

# Índice

## FISIOLOGIA HUMANA

Prefácio xxvii

### Unidade I Processos Celulares Básicos: Integração e Coordenação



1

#### Introdução à Fisiologia 1

Níveis de Organização 2

- Foco nos Conceitos Emergentes: O Projeto Fisionoma 2

A Fisiologia É uma Ciência Integrativa 4  
Função e Processo 4

A Evolução dos Sistemas Fisiológicos 4

- Fique de Olho... Mapeamento 5

Homeostase 6

Temas Abordados em Fisiologia 7

A Ciência da Fisiologia 8

- Fique de Olho... Gráficos 10



2

#### Átomos, Íons e Moléculas 15

Elementos Químicos e Átomos 15

Átomos São Formados por Prótons, Nêutrons e Elétrons 16

Cada Elemento Químico se Distingue dos Demais pelo Número de Prótons que Apresenta no seu Núcleo 16

Os Isótopos de um Elemento São Átomos com Diferentes Números de Nêutrons 18

Os Elétrons Realizam Ligações Entre os Átomos e Capturam Energia 19

- Foco na Biotecnologia: Radioisótopos e Medicina Nuclear 19

Ligações Químicas e Moléculas 20

O Que a Fórmula Química de uma Molécula Tem a nos Dizer? 20

- Foco na Biotecnologia: Imagem na Medicina 21

Ligações Covalentes São Formadas Quando Átomos Vizinhos Compartilham Elétrons 21

As Ligações Iônicas se Formam Quando os Átomos Ganham ou Perdem Elétrons 24

As Pontes de Hidrogênio São Ligações Fracas Entre Moléculas ou Regiões de uma Mesma Molécula 25

As Forças de van der Waals São Atrações Fracas Entre Todas as Moléculas 25

Soluções e Solutos 25

Nem Todas as Moléculas Dissolvem-se em Soluções Aquosas 26

Existem Várias Maneiras de Expressar a Concentração de uma Solução 26

A Concentração dos Íons Hidrogênio no Corpo É Expressa em Unidades de pH 27

Biomoléculas 28

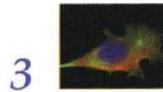
Os Carboidratos São o Tipo Mais Abundante de Biomoléculas 29

Os Lipídios São as Biomoléculas de Maior Diversidade 29

As Proteínas São as Biomoléculas Mais Versáteis 31

Algumas Moléculas Combinam Carboidratos, Proteínas e Lipídios 33

Os Nucleotídeos Transmitem e Armazenam Energia e Informação 35



3

#### Células e Tecidos 42

Estudando as Células e os Tecidos 43

Anatomia Celular 43

A Membrana Celular Separa a Célula do Ambiente 45

O Citoplasma Inclui o Citosol e as Organelas 45

Organelas sem Membrana Estão em Contato Direto com o Citosol 45

- Resumo de Anatomia: Níveis de Organização das Células aos Sistemas 46

Organelas com Membrana Criam Compartimentos para Desenvolver Funções Especializadas 50

O Núcleo É o Centro do Controle Celular 54

Tecidos Corporais 54

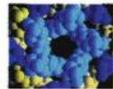
- A Matriz Extracelular Auxilia os Tecidos de Sustentação* 55
- As Junções Celulares Unem as Células para Formar os Tecidos* 55
- O Epitélio Protege e Regula Trocas com o Meio* 57
  - Foco nos Conceitos Emergentes: Matriz, Junções e Câncer 57
- Os Tecidos Conjuntivos Atuam na Sustentação e como Barreiras Protetoras* 62
  - Foco no DIABETES: Diabetes e Pâncreas Bioartificial 63
  - Foco na Biotecnologia: Crescimento de Cartilagem Nova 65
- Os Tecidos Muscular e Nervoso São Excitáveis* 65
- Remodelamento dos Tecidos* 65
- A Apoptose É uma Forma Ordenada de Morte Celular* 67
- Células Tronco Podem Dar Origem a Novas Células Especializadas* 67
- Órgãos* 67
  - Fique de Olho... Pele 68



