

## U N I D A D I

### Introducción a la fisiología: la célula y la fisiología general

#### C A P Í T U L O 1

<b>Organización funcional del cuerpo humano y control del «medio interno»</b>	3
<b>Las células como unidades vivas del cuerpo</b>	3
<b>Líquido extracelular: el «medio interno»</b>	3
<b>Mecanismos «homeostáticos» de los principales sistemas funcionales</b>	4
Homeostasis	4
Transporte en el líquido extracelular y sistema de mezcla: el aparato circulatorio	4
Origen de los nutrientes en el líquido extracelular	5
Eliminación de los productos finales metabólicos	5
Regulación de las funciones corporales	5
Reproducción	6
<b>Sistemas de control del organismo</b>	6
Ejemplos de mecanismos de control	6
Características de los sistemas de control	7
<b>Resumen: automatismo del organismo</b>	9

#### C A P Í T U L O 2

<b>La célula y sus funciones</b>	11
<b>Organización de la célula</b>	11
<b>Estructura física de la célula</b>	12
Estructuras membranosas de la célula	12
Citoplasma y sus orgánulos	14
Núcleo	17
Membrana nuclear	17
Nucléolos y formación de ribosomas	18
<b>Comparación entre la célula animal y las formas de vida precelulares</b>	18
<b>Sistemas funcionales de la célula</b>	19
Ingestión por la célula: endocitosis	19
Digestión de las sustancias extrañas introducidas por pinocitosis y fagocitosis dentro de la célula: función de los lisosomas	20
Síntesis y formación de estructuras celulares en el retículo endoplásmico y el aparato de Golgi	20
Extracción de energía de los nutrientes: función de la mitocondria	22
<b>Locomoción de las células</b>	24
Movimiento amebiano	24
Cilios y movimientos ciliares	24

#### C A P Í T U L O 3

<b>Control genético de la síntesis proteica, las funciones de la célula y la reproducción celular</b>	27
<b>Genes en el núcleo celular</b>	27
Código genético	29

<b>El código de ADN del núcleo celular se transfiere al código de ARN en el citoplasma celular: proceso de transcripción</b>	30
Síntesis de ARN	30
Montaje de la cadena de ARN a partir de los nucleótidos activados usando una cadena de ADN como plantilla: proceso de «transcripción»	31
ARN mensajero: los codones	31
ARN de transferencia: los anticodones	32
ARN ribosómico	33
Formación de proteínas en los ribosomas: el proceso de «traducción»	33
<b>Síntesis de otras sustancias en la célula</b>	35
<b>Control de la función génica y actividad bioquímica de las células</b>	35
Regulación genética	35
Control de las funciones intracelulares mediante la regulación enzimática	36
<b>El sistema genético de ADN también controla la reproducción celular</b>	37
La reproducción celular comienza con la replicación del ADN	37
Cromosomas y su replicación	38
Mitosis celular	38
Control del crecimiento y la reproducción celular	39
<b>Diferenciación celular</b>	40
<b>Apoptosis: muerte celular programada</b>	40
<b>Cáncer</b>	41

## U N I D A D I I

### Fisiología de la membrana, el nervio y el músculo

#### C A P Í T U L O 4

<b>Transporte de sustancias a través de la membrana celular</b>	45
<b>La barrera lipídica y las proteínas de transporte de la membrana celular</b>	45
<b>Difusión</b>	46
Difusión a través de la membrana celular	46
Difusión a través de canales proteicos y «activación» de estos canales	47
Difusión facilitada	49
Factores que influyen en la velocidad neta de difusión	50
Ósmosis a través de membranas con permeabilidad selectiva: «difusión neta» de agua	51
<b>«Transporte activo» de sustancias a través de las membranas</b>	52
Transporte activo primario	53
Transporte activo secundario: cotransporte y contra transporte	54
Transporte activo a través de capas celulares	55

## CAPÍTULO 5

## Potenciales de membrana y potenciales de acción

<b>Física básica de los potenciales de membrana</b>	57
Potenciales de membrana provocados por difusión	57
<b>Medición del potencial de membrana</b>	59
<b>Potencial de membrana en reposo de los nervios</b>	59
Origen del potencial de membrana en reposo normal	60
<b>Potencial de acción nervioso</b>	61
Canales de sodio y potasio activados por el voltaje	62
Resumen de los fenómenos que causan el potencial de acción	64
<b>Funciones de otros iones durante el potencial de acción</b>	64
Inicio del potencial de acción	65
<b>Propagación del potencial de acción</b>	65
<b>Restablecimiento de los gradientes iónicos de sodio y potasio tras completarse los potenciales de acción: la importancia del metabolismo de la energía</b>	66
<b>Meseta en algunos potenciales de acción</b>	66
<b>Ritmicidad de algunos tejidos excitables: descarga repetitiva</b>	67
<b>Características especiales de la transmisión de señales en los troncos nerviosos</b>	68
<b>Excitación: el proceso de generación del potencial de acción</b>	69
«Período refractario» tras un potencial de acción, durante el cual no se puede generar un nuevo estímulo	70
<b>Registro de potenciales de membrana y potenciales de acción</b>	70

## CAPÍTULO 6

<b>Contracción del músculo esquelético</b>	72
<b>Anatomía fisiológica del músculo esquelético</b>	72
Fibras del músculo esquelético	72
<b>Mecanismo general de la contracción muscular</b>	74
<b>Mecanismo molecular de la contracción muscular</b>	74
Características moleculares de los filamentos contráctiles	75
Efecto de la cantidad de superposición de los filamentos de actina y miosina sobre la tensión desarrollada por el músculo en contracción	77
Relación de la velocidad de contracción con la carga	78
<b>Energética de la contracción muscular</b>	79
Generación de trabajo durante la contracción muscular	79
Fuentes de energía para la contracción muscular	79
<b>Características de la contracción muscular en conjunto</b>	80
Mecánica de la contracción del músculo esquelético	81
Remodelado del músculo para adaptarse a la función	83
Rigidez cadavérica	84

## CAPÍTULO 7

<b>Excitación del músculo esquelético: transmisión neuromuscular y acoplamiento excitación-contracción</b>	85
<b>Transmisión de impulsos desde las terminaciones nerviosas a las fibras del músculo esquelético: la unión neuromuscular</b>	85
Secreción de acetilcolina por las terminaciones nerviosas	85
<b>Biología molecular de la formación y liberación de acetilcolina</b>	88
<b>Fármacos que potencian o bloquean la transmisión en la unión neuromuscular</b>	88
<b>Miastenia grave</b>	89
<b>Potencial de acción muscular</b>	89
Propagación del potencial de acción al interior de la fibra muscular a través de los «túbulos transversos»	89
<b>Acoplamiento excitación-contracción</b>	89
Sistema de túbulos transversos-retículo sarcoplásmico	89
Liberación de iones calcio por el retículo sarcoplásmico	90

## CAPÍTULO 8

<b>Contracción y excitación del músculo liso</b>	92
<b>Contracción del músculo liso</b>	92
Tipos de músculo liso	92
Mecanismo contráctil en el músculo liso	93
Regulación de la contracción por los iones calcio	95
<b>Control nervioso y hormonal de la contracción del músculo liso</b>	95
Uniones neuromusculares del músculo liso	95
Potenciales de membrana y de acción en el músculo liso	96
Los efectos de los factores tisulares locales y las hormonas determinan la contracción del músculo liso sin potenciales de acción	98
Origen de los iones calcio que causan la contracción: 1) a través de la membrana celular y 2) a partir del retículo sarcoplásmico	99

## UNIDAD III

## El corazón

## CAPÍTULO 9

<b>Músculo cardíaco: el corazón como bomba y la función de las válvulas cardíacas</b>	103
<b>Fisiología del músculo cardíaco</b>	103
Anatomía fisiológica del músculo cardíaco	103
Potenciales de acción en el músculo cardíaco	104
<b>El ciclo cardíaco</b>	106
Diástole y sístole	107
Relación del electrocardiograma con el ciclo cardíaco	107
Función de las aurículas como bombas de cebado	108
Función de los ventrículos como bombas	108
Función de las válvulas	109
Curva de presión aórtica	109

<b>Relación de los tonos cardíacos con el bombeo cardíaco</b>	110	<b>Derivaciones electrocardiográficas</b>	127
<b>Generación de trabajo del corazón</b>	110	Tres derivaciones bipolares de las extremidades	127
Análisis gráfico del bombeo ventricular	110	Derivaciones del tórax (derivaciones precordiales)	129
<b>Energía química necesaria para la contracción cardíaca: la utilización de oxígeno por el corazón</b>	111	Derivaciones unipolares ampliadas de las extremidades	129
<b>Regulación del bombeo cardíaco</b>	111	<b>C A P Í T U L O 1 2</b>	
Regulación intrínseca del bombeo cardíaco: el mecanismo de Frank-Starling	112	<b>Interpretación electrocardiográfica de las anomalías del músculo cardíaco y el flujo sanguíneo coronario: el análisis vectorial</b>	131
Efecto de los iones de potasio y calcio sobre la función cardíaca	114	<b>Principios del análisis vectorial de electrocardiogramas</b>	131
Efecto de la temperatura sobre la función cardíaca	114	Uso de vectores para representar potenciales eléctricos	131
El incremento de la carga de presión arterial (hasta un límite) no disminuye el gasto cardíaco	114	La dirección de un vector se indica en grados	131
<b>C A P Í T U L O 1 0</b>		Eje de cada una de las derivaciones bipolares convencionales y de cada una de las derivaciones unipolares de las extremidades	132
<b>Excitación rítmica del corazón</b>	116	Análisis vectorial de los potenciales registrados en diferentes derivaciones	133
<b>Sistema de excitación especializado y de conducción del corazón</b>	116	<b>Análisis vectorial del electrocardiograma normal</b>	134
Nódulo sinusal (sinoauricular)	116	Vectores que aparecen a intervalos sucesivos durante la despolarización de los ventrículos: el complejo QRS	134
Vías internodulares y transmisión del impulso cardíaco a través de las aurículas	118	El electrocardiograma durante la repolarización: la onda T	135
Nódulo auriculoventricular y retraso de la conducción del impulso desde las aurículas a los ventrículos	118	Despolarización de las aurículas: la onda P	136
Transmisión rápida en el sistema de Purkinje ventricular	119	Vectorcardiograma	136
Transmisión del impulso cardíaco en el músculo ventricular	119	<b>Eje eléctrico medio del complejo QRS ventricular y su significado</b>	137
Resumen de la propagación del impulso cardíaco a través del corazón	120	Determinación del eje eléctrico a partir de electrocardiogramas con derivaciones convencionales	137
<b>Control de la excitación y la conducción en el corazón</b>	120	Situaciones ventriculares anómalas que provocan una desviación del eje	138
El nódulo sinusal como marcapasos del corazón	120	<b>Situaciones que provocan voltajes anormales del complejo QRS</b>	140
Importancia del sistema de Purkinje en la generación de una contracción sincrónica del músculo ventricular	121	Aumento de voltaje en las derivaciones de las extremidades bipolares convencionales	140
Control del ritmo cardíaco y la conducción de impulsos por los nervios cardíacos: los nervios simpáticos y parasimpáticos	121	Disminución del voltaje del electrocardiograma	140
<b>C A P Í T U L O 1 1</b>		<b>Patrones prolongados y extraños del complejo QRS</b>	141
<b>Electrocardiograma normal</b>	123	Complejo QRS prolongado como consecuencia de hipertrofia o dilatación cardíaca	141
<b>Características del electrocardiograma normal</b>	123	Complejo QRS prolongado como consecuencia de bloqueos del sistema de Purkinje	141
Ondas de despolarización frente a ondas de repolarización	123	Situaciones que provocan alteraciones del complejo QRS	141
Relación de la contracción auricular y ventricular con las ondas del electrocardiograma	125	<b>Corriente de lesión</b>	141
Calibración del voltaje y el tiempo del electrocardiograma	125	Efecto de la corriente de lesión sobre el complejo QRS	141
<b>Métodos de registro electrocardiográfico</b>	126	El punto J: el potencial de referencia cero para analizar la corriente de lesión	142
Registro con pluma	126	Isquemia coronaria como causa de potencial de lesión	143
<b>Flujo de corriente alrededor del corazón durante el ciclo cardíaco</b>	126	<b>Anomalías en la onda T</b>	145
Registro de potenciales eléctricos a partir de una masa parcialmente despolarizada de músculo cardíaco sincitial	126	Efecto de la conducción lenta de la onda de despolarización sobre las características de la onda T	145
Flujo de corrientes eléctricas en el tórax alrededor del corazón	126	Acortamiento de la despolarización en porciones del músculo ventricular como causa de anomalías de la onda T	146

