femenino 722

Ciclo ovárico 724

Ovulación 725

Eje hipofisario-ovárico 727

20.5 Ciclo menstrual 728

Fases del ciclo menstrual: cambios cíclicos en los ovarios 728

Cambios cíclicos en el endometrio 731

Efectos de feromonas, estrés y tejido adiposo corporal 732

Métodos anticonceptivos 733

Menopausia 734

20.6 Fecundación, embarazo y parto 734

Fecundación 735

Desdoblamiento y formación del blastocisto 737

Implantación del blastocisto y formación de la placenta 740

Intercambio de moléculas a través de la placenta 742

Funciones endocrinas de la placenta 743

Trabajo de parto y parto 744

Lactación 746

Resumen 748**Interacciones 749***Resumen 750**Actividades de revisión 752***Apéndice****Respuestas a las preguntas de Prueba su conocimiento A-1****Glosario G-1****Créditos de fotografías C-1****Siglarío S-1****Índice I-1**