## 4 **Metabolismo Celular** 73

- Energia nos Sistemas Biológicos* 74
- A Energia É Usada para Produzir Trabalho* 75
- Existem Duas Formas de Energia: Cinética e Potencial* 75
- A Energia Pode Ser Convertida de uma Forma para Outra* 75
- A Termodinâmica É o Estudo do Uso da Energia* 75
- Reações Químicas* 76
- Nas Reações Químicas a Energia É Transferida Entre as Moléculas* 76
- Enzimas* 79
- As Enzimas Reduzem a Energia de Ativação das Reações* 79
- As Enzimas Ligam-se a Seus Substratos* 80
  - Foco na Biotecnologia: Separação de Proteínas por Eletroforese 81
- Algumas Enzimas Precisam Ser Ativadas* 82
- Algumas Enzimas Necessitam de Cofatores ou Coenzimas* 82
- Moduladores Alteram a Atividade das Enzimas* 82
- A Concentração da Enzima e do Substrato Afeta a Taxa de Reação* 84
- As Reações Enzimáticas Podem Ser Classificadas* 86
- Metabolismo* 88
- As Células Regulam Suas Vias Metabólicas* 88
- O ATP Transfere Energia Entre as Reações* 90
- Produção de ATP* 90
- A Glicólise Converte a Glicose e o Glicogênio em Piruvato* 90
- O Metabolismo Anaeróbico Converte o Piruvato em Lactato* 92

- O Piruvato Entra no Ciclo do Ácido Cítrico no Metabolismo Aeróbico* 93
- O Sistema de Transporte de Elétrons Transfere a Energia do NADH e do FADH<sub>2</sub> para a Molécula de ATP* 93
- A Produção de ATP Está Associada ao Movimento de Íons de Hidrogênio Através da Membrana Interna da Mitocôndria* 94
- O Saldo da Produção de Energia de uma Molécula de Glicose É de 36 a 38 ATP* 95
- As Biomoléculas Grandes Podem Ser Utilizadas para Sintetizar ATP* 96
- Vias Metabólicas de Síntese* 97
- O Glicogênio Pode Ser Sintetizado a Partir da Glicose* 97
- A Glicose Pode Ser Sintetizada a Partir do Glicerol ou dos Aminoácidos* 98
- A Acetil CoA É Uma Importante Molécula Precursora para a Síntese de Lipídios* 98
  - Foco no DIABETES: Insulina e Metabolismo 99
- As Proteínas São a Chave para a Função Celular* 99



## 5 **Dinâmica das Membranas** 109

- Membranas do Corpo* 110
- Membranas Celulares* 110
- As Membranas São Basicamente Constituídas por Lipídios e Proteínas* 111
- Os Lipídios da Membrana Formam uma Barreira Entre o Citoplasma e o Fluido Extracelular* 111
  - Foco na Biotecnologia: Os Lipossomos na Beleza e na Saúde 113
- As Proteínas da Membrana Podem Ser Fraca ou Fortemente Ligadas à Membrana* 113
- As Proteínas da Membrana Têm Função de Proteínas Estruturais, Enzimas, Receptores e Transportadores* 114
- Carboidratos Ligam-se com Lipídios e Proteínas da Membrana* 116
- Compartimentos dos Fluidos Corporais* 117
- Movimento Através das Membranas* 118
- A Difusão Usa Somente a Energia do Movimento Molecular* 118
- Moléculas Lipofílicas Podem se Difundir Através da Bicamada Fosfolipídica* 120
- O Transporte Mediado por Carreadores Apresenta Saturação, Especificidade e Competição* 121
  - Foco nos Conceitos Emergentes: A Família de Transportadores de Glicose (GLUTs) 122
- A Difusão Facilitada É a Difusão que Utiliza Proteínas de Membrana* 124
- O Transporte Ativo Exige Gasto de Energia Proveniente do ATP* 124
- Vesículas Transportam Moléculas Grandes Através das Membranas* 128