## CAPÍTULO 13

## Arritmias cardíacas y su interpretación electrocardiográfica

<b>Ritmos sinusales anormales</b>	147
Taquicardia	147
Bradicardia	147
Arritmia sinusal	148
<b>Ritmos anormales derivados del bloqueo de las señales cardíacas en el interior de las vías de conducción intracardíacas</b>	148
Bloqueo sinusal	148
Bloqueo auriculoventricular	148
Bloqueo cardíaco auriculoventricular incompleto	149
Bloqueo intraventricular incompleto: alternancia eléctrica	150
<b>Extrasístoles</b>	150
Extrasístoles auriculares	150
Extrasístoles del nódulo AV o el fascículo AV	151
Extrasístoles ventriculares	151
<b>Taquicardia paroxística</b>	151
Taquicardia auricular paroxística	152
Taquicardia ventricular paroxística	152
<b>Fibrilación ventricular</b>	152
Fenómeno de reentrada: «movimientos circulares» como base de la fibrilación ventricular	153
Mecanismo de reacción en cadena de la fibrilación	153
Electrocardiograma en la fibrilación ventricular	154
Desfibrilación eléctrica del ventrículo	154
Bombeo manual del corazón (reanimación cardiopulmonar) como ayuda en la desfibrilación	155
<b>Fibrilación auricular</b>	155
<b>Aleteo auricular</b>	156
<b>Parada cardíaca</b>	156

## UNIDAD IV

## La circulación

## CAPÍTULO 14

## Visión general de la circulación; física médica de la presión, el flujo y la resistencia

<b>Características físicas de la circulación</b>	161
<b>Teoría básica de la función circulatoria</b>	163
<b>Interrelaciones entre la presión, el flujo y la resistencia</b>	164
Flujo sanguíneo	164
Presión sanguínea	166
Resistencia al flujo sanguíneo	167
Efectos de la presión sobre la resistencia vascular y el flujo sanguíneo tisular	170

## CAPÍTULO 15

## Distensibilidad vascular y funciones de los sistemas arterial y venoso

<b>Distensibilidad vascular</b>	171
Distensibilidad vascular (o capacitancia vascular)	171

<b>Curvas de volumen-presión de las circulaciones arterial y venosa</b>	172
<b>Compliancia diferida (relajación por estrés) de los vasos</b>	172
<b>Pulsaciones de la presión arterial</b>	172
Transmisión de los pulsos de presión hacia las arterias periféricas	174
<b>Métodos clínicos para medir las presiones sistólica y diastólica</b>	175
<b>Las venas y sus funciones</b>	176
Presiones venosas: presión en la aurícula derecha (presión venosa central) y presiones venosas periféricas	176
Función de reservorio de sangre de las venas	179

## CAPÍTULO 16

## La microcirculación y el sistema linfático: intercambio de líquido capilar, líquido intersticial y flujo linfático

<b>Estructura de la microcirculación y del sistema capilar</b>	181
<b>Flujo de sangre en los capilares: vasomotilidad</b>	182
Función media del sistema capilar	183
<b>Intercambio de agua, nutrientes y otras sustancias entre la sangre y el líquido intersticial</b>	183
Difusión a través de la membrana capilar	183
<b>El intersticio y el líquido intersticial</b>	184
<b>La filtración de líquidos a través de los capilares se encuentra determinada por las presiones hidrostática y coloidosmótica y por el coeficiente de filtración capilar</b>	185
Presión hidrostática capilar	186
Presión hidrostática del líquido intersticial	187
Presión coloidosmótica del plasma	188
Presión coloidosmótica del líquido intersticial	188
Intercambio de volumen de líquido a través de la membrana capilar	189
Equilibrio de Starling para el intercambio capilar	189
<b>El sistema linfático</b>	190
Los vasos linfáticos del organismo	190
La formación de la linfa	191
Velocidad del flujo linfático	192
Función del sistema linfático en el control de la concentración de las proteínas en el líquido intersticial, el volumen del líquido intersticial y la presión del líquido intersticial	193

## CAPÍTULO 17

## Control local y humoral del flujo sanguíneo por los tejidos

<b>Control local del flujo sanguíneo en respuesta a las necesidades tisulares</b>	195
<b>Mecanismos de control del flujo sanguíneo</b>	196
Control a corto plazo del flujo sanguíneo local	196
Regulación a largo plazo del flujo sanguíneo	200
Desarrollo de la circulación colateral: un fenómeno de regulación a largo plazo del flujo sanguíneo local	201
<b>Control humoral de la circulación</b>	201
Sustancias vasoconstrictoras	201
Sustancias vasodilatadoras	202
Control vascular por iones y otros factores químicos	202

## CAPÍTULO 18

<b>Regulación nerviosa de la circulación y control rápido de la presión arterial</b>	204
<b>Regulación nerviosa de la circulación</b>	204
Sistema nervioso autónomo	204
<b>Función del sistema nervioso en el control rápido de la presión arterial</b>	208
Aumento de la presión arterial durante el ejercicio muscular y otros tipos de estrés	208
Mecanismos reflejos para mantener la presión arterial normal	209
Respuesta isquémica del sistema nervioso central: control de la presión arterial por el centro vasomotor del cerebro en respuesta a un descenso del flujo sanguíneo cerebral	212
<b>Características especiales del control nervioso de la presión arterial</b>	213
Función de los nervios y músculos esqueléticos en el incremento del gasto cardíaco y la presión arterial	213
Ondas respiratorias en la presión arterial	214
Ondas «vasomotoras» de presión arterial: oscilación de los sistemas de control reflejo de la presión	214

## CAPÍTULO 19

<b>Función dominante del riñón en la regulación a largo plazo de la presión arterial y en la hipertensión: el sistema integrado de control de la presión</b>	216
<b>Sistema de líquidos renal-corporal para el control de la presión arterial</b>	216
Cuantificación de la diuresis por presión como base del control de la presión arterial	217
La hipertensión arterial crónica se debe a un deterioro de la excreción de líquido renal	220
<b>El sistema renina-angiotensina: su función en el control de la presión y de la hipertensión arterial</b>	223
Componentes del sistema renina-angiotensina	223
Tipos de hipertensión en que interviene la angiotensina: hipertensión provocada por un tumor secretor de renina o por la infusión de angiotensina II	226
Otros tipos de hipertensión provocada por combinaciones de sobrecarga de volumen y vasoconstricción	227
«Hipertensión primaria (esencial)»	228
<b>Resumen del sistema con múltiples aspectos integrados de regulación de la presión arterial</b>	230

## CAPÍTULO 20

<b>Gasto cardíaco, retorno venoso y su regulación</b>	232
<b>Valores normales del gasto cardíaco en reposo y durante la actividad</b>	232
<b>Control del gasto cardíaco por el retorno venoso: función del mecanismo de Frank-Starling del corazón</b>	232
La regulación del gasto cardíaco es la suma de la regulación del flujo sanguíneo	

en todos los tejidos locales del organismo: el metabolismo tisular regula la mayor parte del flujo sanguíneo local	233
El corazón tiene límites en el gasto cardíaco que puede alcanzar	234
¿Qué función desempeña el sistema nervioso en el control del gasto cardíaco?	235
<b>Elevación y disminución patológica del gasto cardíaco</b>	236
Elevación del gasto cardíaco provocada por una reducción de la resistencia periférica total	236
Disminución del gasto cardíaco	237
Un análisis más cuantitativo de la regulación del gasto cardíaco	237
Curvas de gasto cardíaco usadas en el análisis cuantitativo	237
Curvas de retorno venoso	238
Análisis del gasto cardíaco y la presión en la aurícula derecha, mediante curvas de gasto cardíaco y retorno venoso simultáneas	241
<b>Métodos para medir el gasto cardíaco</b>	243
Gasto cardíaco pulsátil medido por un flujómetro electromagnético o ultrasónico	244
Determinación del gasto cardíaco utilizando el principio del oxígeno de Fick	244
Método de dilución de indicadores para medir el gasto cardíaco	244

## CAPÍTULO 21

<b>Flujo sanguíneo muscular y gasto cardíaco durante el ejercicio; la circulación coronaria y la cardiopatía isquémica</b>	246
<b>Flujo sanguíneo en el músculo esquelético y regulación del flujo sanguíneo durante el ejercicio</b>	246
Velocidad del flujo sanguíneo a través de los músculos	246
Control del flujo sanguíneo a través de los músculos esqueléticos	247
Reajustes circulatorios en el organismo durante el ejercicio	247
<b>Circulación coronaria</b>	249
Anatomía normal del aporte sanguíneo coronario	249
Flujo sanguíneo coronario normal	249
Control del flujo sanguíneo coronario	250
Características especiales del metabolismo del músculo cardíaco	251
Cardiopatía isquémica	252
Causas de muerte tras la oclusión coronaria aguda	253
Etapas en la recuperación de un infarto agudo de miocardio	254
Función del corazón tras la recuperación de un infarto de miocardio	255
Dolor en la cardiopatía coronaria	255
Tratamiento quirúrgico de la enfermedad coronaria	256

## CAPÍTULO 22

<b>Insuficiencia cardíaca</b>	258
<b>Dinámica de la circulación en la insuficiencia cardíaca</b>	258
Efectos agudos de la insuficiencia cardíaca moderada	258

Fase crónica de la insuficiencia: la retención hídrica contribuye a compensar el gasto cardíaco	259
Resumen de los cambios que aparecen tras una insuficiencia cardíaca aguda: «insuficiencia cardíaca compensada»	260
Dinámica de la insuficiencia cardíaca Intensa: insuficiencia cardíaca descompensada	261
<b>Insuficiencia cardíaca izquierda unilateral</b>	262
<b>Insuficiencia cardíaca de bajo gasto: shock cardiogénico</b>	262
<b>Edema en los pacientes con Insuficiencia cardíaca</b>	263
<b>Reserva cardíaca</b>	264
Métodos gráficos cuantitativo para el análisis de la insuficiencia cardíaca	265

## CAPÍTULO 23

<b>Válvulas y tonos cardíacos; dinámica de las cardiopatías valvulares y congénitas</b>	269
<b>Tonos cardíacos</b>	269
Tonos cardíacos normales	269
Lesiones valvulares	271
<b>Dinámica circulatoria anormal en la cardiopatía valvular</b>	272
Dinámica de la circulación en la estenosis aórtica y la insuficiencia aórtica	272
Dinámica de la estenosis y la insuficiencia mitrales	273
Dinámica circulatoria durante el ejercicio en pacientes con lesiones valvulares	273
<b>Dinámica circulatoria anormal en las cardiopatías congénitas</b>	274
Conducto arterioso permeable: un cortocircuito izquierda-derecha	274
Tetralogía de Fallot: un cortocircuito derecha-izquierda	275
Causas de anomalías congénitas	276
<b>Uso de la circulación extracorpórea durante la cirugía cardíaca</b>	276
<b>Hipertrofia del corazón en las cardiopatías valvulares y congénitas</b>	276

## CAPÍTULO 24

<b>Shock circulatorio y fisiología de su tratamiento</b>	278
<b>Causas fisiológicas de shock</b>	278
Shock circulatorio provocado por una disminución del gasto cardíaco	278
Shock circulatorio que aparece sin disminución del gasto cardíaco	278
¿Qué ocurre con la presión arterial en el shock circulatorio?	279
El deterioro de los tejidos es el resultado final del shock circulatorio, con independencia de la causa	279
Fases del shock	279
<b>Shock provocado por hipovolemia: shock hemorrágico</b>	279
Relación del volumen de hemorragia con el gasto cardíaco y la presión arterial	279
Shock hemorrágico progresivo y no progresivo	280
Shock irreversible	284

<b>Shock hipovolémico provocado por pérdidas de plasma</b>	284
<b>Shock hipovolémico provocado por traumatismos</b>	285
<b>Shock neurógeno: aumento de la capacidad vascular</b>	285
<b>Shock anafiláctico e histamínico</b>	285
<b>Shock séptico</b>	286
<b>Fisiología del tratamiento en el shock</b>	286
Tratamiento de reposición	286
Tratamiento del shock con simpaticomiméticos: en ocasiones útil, en otras no	287
Otros tratamientos	287
<b>Parada circulatoria</b>	287
Efecto de la parada circulatoria sobre el cerebro	287

## UNIDAD V

### Los líquidos corporales y los riñones

## CAPÍTULO 25

<b>Los compartimientos del líquido corporal: líquidos extracelular e intracelular; líquido intersticial y edema</b>	291
<b>La ingestión y la pérdida de líquido están equilibradas durante las situaciones estables</b>	291
Ingestión diaria de agua	291
Pérdida diaria de agua corporal	291
<b>Compartimientos del líquido corporal</b>	292
Compartimiento del líquido intracelular	293
Compartimiento del líquido extracelular	293
<b>Volumen sanguíneo</b>	293
<b>Constituyentes de los líquidos extracelular e intracelular</b>	293
La composición iónica del plasma y del líquido intersticial es similar	293
Constituyentes importantes del líquido intracelular	295
<b>Medida de los volúmenes de líquido en los diferentes compartimientos hídricos del cuerpo: el principio de la dilución del indicador</b>	295
<b>Determinación de los volúmenes de compartimientos líquidos específicos</b>	295
<b>Regulación del intercambio de líquido y del equilibrio osmótico entre los líquidos intracelular y extracelular</b>	296
<b>Principios básicos de la ósmosis y la presión osmótica</b>	296
<b>El equilibrio osmótico se mantiene entre los líquidos intracelular y extracelular</b>	298
<b>Volumen y osmolalidad de los líquidos intracelular y extracelular en estados anormales</b>	299
Efecto de la adición de una solución salina al líquido extracelular	299
<b>Soluciones de glucosa y otras para la nutrición</b>	301
<b>Anomalías clínicas de la regulación del volumen de líquido: hiponatremia e hipernatremia</b>	301
Causas de hiponatremia: exceso de agua o pérdida de sodio	301