- Foco Clínico: LDL—A Lipoproteína Letal 130
- As Moléculas Movem-se Através do Epitélio Usando Transporte Passivo e Ativo* 131
- A Distribuição da Água e dos Solutos no Corpo* 133
- Células Vivas Usam Energia para Manter um Estado de Desequilíbrio Químico* 133
- A Maior Parte do Corpo É Água* 134
- Foco Clínico: Estimando a Água Corporal 134
- O Corpo Está em Equilíbrio Osmótico* 135
- Foco na Biotecnologia: Medindo a Osmolaridade 136
- A Tonicidade de uma Solução Descreve como o Tamanho da Célula Poderia Mudar se Ela Fosse Colocada na Solução* 137
- O Corpo Está em um Estado de Desequilíbrio Elétrico* 139
- A Membrana Celular Permite a Separação da Carga Elétrica no Corpo* 141
- O Potencial da Membrana em Repouso Ocorre Principalmente Devido ao Potássio* 142
- Mudanças na Permeabilidade de Íons Mudam o Potencial de Membrana* 144
- Processos Integrados da Membrana: A Secreção de Insulina* 145

## Unidade II Homeostase e Controle



### 6 Comunicação, Integração e Homeostase 153

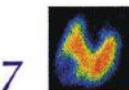
- Comunicação Célula-a-Célula* 154
- As Junções Comunicantes Transferem Sinais Químicos e Elétricos Diretamente Entre as Células* 154
- Substâncias Parácrinas e Autócrinas São Sinais Químicos Distribuídos por Difusão* 154
- Sinais Elétricos, Hormônios e Neuro-Hormônios Desempenham a Comunicação de Longa Distância* 155
- As Citocinas Atuam Como Sinais de Ação Local e de Ação à Longa Distância* 156
- Vias de Sinalização* 156
- Os Receptores Estão Localizados Dentro da Célula ou na Membrana Celular* 157
- A Via de Sinalização Mais Rápida Altera o Fluxo de Íons Através dos Canais* 157
- As Proteínas de Membrana Facilitam a Transdução de Sinais* 158
- Os Receptores Integrinas Transferem Informação a Partir da Matriz Extracelular* 160
- Os Receptores de Enzimas Têm Atividade Proteína Cinase ou Atividade Guanilil Ciclase* 161

*A Maioria dos Sinais de Transdução Utiliza Proteínas G* 161

- Foco no DIABETES: Vias de Transdução de Sinais da Insulina 161
- Segundos Mensageiros Derivados de Lipídios São Feitos a Partir dos Fosfolipídios de Membrana* 162
- O Cálcio É um Importante Sinalizador Intracelular* 162
- O Óxido Nítrico É uma Nova Molécula de Sinalização* 163
- Foco na Biotecnologia: Medindo os Sinais do Cálcio 164
- Modulação de Vias de Sinalização* 164
- Os Receptores Apresentam Saturação, Especificidade e Competição* 164
- Foco nos Conceitos Emergentes: Moduladores Seletivos dos Receptores de Estrogênio 165
- Regulação Positiva e Negativa dos Receptores Tornam as Células Aptas a Modular a Resposta Celular* 166
- As Células Devem Ser Capazes de Finalizar Vias de Sinalização* 166
- Muitas Doenças e Drogas Atuam Sobre as Proteínas de Transdução de Sinais* 166
- Foco nos Conceitos Emergentes: Proteínas G e Doenças 167
- Homeostase* 167

*O Desenvolvimento do Conceito de Homeostase* 167

- Vias de Controle: Circuitos de Resposta e de Retroalimentação* 169
- A Homeostase Pode Ser Mantida por Vias Locais ou de Longa Distância* 169
- Circuitos de Resposta Iniciam com um Estímulo e Terminam com uma Resposta* 172
- Pontos de Referência Podem Variar* 173
- O Circuito de Retroalimentação Modula o Circuito de Resposta* 173
- O Controle Antecipado Permite que o Corpo Adiante uma Alteração e Mantenha a sua Estabilidade* 175
- Ritmos Biológicos Resultam de Variações no Ponto de Referência* 175
- Os Sistemas de Controle Variam a sua Velocidade e Especificidade* 176
- As Vias para Reflexos Nervosos, Endócrinos e Neuroendócrinos Podem Ser Complexas, com Diversos Centros de Integração* 179



### 7 Introdução ao Sistema Endócrino 185

- Hormônios* 186
- Hormônios São Conhecidos Desde a Antiguidade* 186
- Foco na Biotecnologia: Imunocitoquímica 186
- O que Faz de uma Substância Química um Hormônio?* 187

- Resumo de Anatomia: O Sistema Endócrino 188
- Classificação dos Hormônios 191
  - A Maior Parte dos Hormônios São Peptídeos ou Proteínas 191
  - Hormônios Esteróides São Derivados do Colesterol 193
  - Os Hormônios Derivados de Aminoácido São Derivados de um Único Tipo de Aminoácido 195
- Controle da Liberação Hormonal 196
  - O Alvo da Maioria dos Hormônios Tróficos É uma Outra Glândula Endócrina ou Célula 196
  - A Retroalimentação Negativa Desativa Reflexos Endócrinos 196
  - Hormônios Podem Ser Classificados pelas Vias Reflexas Endócrinas 196
  - Vários Hormônios Podem Afetar Simultaneamente um Único Alvo 201
- Patologias Endócrinas 203
  - A Hipersecreção Amplia os Efeitos dos Hormônios 204
  - A Hipossecreção Reduz ou Elimina os Efeitos de um Hormônio 204
  - A Resposta Anormal do Tecido Pode Ser Causada por Problemas com os Receptores Hormonais ou nas Vias de Segundo Mensageiro 205
  - Diagnóstico de Patologias Endócrinas Depende da Complexidade do Reflexo 205
- Evolução Hormonal 207
  - Foco nos Conceitos Emergentes: Seres Humanos Secretam Feromônios? 207
  - Fique de Olho... Glândula Pineal 208



8

## O Sistema Nervoso 214

- A Organização do Sistema Nervoso 215
- As Células do Sistema Nervoso 216
  - Neurônios São Células Excitáveis que Geram e Transportam Sinais Elétricos 216
  - Células da Glia São Células de Suporte do Sistema Nervoso 219
- Sinais Elétricos nos Neurônios 220
  - Os Íons se Movimentam Através da Membrana Celular Criando Sinais Elétricos 220
  - Canais Controlam a Permeabilidade Iônica dos Neurônios 222
  - Potenciais Graduados Refletem a Força do Estímulo que os Origina 223
  - Potenciais de Ação Viajam Longas Distâncias sem Perder a sua Força 225
  - Potenciais de Ação Não Irão Acontecer Durante o Período Refratário 227
  - A Intensidade do Estímulo É Codificada pela Frequência dos Potenciais de Ação 227
  - A  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -ATPase Não Tem um Papel Direto no Potencial de Ação 228
  - Potenciais de Ação São Conduzidos a Partir da Zona de Estímulo para o Terminal Axônico 229

- O Diâmetro e a Resistência do Neurônio Influenciam a Velocidade de Condução 231
  - Foco na Biotecnologia: Modelos de Camundongos Mutantes 233
- A Atividade Elétrica Pode Ser Alterada por uma Série de Fatores Químicos 233
- A Comunicação Célula-a-Célula no Sistema Nervoso 234
  - A Informação Passa de Célula-a-Célula Através da Sinapse 234
  - O Cálcio É o Sinal para a Liberação de Neurotransmissores na Sinapse 235
  - Substâncias Neurocrinas Conduzem Informação dos Neurônios para Outras Células 236
  - O Sistema Nervoso Secrete uma Variedade de Neurotransmissores 236
    - Foco na Biotecnologia: Cobras, Caracóis, Aranhas e Sushi 236
  - Múltiplos Tipos de Receptores Ampliam os Efeitos dos Neurotransmissores 238
    - Foco Clínico: Miastenia Grave 239
  - Nem Todas as Respostas Pós-Sinápticas São Rápidas e de Curta Duração 239
  - A Atividade dos Neurotransmissores É Rapidamente Finalizada 239
- A Integração da Transferência da Informação Neural 240
  - Vias Neurais Podem Envolver Muitos Neurônios Simultaneamente 241
  - A Atividade Sináptica Pode Ser Modulada no Terminal Axônico 243
  - A Potencialização de Longa Duração Altera a Comunicação Sináptica 243
  - Desordens da Transmissão Sináptica São Responsáveis por Muitas Doenças 244
  - O Desenvolvimento do Sistema Nervoso Depende dos Sinais Químicos 245
  - Quando os Neurônios São Lesados, Segmentos Separados do Corpo Celular Morrem 245