Causas de hipernatremia: pérdida de agua o exceso de sodio	302
<b>Edema: exceso de líquido en los tejidos</b>	302
Edema intracelular	302
Edema extracelular	302
Resumen de las causas del edema extracelular	303
Mecanismos de seguridad que normalmente impiden el edema	304
<b>Líquidos en los «espacios virtuales» del cuerpo</b>	305

## C A P Í T U L O 2 6

### Formación de la orina por los riñones: I. Filtración glomerular, flujo sanguíneo renal y su control

<b>Múltiples funciones del riñón en la homeostasis</b>	307
<b>Anatomía fisiológica de los riñones</b>	308
Organización general de los riñones y de la vía urinaria	308
Irrigación renal	309
La nefrona es la unidad funcional del riñón	310
<b>Micción</b>	311
<b>Anatomía fisiológica y conexiones nerviosas de la vejiga</b>	311
Inervación de la vejiga	312
<b>Transporte de orina desde el riñón hasta los uréteres y la vejiga</b>	312
<b>Llenado de la vejiga y tono de la pared vesical; la cistometrografía</b>	312
<b>Reflejo miccional</b>	312
Facilitación o inhibición de la micción por el encéfalo	313
<b>Anomalías de la micción</b>	313
<b>La formación de orina es resultado del filtrado glomerular, la reabsorción tubular y la secreción tubular</b>	314
Filtración, reabsorción y secreción de diferentes sustancias	315
<b>Filtrado glomerular: el primer paso para la formación de orina</b>	315
Composición del filtrado glomerular	315
El FG es alrededor del 20% del flujo plasmático renal	316
Membrana capilar glomerular	316
<b>Determinantes del FG</b>	317
El aumento del coeficiente de filtración capilar glomerular incrementa el FG	318
El aumento de la presión hidrostática en la cápsula de Bowman reduce el FG	318
El aumento de la presión coloidosmótica capilar glomerular reduce el FG	318
El aumento de la presión hidrostática capilar glomerular incrementa el FG	319
<b>Flujo sanguíneo renal</b>	320
Flujo sanguíneo renal y consumo de oxígeno	320
<b>Determinantes del flujo sanguíneo renal</b>	320
El flujo sanguíneo en los vasos rectos de la médula renal es muy bajo comparado con el flujo en la corteza renal	321
<b>Control fisiológico de la filtración glomerular y del flujo sanguíneo renal</b>	321
La activación del sistema nervioso simpático reduce el FG	321
Control hormonal y por autacoides de la circulación renal	322

### **Autorregulación del FG y del flujo sanguíneo renal**

Importancia de la autorregulación del FG para evitar cambios extremos en la excreción renal	323
Participación de la retroalimentación tubuloglomerular en la autorregulación del FG	323
Autorregulación miógena del flujo sanguíneo renal y del FG	325
Otros factores que aumentan el flujo sanguíneo renal y el FG: ingestión elevada de proteínas y aumento de la glucemia	325

## C A P Í T U L O 2 7

### Formación de la orina por los riñones: II. Procesamiento tubular del filtrado glomerular

<b>Reabsorción y secreción tubular</b>	327
La reabsorción tubular es selectiva y cuantitativamente importante	327
<b>La reabsorción tubular comprende mecanismos pasivos y activos</b>	328
<b>Transporte activo</b>	328
La reabsorción pasiva del agua mediante ósmosis está acoplada sobre todo a la reabsorción de sodio	332
Reabsorción de cloro, urea y otros solutos por difusión pasiva	332
<b>Reabsorción y secreción a lo largo de diferentes partes de la nefrona</b>	333
Reabsorción en el túbulo proximal	333
Transporte de solutos y agua en el asa de Henle	334
Túbulo distal	335
Porción final del túbulo distal y túbulo colector cortical	336
Conducto colector medular	337
Resumen de las concentraciones de diferentes solutos en diferentes segmentos tubulares	338
<b>Regulación de la reabsorción tubular</b>	339
<b>Equilibrio glomerulotubular: la capacidad de los túbulos de aumentar la reabsorción en respuesta a un incremento de la carga tubular</b>	339
Fuerzas físicas en el líquido capilar peritubular y el líquido intersticial	339
Efecto de la presión arterial sobre la diuresis: los mecanismos presión-natriuresis y presión-diuresis	341
Control hormonal de la reabsorción tubular	342
La activación del sistema nervioso simpático aumenta la reabsorción de sodio	343
<b>Uso de los métodos de aclaramiento para cuantificar la función renal</b>	343
El aclaramiento de inulina puede usarse para calcular el FG	344
El aclaramiento de creatinina y la concentración plasmática de creatinina pueden usarse para calcular el FG	344
Es posible emplear el aclaramiento de PAH para estimar el flujo plasmático renal	345
La fracción de filtración se calcula a partir del FG dividido por el flujo plasmático renal	346
Cálculo de la reabsorción o secreción tubular a partir de los aclaramientos renales	346

## CAPÍTULO 28

<b>Regulación de la osmolaridad del líquido extracelular y de la concentración de sodio</b>	348
<b>Los riñones excretan un exceso de agua mediante la formación de una orina diluida</b>	348
La hormona antidiurética controla la concentración de la orina	348
Mecanismos renales para excretar una orina diluida	349
<b>Los riñones conservan agua excretando una orina concentrada</b>	350
Volumen obligatorio de orina	350
Requisitos para excretar una orina concentrada: concentraciones altas de ADH y médula renal hiperosmótica	350
El mecanismo de contracorriente da lugar a un intersticio medular renal hiperosmótico	351
Función del túbulo distal y de los conductos colectores en la excreción de una orina concentrada	352
La urea contribuye a la hiperosmolaridad del intersticio medular renal y a la concentración de la orina	353
El intercambio por contracorriente en los vasos rectos conserva la hiperosmolaridad en la médula renal	354
Resumen del mecanismo de concentración de la orina y de los cambios en la osmolaridad en diferentes segmentos de los túbulos	355
<b>Cuantificación de la concentración y dilución renal de la orina: «agua libre» y aclaramientos osmolares</b>	357
<b>Trastornos en la capacidad de concentrar la orina</b>	357
<b>Control de la osmolaridad y de la concentración de sodio del líquido extracelular</b>	358
Cálculo de la osmolaridad plasmática a partir de la concentración plasmática de sodio	358
<b>Sistema de retroalimentación osmorreceptor-ADH</b>	358
Síntesis de ADH en los núcleos supraópticos y paraventriculares del hipotálamo y liberación de ADH por el lóbulo posterior de la hipófisis	359
Estímulo del reflejo cardiovascular de liberación de ADH por una reducción de la presión arterial, una reducción del volumen sanguíneo o ambas	360
Importancia cuantitativa de los reflejos cardiovasculares y de la osmolaridad en el estímulo de la secreción de ADH	360
Otros estímulos para la secreción de ADH	361
<b>Función de la sed en el control de la osmolaridad y la concentración de sodio en el líquido extracelular</b>	361
Centros de la sed en el sistema nervioso central	361
Estímulos de la sed	361
Umbral del estímulo osmolar para beber	362
Respuestas integradas de los mecanismos osmorreceptor-ADH y de la sed en el control de la osmolaridad y la concentración de sodio en el líquido extracelular	362

Función de la angiotensina II y de la aldosterona en el control de la osmolaridad y la concentración de sodio en el líquido extracelular	362
<b>Mecanismo de apetito por sal para el control de la concentración de sodio y el volumen del líquido extracelular</b>	363

## CAPÍTULO 29

<b>Regulación renal del potasio, el calcio, el fosfato y el magnesio; integración de los mecanismos renales para el control del volumen sanguíneo y del volumen del líquido extracelular</b>	365
<b>Regulación de la excreción y concentración de potasio en el líquido extracelular</b>	365
Regulación de la distribución interna del potasio	366
Visión general de la excreción renal de potasio	367
Secreción de potasio en las células principales de la porción final del túbulo distal y del túbulo colector cortical	367
Resumen de factores que regulan la secreción de potasio: la concentración plasmática de potasio, la aldosterona, el flujo tubular y la concentración de iones hidrógeno	368
<b>Control de la excreción renal de calcio y de la concentración extracelular del ion calcio</b>	371
Control de la excreción de calcio en los riñones	372
Regulación de la excreción renal de fosfato	372
<b>Control de la excreción renal de magnesio y de la concentración extracelular del ion magnesio</b>	373
<b>Integración de los mecanismos renales de control del líquido extracelular</b>	373
La excreción de sodio se iguala de forma precisa con su ingestión en condiciones estables	373
La excreción de sodio se controla alterando la filtración glomerular o la reabsorción tubular de sodio	374
<b>Importancia de la natriuresis por presión y de la diuresis por presión en el mantenimiento del equilibrio corporal del sodio y del líquido</b>	374
La natriuresis y la diuresis por presión son componentes clave de una retroalimentación renal-líquido corporal para regular los volúmenes de líquido corporal y la presión arterial	375
Precisión de la regulación del volumen sanguíneo y del volumen de líquido extracelular	376
<b>Distribución del líquido extracelular entre los espacios intersticiales y el sistema vascular</b>	376
<b>Los factores nerviosos y hormonales aumentan la eficacia del control por retroalimentación renal-líquido corporal</b>	377
El sistema nervioso simpático controla la excreción renal: reflejos del barorreceptor arterial y del receptor del estiramiento de presión baja	377
Función de la angiotensina II en el control de la excreción renal	377

Función de la aldosterona en el control de la excreción renal	379	<b>Combinación del exceso de iones hidrógeno con los amortiguadores de fosfato y amoníaco en el túbulo: un mecanismo para generar «nuevos» iones bicarbonato</b>	392
Función de la ADH en el control de la excreción renal de agua	379	El sistema amortiguador de fosfato transporta el exceso de iones hidrógeno en la orina y genera nuevo bicarbonato	393
Función del péptido natriurético auricular en el control de la excreción renal	379	Excreción del exceso de iones hidrógeno y generación de nuevo bicarbonato mediante el sistema amortiguador del amoníaco	393
<b>Respuestas integradas a los cambios en la ingestión de sodio</b>	380	<b>Cuantificación de la excreción acidobásica renal</b>	394
<b>Trastornos que dan lugar a aumentos grandes del volumen sanguíneo y del volumen del líquido extracelular</b>	380	Regulación de la secreción tubular renal del ion hidrógeno	395
Aumento del volumen sanguíneo y del volumen de líquido extracelular debido a cardiopatías	380	<b>Corrección renal de la acidosis: aumento de la excreción de iones hidrógeno y adición de iones bicarbonato al líquido extracelular</b>	396
Aumento del volumen sanguíneo causado por el incremento de la capacidad de la circulación	381	La acidosis reduce el cociente $\text{HCO}_3^-/\text{H}^+$ en el líquido tubular renal	396
<b>Trastornos que provocan un gran aumento del volumen de líquido extracelular pero con un volumen sanguíneo normal</b>	381	<b>Corrección renal de la alcalosis: menor secreción tubular de iones hidrógeno y mayor excreción de iones bicarbonato</b>	396
Síndrome nefrótico: pérdida de proteínas plasmáticas en la orina y retención renal de sodio	381	La alcalosis aumenta el cociente $\text{HCO}_3^-/\text{H}^+$ en el líquido tubular renal	396
Cirrosis hepática: menor síntesis hepática de proteínas plasmáticas y retención renal de sodio	381	<b>Causas clínicas de los trastornos acidobásicos</b>	397
<b>C A P Í T U L O 3 0</b>		La acidosis respiratoria se debe a una reducción de la ventilación y a un aumento de la $\text{PCO}_2$	397
<b>Regulación del equilibrio acidobásico</b>	383	La alcalosis respiratoria se debe a un aumento de la ventilación y una reducción de la $\text{PCO}_2$	397
<b>La concentración de iones hidrógeno está regulada de una forma precisa</b>	383	La acidosis metabólica se debe a una reducción de la concentración de bicarbonato en el líquido extracelular	397
<b>Ácidos y bases: su definición y significado</b>	383	La alcalosis metabólica se debe a un aumento de la concentración de bicarbonato en el líquido extracelular	398
<b>Defensas frente a los cambios en la concentración del ion hidrógeno: amortiguadores, pulmones y riñones</b>	384	<b>Tratamiento de la acidosis o de la alcalosis</b>	398
<b>Amortiguación de los iones hidrógeno en los líquidos corporales</b>	385	<b>Medidas y análisis clínicos de los trastornos acidobásicos</b>	398
<b>El sistema amortiguador del bicarbonato</b>	385	Trastornos acidobásicos complejos y uso del nomograma acidobásico para el diagnóstico	399
Dinámica cuantitativa del sistema amortiguador del bicarbonato	385	Uso del hiato aniónico para diagnosticar los trastornos acidobásicos	399
<b>El sistema amortiguador del fosfato</b>	387	<b>C A P Í T U L O 3 1</b>	
<b>Las proteínas: amortiguadores intracelulares importantes</b>	387	<b>Nefropatías y diuréticos</b>	402
Principio isohídrico: todos los amortiguadores de una solución común se encuentran en equilibrio con la misma concentración de iones hidrógeno	388	<b>Los diuréticos y su mecanismos de acción</b>	402
<b>Regulación respiratoria del equilibrio acidobásico</b>	388	Los diuréticos osmóticos reducen la reabsorción de agua al aumentar la presión osmótica del líquido tubular	402
La espiración pulmonar de $\text{CO}_2$ equilibra su producción metabólica	388	Los diuréticos de «asa» reducen la reabsorción activa de sodio-cloro-potasio en la rama ascendente gruesa del asa de Henle	403
El aumento de la ventilación pulmonar reduce la concentración de iones hidrógeno en el líquido extracelular y eleva el pH	388	Los diuréticos tiazídicos inhiben la reabsorción de sodio-cloro en la primera parte del túbulo distal	404
El aumento de la concentración de iones hidrógeno estimula la ventilación alveolar	389	Los inhibidores de la anhidrasa carbónica bloquean la reabsorción de sodio-bicarbonato en los túbulos proximales	404
<b>Control renal del equilibrio acidobásico</b>	390	Los inhibidores competitivos de la aldosterona reducen la reabsorción de sodio y la secreción de potasio en el túbulo colector cortical	404
<b>Secreción de iones hidrógeno y reabsorción de iones bicarbonato por los túbulos renales</b>	390	Los diuréticos que bloquean los canales del sodio en los túbulos colectores reducen la reabsorción de sodio	404
Los iones hidrógeno se secretan mediante transporte activo secundario en los segmentos tubulares proximales	391		
Los iones bicarbonato filtrado son reabsorbidos gracias a la interacción con los iones hidrógeno en los túbulos	391		
Secreción activa primaria de iones hidrógeno por las células intercaladas de la porción final de los túbulos distales y los túbulos colectores	392		