9

## O Sistema Nervoso Central 252

- A Evolução do Sistema Nervoso 253
  - Foco nos Conceitos Emergentes: Identificando Neurônios em uma Rede Neuronal 254
- Anatomia do Sistema Nervoso Central 254
  - Existem Muitas Camadas de Proteção ao Redor do Sistema Nervoso Central 254
  - A Barreira Hematoencefálica Protege o Encéfalo de Substâncias Perigosas Presentes no Sangue 255
    - Foco no DIABETES: Hipoglicemia e o Encéfalo 255
    - Resumo de Anatomia: O Sistema Nervoso Central 256
  - Os Neurônios do Sistema Nervoso Central São Agrupados em Núcleos e Tratos 259
- A Medula Espinal 259

- O Encéfalo 260
  - O Tronco Encefálico Contém Centros para Muitas Funções Involuntárias 262
  - O Cerebelo Coordena o Movimento 262
  - O Diencefalo Contém os Centros da Homeostase 263
  - O Cérebro É o Local das Funções Encefálicas Superiores 263
- A Função do Encéfalo 266
  - Foco Clínico: Depressão 268
  - Os Neurotransmissores e os Neuromoduladores Influenciam a Comunicação no Sistema Nervoso Central 268
  - A Formação Reticular Influencia os Estados de Vigília 268
  - O Hipotálamo É o Centro Integrador Primário para Muitos Reflexos Homeostáticos 270
    - Foco Clínico: Sonambulismo 270
  - A Emoção e a Motivação São Vias Neurais Complexas 271
  - A Aprendizagem e a Memória Mudam Conexões Sinápticas no Encéfalo 272
  - A Linguagem É o Comportamento Cognitivo Mais Elaborado 274
  - A Personalidade e a Individualidade São uma Combinação entre a Experiência e a Hereditariedade 275



## 10

### Fisiologia Sensorial 281

- Propriedades Gerais dos Sistemas Sensoriais 282
  - Os Receptores São Transdutores que Convertem Estímulos em Sinais Elétricos 282
  - As Vias Sensoriais Carregam Informações para os Centros Integrados do Sistema Nervoso Central 283
  - As Transduções Sensitivas Convertem Estímulos Químicos e Mecânicos em Potenciais Graduados 285
  - Os Estímulos Codificados e Processados São Utilizados para Determinar a Localização, a Intensidade, a Duração e a Natureza de um Estímulo 286
- Sensibilidade Somática 289
  - Vias de Percepção Somática Projetam-se para o Córtex Somatossensitivo e o Cerebelo 289
    - Foco Clínico: Controle da Dor 295
- Quimiorrecepção: Olfato e Gustação 295
  - O Olfato É um dos Sentidos Mais Antigos 295
    - Resumo de Anatomia: Olfato 296
  - A Gustação É uma Combinação de Cinco Sensações Básicas 297
    - Foco na Biotecnologia: Satisfazendo os "Viciados" em Doçes 297
- A Orelha: Audição 299
  - Ondas Sonoras Variam em Grau e Intensidade 299
  - A Transdução do Som É um Processo com Múltiplos Passos 300
  - A Orelha Média Transfere o Som do Tímpano para a Cóclea 300

- A Cóclea da Orelha Interna Está Preenchida com Fluido 301
  - Resumo de Anatomia: A Cóclea 302
- A Transdução do Som Através da Cóclea Depende do Movimento do Estereocílio das Células Pilosas 303
- Os Sons São Processados Primeiramente na Cóclea 304
- As Vias Auditivas Projetam-se para o Córtex Auditivo 305
- A Perda da Audição Pode Resultar de Danos Mecânicos ou Neurais 305
  - Foco na Biotecnologia: Implantes Cocleares 306
- A Orelha: Equilíbrio 306
  - O Aparelho Vestibular Está Cheio com Endolinfa 306
  - O Aparelho Vestibular Fornece Informação Sobre o Movimento e a Posição no Espaço 306
    - Resumo de Anatomia: Aparelho Vestibular 307
  - Os Canais Semicirculares Sentem a Aceleração Rotacional 308
  - Os Otólitos Sentem a Aceleração Linear e a Posição da Cabeça 308
  - As Vias de Equilíbrio Projetam-se Primeiramente em Direção ao Cerebelo 308
- O Olho e a Visão 309
  - O Trato Óptico Estende-se desde o Olho até o Córtex Visual 309
    - Resumo de Anatomia: O Olho 310
    - Foco no DIABETES: Retinopatia Diabética 312
  - O Cristalino Foca a Luz na Retina 312
  - A Fototransdução Ocorre na Retina 314
  - O Processamento de Sinais na Retina Ocorre Quando a Luz Atinge os Campos Visuais 317
  - O Processamento Visual no Sistema Nervoso Central Ocorre no Córtex Visual 319



## 11

### Parte Eferente do Sistema Nervoso Periférico: O Sistema Autônomo e o Sistema Motor Somático 326

- O Sistema Nervoso Autônomo 327
  - Os Sistemas Simpático e Parassimpático Mantêm a Homeostase 328
  - O Sistema Autônomo É Regulado pelo Encéfalo 328
  - O Sistema Autônomo Possui Dois Tipos de Neurônios Eferentes em Série 329
  - Os Sistemas Simpático e Parassimpático Saem da Medula Espinal a Partir de Diferentes Regiões 331
    - Foco nos Conceitos Emergentes: Os Gânglios como Centros Integradores 331
  - As Vias Autônomas Controlam o Músculo Liso, o Músculo Cardíaco e as Glândulas 332
  - A Medula da Adrenal Secreta Catecolaminas 332
  - A Atividade dos Neurotransmissores nos Tecidos-Alvo É Limitada 332
  - O Sistema Nervoso Autônomo Usa uma Variedade de Neurotransmissores e Moduladores 334

*A Maioria das Vias Simpáticas Secreta Noradrenalina em Receptores Adrenérgicos* 334  
*As Vias Parassimpáticas Secretam Acetilcolina nos Receptores Muscarínicos* 336  
*As Substâncias Agonistas e Antagonistas do Sistema Autônomo São Ferramentas Importantes na Pesquisa e na Medicina* 336  
*Desordens Primárias do Sistema Nervoso Autônomo São Relativamente Incomuns* 337

- Foco no DIABETES: Neuropatia Diabética 337

O Sistema Nervoso Motor Somático 338  
*Uma Via Motora Somática Consiste de um Neurônio* 338

- Foco nos Conceitos Emergentes: As Células de Schwann Podem Fazer Mais do que Sintetizar Mielina 339

*As Junções Neuromusculares Contêm Receptores Nicotínicos* 339



## 12 Músculos 345

O Músculo Esquelético 347  
*Os Músculos Esqueléticos São Compostos de Fibras Musculares* 347

- Resumo de Anatomia: Músculo Esquelético 348

*As Miofibrilas São as Estruturas Contráteis da Fibra Muscular* 350  
*Os Músculos Encurtam Quando se Contraem* 352