<b>Nefropatías</b>	404
<b>Insuficiencia renal aguda</b>	404
Insuficiencia renal aguda prerrenal causada por una reducción del aporte sanguíneo al riñón	405
Insuficiencia renal aguda intrarrenal causada por anomalías dentro del riñón	405
Insuficiencia renal aguda posrenal causada por anomalías de la vía urinaria inferior	406
Efectos fisiológicos de la insuficiencia renal aguda	406
<b>Insuficiencia renal crónica: una reducción irreversible del número de nefronas funcionales</b>	406
El círculo vicioso de la insuficiencia renal crónica lleva a una nefropatía terminal	407
La lesión de los vasos renales como causa de insuficiencia renal crónica	408
La lesión de los glomérulos como causa de insuficiencia renal crónica: glomerulonefritis	408
La lesión del intersticio renal como causa de insuficiencia renal crónica: pielonefritis	409
Síndrome nefrótico: excreción de proteínas en la orina por un aumento de la permeabilidad glomerular	409
Función de la nefrona en la insuficiencia renal crónica	409
Efectos de la insuficiencia renal en los líquidos corporales: uremia	411
Hipertensión y nefropatía	412
<b>Trastornos tubulares específicos</b>	413
<b>Tratamiento de la insuficiencia renal mediante la diálisis con un riñón artificial</b>	414

## U N I D A D V I

### Células sanguíneas, inmunidad y coagulación sanguínea

<b>CAPÍTULO 3 2</b>	
<b>Eritrocitos, anemia y policitemia</b>	419
<b>Eritrocitos (hematíes)</b>	419
Producción de eritrocitos	420
Formación de hemoglobina	423
Metabolismo del hierro	425
Vida y destrucción de los eritrocitos	426
<b>Anemias</b>	426
Efectos de la anemia sobre la función del sistema circulatorio	427
<b>Policitemia</b>	427
Efecto de la policitemia sobre la función del aparato circulatorio	428

<b>CAPÍTULO 3 3</b>	
<b>Resistencia del organismo a la infección: I. Leucocitos, granulocitos, sistema monocito-macrofágico e inflamación</b>	429
<b>Leucocitos (células blancas sanguíneas)</b>	429
Características generales de los leucocitos	429
Génesis de los leucocitos	430
Ciclo vital de los leucocitos	431

<b>Los neutrófilos y los macrófagos defienden frente a la infección</b>	431
Fagocitosis	431
<b>Sistema monocito-macrofágico (sistema reticuloendotelial)</b>	432
<b>Inflamación: participación de los neutrófilos y los macrófagos</b>	434
Inflamación	434
Respuestas del macrófago y el neutrófilo durante la inflamación	434
<b>Eosinófilos</b>	436
<b>Basófilos</b>	436
<b>Leucopenia</b>	436
<b>Las leucemias</b>	437
Efectos de la leucemia sobre el cuerpo	437

## C A P Í T U L O 3 4

### Resistencia del organismo a la infección:

<b>II. Inmunidad y alergia</b>	439
<b>Inmunidad innata</b>	439
<b>Inmunidad adquirida (adaptativa)</b>	439
Tipos básicos de inmunidad adquirida	440
Los dos tipos de inmunidad adquirida los inician los antígenos	440
Los linfocitos son los responsables de la Inmunidad adquirida	440
Pre-procesamiento de los linfocitos T y B	441
Los linfocitos T y los anticuerpos del linfocito B reaccionan de forma muy específica con antígenos específicos: función de los clones de linfocitos	442
Origen de los muchos clones de linfocitos	442
Atributos específicos del sistema del linfocito B: la inmunidad humoral y los anticuerpos	443
Atributos especiales del sistema del linfocito T: los linfocitos T activados y la inmunidad celular	446
Varios tipos de linfocitos T y sus diferentes funciones	446
Tolerancia del sistema de la Inmunidad adquirida frente a los tejidos propios: función del pre-procesamiento en el timo y en la médula ósea	448
Inmunización mediante inyección de antígenos	448
Inmunidad pasiva	449
<b>Alergia e hipersensibilidad</b>	449
Alergia causada por linfocitos T activados: alergia retardada	449
La alergia en la persona «alérgica» que tiene un exceso de anticuerpos IgE	449

## C A P Í T U L O 3 5

<b>Grupos sanguíneos; transfusión; trasplante de órganos y de tejidos</b>	451
<b>La antigenicidad provoca reacciones inmunitarias en la sangre</b>	451
<b>Grupos sanguíneos O-A-B</b>	451
Antígenos A y B: aglutinógenos	451
Aglutininas	452
Proceso de aglutinación en las reacciones transfusionales	452
Tipaje de la sangre	453
<b>Tipos sanguíneos Rh</b>	453
Respuesta Inmunitaria al Rh	453

Reacciones transfusionales resultantes del emparejamiento erróneo de tipos sanguíneos	454
<b>Trasplante de tejidos y órganos</b>	455
Intentos de superar las reacciones inmunitarias en los tejidos trasplantados	455

## C A P Í T U L O 3 6

<b>Hemostasia y coagulación sanguínea</b>	457
<b>Acontecimientos en la hemostasia</b>	457
Espasmo vascular	457
Formación del tapón plaquetario	457
Coagulación sanguínea en el vaso roto	458
Organización fibrosa o disolución del coágulo sanguíneo	459
<b>Mecanismo de la coagulación de la sangre</b>	459
Conversión de la protrombina en trombina	459
Conversión del fibrinógeno en fibrina: formación del coágulo	460
Círculo vicioso de la formación del coágulo	460
Inicio de la coagulación: formación del activador de la protrombina	461
Prevención de la coagulación sanguínea en el sistema vascular normal: anticoagulantes intravasculares	463
Lisis de los coágulos sanguíneos: plasmina	464
<b>Enfermedades que causan hemorragia excesiva en los seres humanos</b>	464
Disminución de la protrombina, el factor VII, el factor IX y el factor X causadas por deficiencia de vitamina K	464
Hemofilia	465
Trombocitopenia	465
<b>Enfermedades tromboembólicas en el ser humano</b>	465
Trombosis venosa femoral y embolia pulmonar masiva	466
Coagulación intravascular diseminada	466
<b>Anticoagulantes para uso clínico</b>	466
Heparina como un anticoagulante intravenoso	466
Cumarinas como anticoagulantes	466
Prevención de la coagulación sanguínea fuera del cuerpo	466
<b>Pruebas de coagulación sanguínea</b>	467
Tiempo de hemorragia	467
Tiempo de coagulación	467
Tiempo de protrombina	467

## U N I D A D V I I

### Respiración

## C A P Í T U L O 3 7

<b>Ventilación pulmonar</b>	471
<b>Mecánica de la ventilación pulmonar</b>	471
Músculos que causan la expansión y contracción pulmonar	471
Movimiento de entrada y salida de aire de los pulmones y presiones que originan el movimiento	472
Efecto de la caja torácica sobre la expansibilidad pulmonar	474
«Trabajo» de la respiración	475

<b>Volúmenes y capacidades pulmonares</b>	475
Registro de las variaciones del volumen pulmonar: espirometría	475
Abreviaturas y símbolos utilizados en las pruebas de función respiratoria	476
Determinación de la capacidad residual funcional, el volumen residual y la capacidad pulmonar total: método de dilución de helio	476
<b>El volumen minuto equivale a la frecuencia respiratoria multiplicada por el volumen corriente</b>	477
<b>Ventilación alveolar</b>	477
Espacio «muerto» y su efecto sobre la ventilación alveolar	477
Frecuencia de la ventilación alveolar	478
<b>Funciones de las vías respiratorias</b>	478
Tráquea, bronquios y bronquiolos	478
Funciones respiratorias normales de la nariz	480
Vocalización	481

## C A P Í T U L O 3 8

<b>Circulación pulmonar, edema pulmonar, líquido pleural</b>	483
<b>Anatomía fisiológica del sistema circulatorio pulmonar</b>	483
<b>Presiones en el sistema pulmonar</b>	483
<b>Volumen sanguíneo de los pulmones</b>	484
<b>Flujo sanguíneo a través de los pulmones y su distribución</b>	485
<b>Efecto de los gradientes de presión hidrostática de los pulmones sobre el flujo sanguíneo pulmonar regional</b>	485
Zonas 1, 2 y 3 del flujo sanguíneo pulmonar	485
Efecto del aumento del gasto cardíaco sobre el flujo sanguíneo pulmonar y la presión arterial pulmonar durante el ejercicio intenso	486
Función de la circulación pulmonar cuando la presión auricular izquierda se eleva como consecuencia de una insuficiencia cardíaca izquierda	487
<b>Dinámica capilar pulmonar</b>	487
Intercambio capilar de líquido en los pulmones y dinámica del líquido intersticial pulmonar	487
Edema pulmonar	488
<b>Líquido en la cavidad pleural</b>	489

## C A P Í T U L O 3 9

<b>Principios básicos del intercambio gaseoso; difusión de oxígeno y dióxido de carbono a través de la membrana respiratoria</b>	491
<b>Física de la difusión gaseosa y presiones parciales de gases</b>	491
Base molecular de la difusión gaseosa	491
Presiones gaseosas en una mezcla de gases: «presiones parciales» de gases individuales	491
Presiones de gases disueltos en agua y tejidos	492
Presión de vapor de agua	492
Difusión de gases a través de líquidos: la diferencia de presión provoca difusión neta	493
Difusión de gases a través de tejidos	493
<b>Composición del aire alveolar: relación con el aire atmosférico</b>	493

Velocidad con que se renueva el aire alveolar por el aire atmosférico	494
Concentración y presión parcial de oxígeno en los alvéolos	494
Concentración y presión parcial de CO <sub>2</sub> en los alvéolos	495
Aire espirado	495
<b>Difusión de gases a través de la membrana respiratoria</b>	496
Factores que influyen en la velocidad de difusión gaseosa a través de la membrana respiratoria	497
Capacidad de difusión de la membrana respiratoria	498
<b>Efecto del cociente de ventilación-perfusión sobre la concentración de gas alveolar</b>	499
Diagrama PO <sub>2</sub> -PCO <sub>2</sub> , $\dot{V}_A/\dot{Q}$	500
Concepto de «cortocircuito fisiológico» (cuando $\dot{V}_A/\dot{Q}$ es menor de lo normal)	500
Concepto de «espacio muerto fisiológico» (cuando $\dot{V}_A/\dot{Q}$ es mayor de lo normal)	500
Anomalías del cociente de ventilación-perfusión	501
<b>C A P Í T U L O 4 0</b>	
<b>Transporte de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre y los líquidos tisulares</b>	502
<b>Transporte de oxígeno desde los pulmones a los tejidos del organismo</b>	502
Difusión de oxígeno desde los alvéolos a la sangre capilar pulmonar	502
Transporte de oxígeno en la sangre arterial	503
Difusión de oxígeno desde los capilares periféricos al líquido tisular	503
Difusión de oxígeno desde los capilares periféricos a las células de los tejidos	504
Difusión de dióxido de carbono desde las células de los tejidos periféricos a los capilares y desde los capilares pulmonares a los alvéolos	504
Función de la hemoglobina en el transporte del oxígeno	505
Combinación reversible del oxígeno con la hemoglobina	505
Efecto de la hemoglobina para «amortiguar» la PO <sub>2</sub> tisular	507
Factores que desplazan la curva de disociación oxígeno-hemoglobina: su importancia en el transporte del oxígeno	507
Uso metabólico del oxígeno por las células	508
Transporte del oxígeno en estado disuelto	509
Combinación de la hemoglobina con el monóxido de carbono: desplazamiento del oxígeno	509
<b>Transporte del dióxido de carbono en la sangre</b>	510
Formas químicas en que se transporta el dióxido de carbono	510
Curva de disociación del dióxido de carbono	511
Cuando el oxígeno se une a la hemoglobina, se libera dióxido de carbono (efecto Haldane) para aumentar el transporte de CO <sub>2</sub>	511
Variación de la acidez de la sangre durante el transporte del dióxido de carbono	512
<b>Cociente de intercambio respiratorio</b>	512

<b>C A P Í T U L O 4 1</b>	
<b>Regulación de la respiración</b>	514
<b>Centro respiratorio</b>	514
Grupo respiratorio dorsal de neuronas: control de la inspiración y del ritmo respiratorio	514
Un centro neumotáxico limita la duración de la inspiración y aumenta la frecuencia respiratoria	515
Grupo respiratorio ventral de neuronas: funciones en la inspiración y la espiración	515
Las señales de Insuflación pulmonar limitan la inspiración: el reflejo de Insuflación de Hering-Breuer	515
Control de la actividad global del centro respiratorio	516
<b>Control químico de la respiración</b>	516
Control químico directo de la actividad del centro respiratorio por el dióxido de carbono y los iones hidrógeno	516
<b>Sistema de quimiorreceptores periféricos para controlar la actividad respiratoria: función del oxígeno en el control respiratorio</b>	518
Efectos combinados de la PCO <sub>2</sub> , el pH y la PO <sub>2</sub> sobre la ventilación alveolar	519
<b>Regulación de la respiración durante el ejercicio</b>	520
<b>Otros factores que influyen en la respiración</b>	521
Respiración periódica	522
Apnea del sueño	522

<b>C A P Í T U L O 4 2</b>	
<b>Insuficiencia respiratoria: fisiopatología, diagnóstico, oxigenoterapia</b>	524
Métodos útiles para estudiar las anomalías respiratorias	524
Estudio de los gases y el pH en la sangre	524
Determinación del flujo espiratorio máximo	525
Capacidad vital espiratoria forzada y volumen respiratorio máximo	526
<b>Peculiaridades fisiológicas de algunas alteraciones pulmonares concretas</b>	526
Enfiseema pulmonar crónico	526
Neumonía	527
Atelectasia	528
Asma	529
Tuberculosis	529
<b>Hipoxia y oxigenoterapia</b>	530
Oxigenoterapia en diferentes tipos de hipoxia	530
Cianosis	531
<b>Hipercapnia</b>	531
Disnea	532
<b>Respiración artificial</b>	532

## U N I D A D V I I I

### Fisiología de la aviación, el espacio y el buceo en profundidad

<b>C A P Í T U L O 4 3</b>	
<b>Fisiología de la aviación, las grandes alturas y el espacio</b>	537
<b>Efectos de una presión de oxígeno baja sobre el organismo</b>	537
PO <sub>2</sub> alveolar a distintas alturas	537

Efecto de la respiración de oxígeno puro sobre la PO <sub>2</sub> alveolar a diferentes alturas	538
Efectos agudos de la hipoxia	539
Aclimatación a una PO <sub>2</sub> baja	539
Aclimatación natural de los nativos que viven a grandes alturas	540
Capacidad de trabajo reducida a grandes alturas y efecto positivo de la aclimatación	540
Mal de las alturas agudo y edema pulmonar de las grandes alturas	541
Mal de las alturas crónico	541
<b>Efectos de las fuerzas de aceleración sobre el organismo en la fisiología de la aviación y el espacio</b>	541
Fuerzas de aceleración centrífugas	541
Efectos de las fuerzas de aceleración lineales sobre el organismo	542
«Clima artificial» en las naves espaciales selladas herméticamente	543
Ingravidéz en el espacio	543

## C A P Í T U L O 4 4

<b>Fisiología del buceo en profundidad y otras situaciones hiperbáricas</b>	545
<b>Efecto de las presiones parciales elevadas de gases individuales sobre el organismo</b>	545
Narcosis por nitrógeno a presiones de este gas elevadas	545
Toxicidad por el oxígeno a presiones elevadas	546
Toxicidad por el dióxido de carbono a grandes profundidades en el mar	547
Descompresión del buceador tras una exposición excesiva a una presión elevada	548
<b>Submarinismo (equipo autónomo de respiración subacuática)</b>	549
<b>Problemas fisiológicos especiales en los submarinos</b>	550
<b>Oxigenoterapia hiperbárica</b>	550

## U N I D A D I X

### El sistema nervioso:

#### A. Principios generales y fisiología de la sensibilidad

## C A P Í T U L O 4 5

<b>Organización del sistema nervioso, funciones básicas de las sinapsis, «sustancias transmisoras»</b>	555
<b>Diseño general del sistema nervioso</b>	555
La neurona: unidad funcional básica del sistema nervioso central	555
Porción sensitiva del sistema nervioso: receptores sensitivos	555
Porción motora del sistema nervioso: efectores	556
Procesamiento de la información: función «integradora» del sistema nervioso	556
Almacenamiento de la información: memoria	557
<b>Principales niveles de función del sistema nervioso central</b>	557
Nivel medular	558
Nivel encefálico inferior o subcortical	558
Nivel encefálico superior o cortical	558

<b>Comparación del sistema nervioso con un ordenador</b>	558
<b>Sinapsis del sistema nervioso central</b>	559
Tipos de sinapsis: químicas y eléctricas	559
Anatomía fisiológica de la sinapsis	559
Sustancias químicas que actúan como transmisores sinápticos	562
Fenómenos eléctricos durante la excitación neuronal	564
Fenómenos eléctricos durante la inhibición neuronal	566
Funciones especiales de las dendritas para excitar a las neuronas	568
Relación del estado de excitación de la neurona con la frecuencia de descarga	569
<b>Algunas características especiales de la transmisión sináptica</b>	570

## C A P Í T U L O 4 6

<b>Receptores sensitivos, circuitos neuronales para el procesamiento de la información</b>	572
<b>Tipos de receptores sensitivos y estímulos sensitivos que detectan</b>	572
Sensibilidad diferencial de los receptores	572
<b>Transducción de estímulos sensitivos en impulsos nerviosos</b>	573
Corrientes eléctricas locales en las terminaciones nerviosas: potenciales de receptor	573
Adaptación de los receptores	575
<b>Fibras nerviosas que transmiten diferentes tipos de señales y su clasificación fisiológica</b>	576
<b>Transmisión de señales de diferente intensidad por los fascículos nerviosos: sumación espacial y temporal</b>	577
<b>Transmisión y procesamiento de las señales en grupos neuronales</b>	578
Transmisión de señales a través de grupos neuronales	579
Prolongación de una señal por un grupo neuronal: «posdescarga»	581
<b>Inestabilidad y estabilidad de los circuitos neuronales</b>	583
Circuitos inhibidores como mecanismo para estabilizar la función del sistema nervioso	583
Fatiga sináptica como medio para estabilizar el sistema nervioso	583

## C A P Í T U L O 4 7

<b>Sensibilidades somáticas:</b>	
<b>I. Organización general, las sensaciones táctil y posicional</b>	585
<b>Clasificación de las sensibilidades somáticas</b>	585
<b>Detección y transmisión de las sensaciones táctiles</b>	585
Detección de la vibración	587
<b>Cosquilleo y picor</b>	587
<b>Vías sensitivas para la transmisión de señales somáticas en el sistema nervioso central</b>	587
Sistema de la columna dorsal-lemnisco medial	588
Sistema anterolateral	588

<b>Transmisión por el sistema de la columna dorsal-lemnisco medial</b>	588
Anatomía del sistema de la columna dorsal-lemnisco medial	588
Corteza somatosensitiva	589
Áreas de asociación somatosensitiva	592
Características generales de la transmisión y el análisis de las señales en el sistema de la columna dorsal-lemnisco medial	592
Interpretación de la intensidad de los estímulos sensitivos	593
Estimación de la intensidad de los estímulos	594
Sensibilidades posicionales	594
<b>Transmisión de señales sensitivas menos esenciales por la vía anterolateral</b>	595
Anatomía de la vía anterolateral	595
<b>Algunos aspectos especiales del funcionamiento somatosensitivo</b>	596
Función del tálamo en la sensibilidad somática	596
Control cortical de la sensibilidad sensitiva: señales «corticófugas»	597
Campos segmentarios de la sensación: los dermatomas	597
<b>C A P Í T U L O 4 8</b>	
<b>Sensibilidades somáticas: II. Dolor, cefalea y sensibilidad térmica</b>	598
<b>Tipos de dolor y sus cualidades: dolor rápido y dolor lento</b>	598
<b>Receptores para el dolor y su estimulación</b>	598
Velocidad de la lesión tisular como estímulo para el dolor	599
<b>Vías dobles para la transmisión de las señales de dolor en el sistema nervioso central</b>	600
Vías dobles para el dolor en la médula y en el tronco del encéfalo: los fascículos neoespinal y paleoespinal	600
<b>Sistema de supresión del dolor («analgesia») en el encéfalo y en la médula espinal</b>	602
Sistema de opioides cerebrales: endorfinas y encefalinas	603
Inhibición de la transmisión del dolor mediante la presencia de señales sensitivas táctiles simultáneas	603
Tratamiento del dolor mediante estimulación eléctrica	603
<b>Dolor referido</b>	603
<b>Dolor visceral</b>	604
Causas del dolor visceral verdadero «Dolor parietal» provocado por enfermedades viscerales	604
Localización del dolor visceral: vías de transmisión del dolor «visceral» y «parietal»	604
<b>Algunas alteraciones clínicas del dolor y de otras sensibilidades somáticas</b>	605
Hiperalgesia	605
Herpes zóster	605
Tic doloroso	606
Síndrome de Brown-Séquard	606
<b>Cefalea</b>	606
Cefalea de origen intracraneal	606
Tipos extracraneales de cefalea	607
<b>Sensibilidad térmica</b>	608
Receptores térmicos y su excitación	608
Transmisión de señales térmicas en el sistema nervioso	609

## U N I D A D X

### El sistema nervioso: B. Los sentidos especiales

#### C A P Í T U L O 4 9

<b>El ojo: I. Óptica de la visión</b>	613
Principios físicos de la óptica	613
Refracción de la luz	613
Aplicación de los principios de la refracción a las lentes	613
Distancia focal de una lente	615
Formación de una imagen por una lente convexa	616
Determinación del poder dióptrico de una lente: «dioptría»	616
<b>Óptica del ojo</b>	617
El ojo como una cámara	617
Mecanismo de «acomodación»	617
Diámetro pupilar	618
Errores de refracción	619
Agudeza visual	621
Determinación de la distancia de un objeto al ojo: «percepción de la profundidad»	621
<b>El oftalmoscopio</b>	622
<b>Sistema humoral del ojo: líquido intraocular</b>	623
Formación del humor acuoso por el cuerpo ciliar	623
Salida del humor acuoso desde el ojo	623
Presión intraocular	624

#### C A P Í T U L O 5 0

<b>El ojo: II. Función receptora y nerviosa de la retina</b>	626
<b>Anatomía y función de los elementos estructurales de la retina</b>	626
<b>Fotoquímica de la visión</b>	628
Ciclo visual rodopsina-retinal y excitación de los bastones	629
Regulación automática de la sensibilidad retiniana: adaptación a la luz y a la oscuridad	631
<b>Visión en color</b>	632
Mecanismo tricolor para la detección del color	632
Daltonismo	633
<b>Función nerviosa de la retina</b>	633
Circuitos nerviosos de la retina	633
Células ganglionares y fibras del nervio óptico	636
Excitación de las células ganglionares	637

#### C A P Í T U L O 5 1

<b>El ojo: III. Neurofisiología central de la visión</b>	640
<b>Vías visuales</b>	640
Función del núcleo geniculado lateral dorsal del tálamo	640
<b>Organización y función de la corteza visual</b>	641
Estructura laminar de la corteza visual primaria	642
Dos vías importantes para el análisis de la información visual: 1) la vía rápida de la «posición» y el «movimiento»; 2) la vía de la exactitud del color	643
<b>Patrones neuronales de estimulación durante el análisis de una imagen visual</b>	643
Detección del color	644

Efecto de la extirpación de la corteza visual primaria	644
<b>Campos visuales; campimetría</b>	644
<b>Movimientos oculares y su control</b>	645
Movimientos oculares de fijación	645
«Fusión» de las imágenes visuales de ambos ojos	647
<b>Control autónomo de la acomodación y de la apertura pupilar</b>	648
Control de la acomodación (enfoque de los ojos)	649
Control del diámetro pupilar	649

## CAPÍTULO 52

<b>El sentido de la audición</b>	651
<b>La membrana timpánica y el sistema de huesecillos</b>	651
Conducción del sonido desde la membrana timpánica hasta la cóclea	651
Transmisión del sonido a través del hueso	652
<b>Cóclea</b>	652
Anatomía funcional de la cóclea	652
Transmisión de las ondas sonoras en la cóclea: la «onda viajera»	654
Función del órgano de Corti	655
Determinación de la frecuencia del sonido: el principio de la «posición»	656
Determinación del volumen	656
<b>Mecanismos auditivos centrales</b>	657
Vías nerviosas auditivas	657
Función de la corteza cerebral en la audición	658
Determinación de la dirección de la que procede el sonido	660
Señales centrífugas desde el sistema nervioso central hasta los centros auditivos inferiores	660
<b>Alteraciones de la audición</b>	660
Tipos de sordera	660

## CAPÍTULO 53

<b>Los sentidos químicos: gusto y olfato</b>	663
<b>Sentido del gusto</b>	663
Sensaciones gustativas primarias	663
Yemas gustativas y su función	664
Transmisión de las señales gustativas en el sistema nervioso central	665
Preferencias gustativas y control del régimen alimentario	666
<b>Sentido del olfato</b>	667
Membrana olfatoria	667
Estimulación de las células olfatorias	667
Transmisión de las señales olfatorias en el sistema nervioso central	669

## UNIDAD XI

### El sistema nervioso: C. Neurofisiología motora e integradora

## CAPÍTULO 54

<b>Funciones motoras de la médula espinal: los reflejos medulares</b>	673
<b>Organización de la médula espinal para las funciones motoras</b>	674

<b>Receptores sensitivos musculares (husos musculares y órganos tendinosos de Golgi) y sus funciones en el control muscular</b>	675
Función receptora del huso muscular	675
Reflejo miotático muscular	676
Intervención del huso muscular en la actividad motora voluntaria	678
Aplicaciones clínicas del reflejo miotático	678
Reflejo tendinoso de Golgi	679
Función de los husos musculares y los órganos tendinosos de Golgi en combinación con el control motor desde niveles cerebrales superiores	680
<b>Reflejo flexor y reflejos de retirada</b>	680
<b>Reflejo extensor cruzado</b>	681
<b>Inhibición e inervación recíprocas</b>	681
<b>Reflejos posturales y locomotores</b>	682
Reflejos posturales y locomotores de la médula	682
<b>Reflejo de rascado</b>	683
<b>Reflejos medulares que causan un espasmo muscular</b>	683
<b>Reflejos autónomos de la médula espinal</b>	683
<b>Sección de la médula espinal y shock medular</b>	684

## CAPÍTULO 55

<b>Control de la función motora por la corteza y el tronco del encéfalo</b>	685
<b>Corteza motora y fascículo corticoespinal</b>	685
Corteza motora primaria	685
Área premotora	686
Área motora suplementaria	686
Algunas áreas especializadas de control motor identificadas en la corteza motora humana	686
Transmisión de señales desde la corteza motora a los músculos	687
Vías nerviosas recibidas por la corteza motora	688
<b>El núcleo rojo actúa como una vía alternativa para transmitir señales corticales a la médula espinal</b>	688
<b>Sistema «extrapiramidal»</b>	689
Excitación de las áreas de control motor medulares por la corteza motora primaria y el núcleo rojo	689
<b>Función del tronco del encéfalo en el control de la función motora</b>	691
Soporte del cuerpo contra la gravedad: función de los núcleos reticulares y vestibulares	691
<b>Sensaciones vestibulares y mantenimiento del equilibrio</b>	692
Aparato vestibular	692
Función del utrículo y el sáculo en el mantenimiento del equilibrio estático	694
Detección de la rotación de la cabeza por los conductos semicirculares	695
Mecanismos vestibulares para estabilizar los ojos	696
Otros factores relacionados con el equilibrio	696
<b>Funciones de los núcleos del tronco del encéfalo para el control de los movimientos estereotipados subconscientes</b>	697

## CAPÍTULO 56

**Contribuciones del cerebelo y los ganglios basales al control motor global**

<b>El cerebelo y sus funciones motoras</b>	698
Áreas anatómicas funcionales del cerebelo	699
Circuito neuronal del cerebelo	700
Función del cerebelo en el control motor global	703
Anomalías clínicas del cerebelo	706
<b>Ganglios basales: sus funciones motoras</b>	707
Función de los ganglios basales en la ejecución de los patrones de actividad motora: el circuito del putamen	708
Función de los ganglios basales en el control cognitivo de las secuencias de los patrones motores: el circuito del caudado	709
Función de los ganglios basales para modificar la secuencia de los movimientos y graduar su intensidad	709
Funciones de las sustancias neurotransmisoras específicas en el sistema de los ganglios basales	710
Síndromes clínicos ocasionados por la lesión de los ganglios basales	711
<b>Integración de las numerosas partes del sistema de control motor total</b>	712
Nivel medular	712
Nivel rombencefálico	712
Nivel de la corteza motora	712
¿Qué nos impulsa a la acción?	713

## CAPÍTULO 57

**Corteza cerebral, funciones intelectuales del cerebro, aprendizaje y memoria**

<b>Anatomía fisiológica de la corteza cerebral</b>	714
<b>Funciones cumplidas por áreas corticales específicas</b>	715
<b>Áreas de asociación</b>	716
Función interpretativa global de la parte posterior del lóbulo temporal superior: «área de Wernicke» (un área general de interpretación)	718
Funciones de la corteza parietooccipitotemporal en el hemisferio no dominante	719
Funciones intelectuales superiores de las áreas de asociación prefrontales	719
<b>Función del cerebro en la comunicación: recepción y emisión del lenguaje</b>	721
<b>Función del cuerpo caloso y de la comisura anterior para transmitir los pensamientos, recuerdos, aprendizaje y otros tipos de información entre los dos hemisferios cerebrales</b>	722
<b>Pensamientos, conciencia y memoria</b>	723
Memoria: funciones de la facilitación y la inhibición sinápticas	723
Memoria a corto plazo	724
Memoria a medio plazo	724
Memoria a largo plazo	725
Consolidación de la memoria	726

## CAPÍTULO 58

**Mecanismos encefálicos del comportamiento y la motivación: el sistema límbico y el hipotálamo**

<b>Sistemas activadores-impulsores del encéfalo</b>	728
Control de la actividad cerebral mediante señales excitadoras continuas procedentes del tronco del encéfalo	728
Control neurohormonal de la actividad encefálica	730
<b>Sistema límbico</b>	731
<b>Anatomía funcional del sistema límbico; posición clave del hipotálamo</b>	731
<b>El hipotálamo, centro de control importante del sistema límbico</b>	732
Funciones de control vegetativo y endocrino del hipotálamo	733
Funciones conductuales a cargo del hipotálamo y de otras estructuras límbicas emparentadas con él	734
Funciones de «recompensa» y de «castigo» cumplidas por el sistema límbico	735
Importancia de la recompensa o el castigo en el comportamiento	736
<b>Funciones específicas de otros componentes del sistema límbico</b>	736
Funciones del hipocampo	736
Funciones de la amígdala	737
Función de la corteza límbica	738

## CAPÍTULO 59

**Estados de actividad cerebral: sueño, ondas cerebrales, epilepsia, psicosis**

<b>Sueño</b>	739
Sueño de ondas lentas	739
Sueño REM (sueño paradójico, sueño desincronizado)	740
Teorías básicas del sueño	740
Efectos fisiológicos del sueño	741
<b>Ondas cerebrales</b>	741
Origen de las ondas cerebrales	742
Efecto de diversos niveles de actividad cerebral sobre la frecuencia del EEG	743
Cambios del EEG en diferentes fases de la vigilia y el sueño	743
<b>Epilepsia</b>	743
Epilepsia tonicoclónica generalizada	743
Epilepsia de ausencias	744
Epilepsia focal	744
<b>Comportamiento psicótico y demencia: funciones de los sistemas neurotransmisores específicos</b>	745
Depresión y psicosis maniaco-depresiva: disminución de la actividad de los sistemas neurotransmisores de noradrenalina y serotonina	745
Esquizofrenia: posible funcionamiento excesivo de parte del sistema dopaminérgico	746
Enfermedad de Alzheimer: placas amiloides y pérdida de memoria	746

## CAPÍTULO 60

<b>El sistema nervioso autónomo y la médula suprarrenal</b>	748
<b>Organización general del sistema nervioso autónomo</b>	748
Anatomía fisiológica del sistema nervioso simpático	748
Neuronas simpáticas preganglionares y posganglionares	748
Anatomía fisiológica del sistema nervioso parasimpático	750
<b>Características básicas del funcionamiento simpático y parasimpático</b>	750
Fibras colinérgicas y adrenérgicas: secreción de acetilcolina o de noradrenalina	750
Receptores de los órganos efectores	752
Acciones excitadoras e inhibidoras de la estimulación simpática y parasimpática	753
Efectos de la estimulación simpática y parasimpática sobre órganos concretos	753
Función de la médula suprarrenal	755
Relación de la frecuencia de estimulación con la magnitud del efecto simpático y parasimpático	756
«Tono» simpático y parasimpático	756
Hipersensibilidad por denervación de los órganos tras la destrucción simpática y parasimpática	756
<b>Reflejos autónomos</b>	757
<b>Estimulación de órganos aislados en ciertos casos y estimulación masiva en otros por parte de los sistemas simpático y parasimpático</b>	757
Respuesta de «alarma» o de «estrés» en el sistema nervioso simpático	758
Control bulbar, pontino y mesencefálico del sistema nervioso autónomo	758
<b>Farmacología del sistema nervioso autónomo</b>	759
Fármacos que actúan sobre órganos efectores adrenérgicos: simpaticomiméticos	759
Fármacos que actúan sobre órganos efectores colinérgicos	759
Fármacos que estimulan o bloquean neuronas posganglionares simpáticas y parasimpáticas	759

## CAPÍTULO 61

<b>Flujo sanguíneo cerebral, líquido cefalorraquídeo y metabolismo cerebral</b>	761
<b>Flujo sanguíneo cerebral</b>	761
Flujo sanguíneo cerebral normal	761
Regulación del flujo sanguíneo cerebral	761
Microcirculación cerebral	763
El «ictus» cerebral aparece cuando se obstruyen los vasos sanguíneos cerebrales	763
<b>Sistema del líquido cefalorraquídeo</b>	763
Función amortiguadora del líquido cefalorraquídeo	763
Formación, flujo y absorción del líquido cefalorraquídeo	764
Presión del líquido cefalorraquídeo	765
La obstrucción del flujo de líquido cefalorraquídeo puede causar hidrocefalia	766
Barreras hematocefalorraquídea y hematoencefálica	766
Edema cerebral	766
<b>Metabolismo cerebral</b>	767

## UNIDAD XII

## Fisiología gastrointestinal

## CAPÍTULO 62

<b>Principios generales de la función gastrointestinal: motilidad, control nervioso y circulación sanguínea</b>	771
<b>Principios generales de la motilidad gastrointestinal</b>	771
Anatomía fisiológica de la pared gastrointestinal	771
<b>Control nervioso de la función gastrointestinal: sistema nervioso entérico</b>	773
Diferencias entre los plexos mientérico y submucoso	774
Tipos de neurotransmisores secretados por las neuronas entéricas	774
Control hormonal de la motilidad gastrointestinal	776
<b>Tipos funcionales de movimientos en el tubo digestivo</b>	776
Movimientos propulsivos: peristaltismo	776
Movimientos de mezcla	777
<b>Flujo sanguíneo gastrointestinal: «circulación esplácnica»</b>	777
Anatomía de la irrigación gastrointestinal	778
Efecto de la actividad intestinal y los factores metabólicos sobre el flujo sanguíneo gastrointestinal	778
Control nervioso del flujo sanguíneo gastrointestinal	779

## CAPÍTULO 63

<b>Propulsión y mezcla de los alimentos en el tubo digestivo</b>	781
<b>Ingestión de alimentos</b>	781
Masticación	781
Deglución	782
<b>Funciones motoras del estómago</b>	784
Función de almacenamiento del estómago	784
Mezcla y propulsión de alimentos en el estómago: el ritmo eléctrico básico de la pared gástrica	784
Vaclamiento gástrico	785
Regulación del vaciamiento gástrico	785
<b>Movimientos del intestino delgado</b>	786
Contracciones de mezcla (contracciones de segmentación)	786
Movimientos propulsivos	787
Función de la válvula ileocecal	788
<b>Movimientos del colon</b>	788
Defecación	789
<b>Otros reflejos autónomos que influyen en la actividad intestinal</b>	790

## CAPÍTULO 64

<b>Funciones secretoras del tubo digestivo</b>	791
<b>Principios generales de la secreción del tubo digestivo</b>	791
Tipos anatómicos de glándulas	791
Mecanismos básicos de estimulación de las glándulas del tubo digestivo	791

Mecanismo básico de secreción por las células glandulares	792
Propiedades de lubricación y protección del moco e importancia del moco en el tubo digestivo	793
<b>Secreción de saliva</b>	793
Regulación nerviosa de la secreción salival	794
<b>Secreción esofágica</b>	795
<b>Secreción gástrica</b>	795
Características de las secreciones gástricas	795
Glándulas pilóricas: secreción de moco y gastrina	797
Células mucosas superficiales	797
Estimulación de la secreción ácida gástrica	797
Regulación de la secreción de pepsinógeno	798
Fases de la secreción gástrica	798
Inhibición de la secreción gástrica por otros factores intestinales posteriores al estómago	799
Composición química de la gastrina y otras hormonas digestivas	799
<b>Secreción pancreática</b>	799
Enzimas digestivas pancreáticas	799
Secreción de iones bicarbonato	800
Regulación de la secreción pancreática	800
<b>Secreción de bilis por el hígado; funciones del árbol biliar</b>	802
Anatomía fisiológica de la secreción biliar	802
Función de las sales biliares en la digestión y absorción de las grasas	804
Secreción hepática de colesterol y formación de cálculos biliares	804
<b>Secreciones del intestino delgado</b>	805
Secreción de moco por las glándulas de Brunner en el duodeno	805
Secreción de jugos digestivos intestinales por las criptas de Lieberkühn	805
Regulación de la secreción del intestino delgado: estímulos locales	806
<b>Secreciones del intestino grueso</b>	806

## C A P Í T U L O 6 5

### Digestión y absorción en el tubo digestivo

<b>Digestión de los diversos alimentos mediante hidrólisis</b>	808
Digestión de los hidratos de carbono	809
Digestión de las proteínas	810
Digestión de las grasas	811
<b>Principios básicos de la absorción gastrointestinal</b>	812
Bases anatómicas de la absorción	812
<b>Absorción en el intestino delgado</b>	813
Absorción de agua	814
Absorción de iones	814
Absorción de nutrientes	815
<b>Absorción en el intestino grueso: formación de heces</b>	817

## C A P Í T U L O 6 6

### Fisiología de los trastornos gastrointestinales

<b>Trastornos de la deglución y del esófago</b>	819
<b>Trastornos del estómago</b>	819
Úlcera péptica	820
Causas específicas de úlcera péptica en el ser humano	821

<b>Trastornos del intestino delgado</b>	821
Digestión anormal de los alimentos en el intestino delgado: insuficiencia pancreática	821
Malabsorción por la mucosa del intestino delgado: esprúe	822
<b>Trastornos del intestino grueso</b>	822
Estreñimiento	822
Diarrea	822
Parálisis de la defecación en las lesiones medulares	823
<b>Trastornos generales del tubo digestivo</b>	823
Vómitos	823
Náuseas	824
Obstrucción gastrointestinal	824
Gases en el tubo digestivo: «flatulencia»	825

## U N I D A D X I I I

### Metabolismo y regulación de la temperatura

## C A P Í T U L O 6 7

### Metabolismo de los hidratos de carbono y formación del trifosfato de adenosina

Liberación de energía de los alimentos y concepto de «energía libre»	829
Función metabólica del trifosfato de adenosina	829
<b>Importancia capital de la glucosa en el metabolismo de los hidratos de carbono</b>	830
<b>Transporte de la glucosa a través de la membrana celular</b>	831
La insulina aumenta la difusión facilitada de la glucosa	831
Fosforilación de la glucosa	831
<b>El glucógeno se almacena en el hígado y el músculo</b>	831
La glucogenogénesis: el proceso de formación de glucógeno	832
Utilización del glucógeno almacenado: la glucogenólisis	832
<b>Liberación de la energía de la molécula de glucosa por la vía glucolítica</b>	832
La glucólisis y la formación de ácido pirúvico	832
Conversión del ácido pirúvico en acetil coenzima A	833
Ciclo del ácido cítrico (ciclo de Krebs)	833
Formación de grandes cantidades de ATP por la oxidación del hidrógeno (proceso de la fosforilación oxidativa)	835
El mecanismo químicomótilo de la mitocondria para la síntesis de ATP	835
Resumen de la formación de ATP durante la descomposición de la glucosa	836
Control de la liberación energética a partir del glucógeno depositado cuando el organismo necesita más energía	836
Liberación anaeróbica de energía: «glucólisis anaeróbica»	836
<b>Liberación de energía a partir de la glucosa por la vía de la pentosa fosfato</b>	837
Conversión de la glucosa en glucógeno o grasa	837
<b>Formación de hidratos de carbono a partir de las proteínas y de las grasas: «gluconeogénesis»</b>	838
<b>Glucosa sanguínea</b>	838

## CAPÍTULO 6 8

## Metabolismo de los lípidos

<b>Transporte de los lípidos en los líquidos corporales</b>	840
Transporte de triglicéridos y otros lípidos del tubo digestivo por la linfa: los quilomicrones	840
Extracción de los quilomicrones de la sangre	841
Los «ácidos grasos libres» son transportados en la sangre unidos a la albúmina	841
Las lipoproteínas y su función especial en el transporte del colesterol y de los fosfolípidos	841
<b>Depósitos de grasa</b>	842
Tejido adiposo	842
Lípidos hepáticos	842
<b>Uso energético de los triglicéridos: formación de trifosfato de adenosina</b>	842
Formación del ácido acetoacético en el hígado y transporte en la sangre	843
Síntesis de triglicéridos a partir de los hidratos de carbono	844
Síntesis de triglicéridos a partir de las proteínas	845
<b>Regulación de la liberación energética a partir de los triglicéridos</b>	845
Obesidad	846
<b>Fosfolípidos y colesterol</b>	846
Fosfolípidos	846
Colesterol	847
Funciones estructurales celulares de los fosfolípidos y el colesterol, especialmente para las membranas	848
<b>Aterosclerosis</b>	848
Causas básicas de la aterosclerosis: importancia del colesterol y las lipoproteínas	850
Otros factores de riesgo fundamentales para la aterosclerosis	850
Prevención de la aterosclerosis	850

## CAPÍTULO 6 9

## Metabolismo de las proteínas

<b>Propiedades básicas</b>	852
Aminoácidos	852
<b>Transporte y almacenamiento de los aminoácidos</b>	854
Aminoácidos de la sangre	854
Almacenamiento de los aminoácidos como proteínas celulares	854
<b>Funciones de las proteínas plasmáticas</b>	855
Aminoácidos esenciales y no esenciales	855
Uso de las proteínas para obtener energía	856
Descomposición obligatoria de las proteínas	857
<b>Regulación hormonal del metabolismo proteico</b>	857

## CAPÍTULO 7 0

## El hígado como órgano

<b>Anatomía fisiológica del hígado</b>	859
<b>Los sistemas vascular y linfático del hígado</b>	859
El hígado recibe la sangre desde la vena porta y la arteria hepática	860
El hígado actúa como depósito de sangre	860
El hígado posee un flujo linfático muy grande	860

<b>Regulación de la masa hepática: regeneración</b>	860
El sistema de macrófagos hepáticos depura la sangre	861
<b>Funciones metabólicas del hígado</b>	861
Metabolismo de los hidratos de carbono	861
Metabolismo de las grasas	861
Metabolismo de las proteínas	862
Otras funciones metabólicas del hígado	862
<b>Medición de la bilirrubina en la bilis como herramienta clínico-diagnóstica</b>	862
La ictericia: exceso de bilirrubina en los líquidos extracelulares	863

## CAPÍTULO 7 1

## Equilibrio energético; regulación prandial; obesidad y ayuno; vitaminas y minerales

<b>Existe, en condiciones estacionarias, un equilibrio entre las entradas y salidas energéticas</b>	865
<b>Equilibrio dietético</b>	865
Energía de los alimentos	865
Métodos para determinar el consumo metabólico de proteínas, hidratos de carbono y grasas	866
<b>Regulación de la ingestión de alimentos y la conservación de energía</b>	867
Los centros nerviosos regulan la ingestión de alimentos	867
Factores reguladores de la cantidad de alimentos consumida	870
<b>Obesidad</b>	872
La disminución del ejercicio físico y la regulación anómala de la alimentación como causas de obesidad	872
Tratamiento de la obesidad	873
<b>Inanición, anorexia y caquexia</b>	874
<b>Ayuno</b>	874
<b>Vitaminas</b>	875
Vitamina A	875
Tiamina (vitamina B <sub>1</sub> )	875
Niacina	876
Riboflavina (vitamina B <sub>2</sub> )	876
Vitamina B <sub>12</sub>	876
Ácido fólico (ácido pteroilglutámico)	877
Piridoxina (vitamina B <sub>6</sub> )	877
Ácido pantoténico	877
Ácido ascórbico (vitamina C)	877
Vitamina D	878
Vitamina E	878
Vitamina K	878
<b>Metabolismo mineral</b>	878

## CAPÍTULO 7 2

## Energética y metabolismo

<b>Las funciones del trifosfato de adenosina (ATP) como «divisa energética» del metabolismo</b>	881
La fosfocreatina actúa como depósito accesorio de energía y como «sistema amortiguador del ATP»	882
Energía anaeróbica frente a aeróbica	882
Resumen de la utilización energética por las células	883
<b>Control de la liberación energética celular</b>	884

<b>Tasa metabólica</b>	884	<b>Determinación de las concentraciones hormonales en la sangre</b>	915
Medición de la tasa metabólica de todo el organismo	885	Radioinmunoanálisis	915
<b>Metabolismo energético y factores que modifican las salidas energéticas</b>	885	Análisis de inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA)	916
Requerimientos energéticos globales para las actividades diarias	885		
Tasa metabólica basal (TMB) o gasto energético mínimo para la supervivencia	886		
Energía empleada para la actividad física	887		
Energía para procesar los alimentos o efecto termógeno de los alimentos	887		
Energía consumida para la termogenia sin escalofríos e importancia de la estimulación simpática	887		
<b>C A P Í T U L O 7 3</b>			
<b>Temperatura corporal, regulación de la temperatura y fiebre</b>	889		
<b>Temperatura normal del organismo</b>	889		
<b>La temperatura corporal se regula por el equilibrio entre la producción y la pérdida de calor</b>	889		
Producción de calor	889		
Pérdida de calor	890		
<b>Regulación de la temperatura corporal: importancia del hipotálamo</b>	894		
Mecanismos neuronales efectores que reducen o aumentan la temperatura corporal	895		
El concepto de «punto de ajuste» para el control de la temperatura	896		
Control conductual de la temperatura corporal	897		
Reflejos locales de la temperatura cutánea	898		
<b>Alteraciones de la regulación térmica corporal</b>	898		
Fiebre	898		
Características de los estados febriles	899		
Golpe de calor	899		
Exposición del cuerpo a fríos extremos	900		
<b>C A P Í T U L O 7 4</b>			
<b>Introducción a la endocrinología</b>	905		
<b>Coordinación de las funciones corporales por mensajeros químicos</b>	905		
<b>Estructura química y síntesis de las hormonas</b>	906		
<b>Secreción, transporte y aclaramiento de las hormonas de la sangre</b>	908		
Control por retroalimentación de la secreción hormonal	909		
Transporte de las hormonas en la sangre	909		
«Aclaramiento» de las hormonas de la sangre	909		
<b>Mecanismos de acción de las hormonas</b>	910		
Receptores de hormonas y su activación	910		
Señalización intracelular tras la activación del receptor hormonal	910		
Mecanismos de segundo mensajero que median las funciones hormonales intracelulares	912		
Hormonas que actúan principalmente sobre la maquinaria genética de la célula	915		
		<b>C A P Í T U L O 7 5</b>	
		<b>Hormonas hipofisarias y su control por el hipotálamo</b>	918
		<b>La hipófisis y su relación con el hipotálamo</b>	918
		<b>El hipotálamo controla la secreción hipofisaria</b>	919
		Sistema porta hipotálamo-hipofisario de la adenohipófisis	920
		<b>Funciones fisiológicas de la hormona del crecimiento</b>	921
		La hormona del crecimiento estimula el crecimiento de muchos tejidos corporales	922
		La hormona del crecimiento ejerce varios efectos metabólicos	922
		La hormona del crecimiento estimula el crecimiento del cartílago y el hueso	923
		La hormona del crecimiento ejerce muchos de sus efectos a través de sustancias intermedias denominadas «somatomedinas» (también denominadas «factores de crecimiento pseudoinsulínicos»)	923
		Regulación de la secreción de hormona del crecimiento	924
		Anomalías de la secreción de hormona del crecimiento	926
		<b>La neurohipófisis y su relación con el hipotálamo</b>	927
		Estructuras químicas de la ADH y la oxitocina	928
		Funciones fisiológicas de la ADH	928
		Oxitocina	929
		<b>C A P Í T U L O 7 6</b>	
		<b>Hormonas metabólicas tiroideas</b>	931
		<b>Síntesis y secreción de las hormonas metabólicas tiroideas</b>	931
		El yoduro es necesario para la formación de tiroxina	931
		Bomba de yoduro (atrapamiento de yoduro)	932
		Tiroglobulina y química de la formación de tiroxina y triyodotironina	932
		Liberación de tiroxina y triyodotironina del tiroides	933
		Transporte de tiroxina y triyodotironina a los tejidos	934
		<b>Funciones fisiológicas de las hormonas tiroideas</b>	934
		Las hormonas tiroideas aumentan la transcripción de una gran cantidad de genes	934
		Las hormonas tiroideas aumentan la actividad metabólica celular	934
		Efecto de las hormonas tiroideas sobre el crecimiento	936
		Efectos de las hormonas tiroideas sobre mecanismos corporales específicos	936
<b>U N I D A D X I V</b>			
<b>Endocrinología y reproducción</b>			

<b>Regulación de la secreción de hormonas tiroideas</b>	938	Otros factores que estimulan la secreción de insulina	969
La secreción adenohipofisaria de TSH se encuentra regulada por la tiro liberina procedente del hipotálamo	938	Función de la insulina (y otras hormonas) en el «cambio» entre el metabolismo de los hidratos de carbono y los lípidos	969
Efecto de retroalimentación de las hormonas tiroideas para disminuir la secreción adenohipofisaria de TSH	939	<b>El glucagón y sus funciones</b>	970
Sustancias antitiroideas	939	Efectos sobre el metabolismo de la glucosa	970
<b>Enfermedades del tiroides</b>	940	Regulación de la secreción de glucagón	970
Hipertiroidismo	940	<b>La somatostatina inhibe la secreción de glucagón e insulina</b>	971
Síntomas de hipertiroidismo	940	<b>Resumen de la regulación de la glucemia</b>	971
Hipotiroidismo	941	<b>Diabetes mellitus</b>	972
Cretinismo	942	Diabetes de tipo I: ausencia de producción de insulina por las células beta del páncreas	972
<b>C A P Í T U L O 7 7</b>		Diabetes de tipo II: resistencia a los efectos metabólicos de la insulina	974
<b>Hormonas corticosuprarrenales</b>	944	Fisiología del diagnóstico de la diabetes mellitus	975
<b>Síntesis y secreción de hormonas corticosuprarrenales</b>	944	Tratamiento de la diabetes	976
<b>Funciones de los mineralocorticoides-aldosterona</b>	947	Insulinoma: hiperinsulinismo	976
Efectos renales y circulatorios de la aldosterona	948	<b>C A P Í T U L O 7 9</b>	
La aldosterona estimula el transporte de sodio y potasio en las glándulas sudoríparas, las glándulas salivales y las células epiteliales intestinales	949	<b>Hormona paratiroidea, calcitonina, metabolismo del calcio y el fosfato, vitamina D, huesos y dientes</b>	978
Mecanismo celular de la acción de la aldosterona	949	<b>Visión general de la regulación del calcio y el fosfato en el líquido extracelular y el plasma</b>	978
Posibles acciones no genómicas de la aldosterona y otras hormonas esteroideas	950	Calcio en el plasma y el líquido intersticial	978
Regulación de la secreción de aldosterona	950	Fosfato inorgánico en los líquidos extracelulares	979
<b>Funciones de los glucocorticoides</b>	950	Efectos fisiológicos extraóseos de las concentraciones alteradas de calcio y fosfato en los líquidos corporales	979
Efectos del cortisol sobre el metabolismo de los hidratos de carbono	951	Absorción y excreción de calcio y fosfato	980
Efectos del cortisol sobre el metabolismo de las proteínas	952	<b>El hueso y su relación con el calcio y el fosfato extracelulares</b>	980
Efectos del cortisol sobre el metabolismo de las grasas	952	Precipitación y absorción de calcio y fosfato en el hueso: equilibrio con los líquidos extracelulares	981
El cortisol es importante para resistir el estrés y la inflamación	952	Intercambio de calcio entre el hueso y el líquido extracelular	982
Otros efectos del cortisol	954	Depósito y absorción de hueso: remodelación del hueso	982
Mecanismo celular de la acción del cortisol	954	<b>Vitamina D</b>	983
Regulación de la secreción de cortisol por la corticotropina procedente de la hipófisis	955	Acciones de la vitamina D	985
<b>Andrógenos suprarrenales</b>	957	<b>Hormona paratiroidea</b>	985
<b>Anomalías de la secreción corticosuprarrenal</b>	957	Efecto de la hormona paratiroidea sobre las concentraciones de calcio y fosfato en el líquido extracelular	986
Insuficiencia corticosuprarrenal: enfermedad de Addison	957	Control de la secreción paratiroidea por la concentración de iones calcio	988
Hiperfunción corticosuprarrenal: síndrome de Cushing	958	<b>Calcitonina</b>	988
Hiperaldosteronismo primario (síndrome de Conn)	959	<b>Resumen del control de la concentración de iones calcio</b>	989
Síndrome adrenogenital	959	<b>Fisiopatología de la hormona paratiroidea, la vitamina D y las enfermedades óseas</b>	990
<b>C A P Í T U L O 7 8</b>		Hipoparatiroidismo	990
<b>Insulina, glucagón y diabetes mellitus</b>	961	Hiperparatiroidismo primario	990
<b>La insulina y sus efectos metabólicos</b>	961	Hiperparatiroidismo secundario	991
Efecto de la insulina sobre el metabolismo los hidratos de carbono	963	Raquitismo: carencia de vitamina D	991
Efecto de la insulina sobre el metabolismo de las grasas	965	Osteoporosis: disminución de la matriz ósea	991
Efecto de la insulina sobre el metabolismo de las proteínas y el crecimiento	966	<b>Fisiología de los dientes</b>	992
Mecanismos de la secreción de insulina	967	Función de las diferentes partes de los dientes	992
Control de la secreción de insulina	968	Dentición	993
		Intercambio mineral en los dientes	993
		Anomalías dentales	994

## CAPÍTULO 80

**Funciones reproductoras y hormonales masculinas (y función de la glándula pineal)**

	996
<b>Anatomía fisiológica de los órganos sexuales masculinos</b>	996
<b>Espermatogénia</b>	996
Pasos de la espermatogénia	996
Función de las vesículas seminales	999
Función de la próstata	999
Semen	999
Espermatogénia anormal y fertilidad masculina	1001
<b>Acto sexual masculino</b>	1001
Estímulo neuronal para el rendimiento del acto sexual masculino	1001
Etapas del acto sexual masculino	1002
<b>Testosterona y otras hormonas masculinas</b>	1003
Secreción, metabolismo y química de las hormonas masculinas	1003
Funciones de la testosterona	1004
Mecanismo intracelular básico de la acción de la testosterona	1006
Control de la función sexual masculina por las hormonas del hipotálamo y la adenohipófisis	1006
<b>Anomalías de la función sexual masculina</b>	1008
La próstata y sus anomalías	1008
Hipogonadismo en los varones	1008
Tumores testiculares e hipergonadismo en los varones	1009
<b>Glándula pineal: su función en el control de la fertilidad estacional en algunos animales</b>	1009

## CAPÍTULO 81

**Fisiología femenina antes del embarazo y hormonas femeninas**

	1011
<b>Anatomía fisiológica de los órganos sexuales femeninos</b>	1011
<b>Sistema hormonal femenino</b>	1011
<b>Ciclo ovárico mensual; función de las hormonas gonadótropas</b>	1012
Hormonas gonadótropas y sus efectos sobre los ovarios	1012
Crecimiento del folículo ovárico: fase «follicular» del ciclo ovárico	1013
Cuerpo amarillo: fase «lútea» del ciclo ovárico	1014
Resumen	1015
<b>Funciones de las hormonas ováricas: estradiol y progesterona</b>	1016
Química de las hormonas femeninas	1016
Funciones de los estrógenos: sus efectos sobre los caracteres sexuales femeninos primarios y secundarios	1017
Funciones de la progesterona	1018
Ciclo endometrial mensual y menstruación	1018
<b>Regulación del ritmo mensual femenino: interrelación entre las hormonas ováricas e hipotálamo-hipofisarias</b>	1019
Oscilación por retroalimentación del sistema hipotálamo-hipofiso-ovárico	1021
Pubertad y menarquía	1021
Menopausia	1022
<b>Anomalías de la secreción por los ovarios</b>	1023
<b>Acto sexual femenino</b>	1023
<b>Fertilidad femenina</b>	1024

## CAPÍTULO 82

**Embarazo y lactancia**

	1027
<b>Maduración y fecundación del óvulo</b>	1027
Transporte del óvulo fecundado en la trompa de Falopio	1028
Implantación del blastocisto en el útero	1029
<b>Nutrición inicial del embrión</b>	1029
<b>Función de la placenta</b>	1029
Anatomía evolutiva y fisiológica de la placenta	1029
<b>Factores hormonales en el embarazo</b>	1031
La gonadotropina coriónica humana y su efecto para provocar la persistencia del cuerpo amarillo y evitar la menstruación	1032
Secreción de estrógenos por la placenta	1032
Secreción de progesterona por la placenta	1033
Somatomotropina coriónica humana	1033
Otros factores hormonales en el embarazo	1033
<b>Respuesta del organismo materno al embarazo</b>	1034
Cambios del sistema circulatorio materno durante el embarazo	1035
<b>Parto</b>	1036
Aumento de la excitabilidad uterina cerca de llegar a término	1036
Comienzo del parto: un mecanismo de retroalimentación positiva para su inicio	1037
Contracciones de la musculatura abdominal durante el parto	1037
Mecánica del parto	1037
Separación y alumbramiento de la placenta	1038
Dolores del parto	1038
Involución del útero tras el parto	1038
<b>Lactancia</b>	1038
Desarrollo de las mamas	1038
Inicio de la lactancia: función de la prolactina	1039
Proceso de eyección en la secreción de leche: función de la oxitocina	1040
Composición de la leche y consumo metabólico en la madre provocado por la lactancia	1041

## CAPÍTULO 83

**Fisiología fetal y neonatal**

	1042
<b>Crecimiento y desarrollo funcional del feto</b>	1042
Desarrollo de los sistemas orgánicos	1042
<b>Adaptaciones del neonato a la vida extrauterina</b>	1044
Inicio de la respiración	1044
Reajustes circulatorios al nacer	1045
Nutrición del neonato	1047
<b>Problemas funcionales especiales en el neonato</b>	1047
Sistema respiratorio	1047
Circulación	1047
Equilibrio hídrico, equilibrio acidobásico y función renal	1048
Función hepática	1048
Digestión, absorción y metabolismo de los alimentos y nutrición	1048
Inmunidad	1049
Problemas endocrinos	1049
<b>Problemas especiales de la prematuridad</b>	1050
Desarrollo inmaduro del neonato prematuro	1050

Inestabilidad de los sistemas de control homeostáticos en el neonato prematuro	1050	Sistemas metabólicos musculares en el ejercicio	1056
Riesgo de ceguera provocado por un exceso de oxigenoterapia en el neonato prematuro	1051	Sistema de fosfocreatina-creatina	1057
<b>Crecimiento y desarrollo del niño</b>	1051	Nutrientes utilizados durante la actividad muscular	1059
Crecimiento conductual	1051	Efecto del entrenamiento deportivo sobre los músculos y el rendimiento muscular	1060
<b>U N I D A D X V</b>			
<b>Fisiología deportiva</b>			
<b>C A P Í T U L O 8 4</b>			
<b>Fisiología deportiva</b>			
<b>Los músculos en el ejercicio</b>	1055	<b>Respiración durante el ejercicio</b>	1061
Fuerza, potencia y resistencia de los músculos	1055	<b>Aparato cardiovascular durante el ejercicio</b>	1062
		<b>Calor corporal durante el ejercicio</b>	1065
		<b>Líquidos corporales y sal durante el ejercicio</b>	1065
		<b>Fármacos y deportistas</b>	1065
		<b>La buena forma física prolonga la vida</b>	1066
		<b>Índice alfabético</b>	1067