- Foco na Biotecnologia: Ensaio de Motilidade *In Vitro* 354

*A Contração É Regulada pela Troponina e pela Tropomiosina* 354  
*A Acetilcolina dos Neurônios Motores Somáticos Inicia o Acoplamento Excitação-Contração* 356  
*A Contração dos Músculos Esqueléticos Depende do Suprimento Adequado de ATP* 359  
*A Fadiga Muscular Possui Múltiplas Causas* 360  
*As Fibras dos Músculos Esqueléticos São Classificadas de Acordo com a Velocidade de Contração e a Resistência à Fadiga* 360  
*A Tensão Desenvolvida pelas Fibras Musculares Individuais É uma Função do Comprimento da Fibra* 362  
*A Força da Contração Aumenta com a Somação das Contrações Musculares* 362  
*Um Neurônio Motor Somático e as Fibras Musculares Inervadas por Ele Formam uma Unidade Motora* 363  
*A Contração em Músculos Intactos Depende dos Tipos e do Número de Unidades Motoras no Músculo* 364

Mecanismos do Movimento Corporal 365  
*As Contrações Isotônicas Movimentam Cargas mas as Contrações Isométricas Criam Forças sem Movimento* 365

*Ossos e Músculos ao Redor das Articulações Formam Alavancas e Bases de Apoio* 366  
*As Disfunções Musculares Possuem Múltiplas Causas* 369

- Foco Clínico: Distrofias Musculares 369

O Músculo Liso 370  
*As Fibras Musculares Lisas São Muito Menores do que as Fibras Musculares Esqueléticas* 370

- Foco Clínico: Músculo Liso e Aterosclerose 372

*O Músculo Liso Pode Variar sua Força de Contração* 373  
*A Fosforilação das Proteínas Tem um Papel Fundamental na Contração do Músculo Liso* 373  
*Alguns Músculos Lisos Possuem Potenciais de Membrana Instáveis* 374  
*A Entrada de Cálcio É o Sinal para a Contração do Músculo Liso* 375  
*A Contração do Músculo Liso É Regulada pelos Sinais Químicos* 376

O Músculo Cardíaco 377



## 13 Fisiologia Integrada I: Controle do Movimento Corporal 383

Reflexos Nervosos 384  
*As Vias Nervosas Reflexas Podem Ser Classificadas de Diferentes Maneiras* 384

- Foco nos Conceitos Emergentes: Técnicas de Visualização nos Esportes 385

Reflexos Autônomos 385  
 Reflexos dos Músculos Esqueléticos 387  
*Fusos Musculares Respondem à Extensão Muscular* 387  
*Órgãos Tendinosos de Golgi Protegem o Músculo* 388  
*Reflexos de Estiramento e Inibição Recíproca Controlam o Movimento ao Redor de uma Articulação* 390  
*Reflexos de Retirada Afastam os Membros do Estímulo da Dor* 391

- Foco Clínico: Reflexos e Tônus Muscular 393

Controle Integrado dos Movimentos Corporais 393  
*Os Movimentos Podem Ser Classificados como Reflexos, Voluntários ou Rítmicos* 394

- Foco Clínico: Geradores Centrais de Padrão e Lesões na Medula Espinal 395

O SNC Integra o Movimento 396

- Foco Clínico: A Doença de Parkinson e os Núcleos da Base 398

Controle do Movimento em Músculos Viscerais 398

## Unidade III Integração da Função

### 14 Fisiologia Cardiovascular 403

- Visão Geral do Sistema Cardiovascular 404
  - O Sistema Cardiovascular Transporta Materiais Através do Corpo 404
  - O Sistema Cardiovascular É Constituído pelo Coração e pelos Vasos Sangüíneos 405
- Pressão, Volume, Fluxo e Resistência 407
  - A Pressão do Fluido em Movimento Diminui com o Aumento da Distância 407
  - A Compressão de um Fluido Eleva sua Pressão 407
  - O Sangue Flui de uma Área de Alta Pressão para uma de Baixa Pressão 408
  - A Resistência se Opõe ao Fluxo 409
  - A Velocidade do Fluxo Depende da Taxa de Fluxo e da Área de Secção Transversal 410
- O Músculo Cardíaco e o Coração 411
  - O Coração Possui Quatro Câmaras 411
    - Resumo de Anatomia: O Sistema Cardiovascular 412
  - As Células do Músculo Cardíaco se Contraem sem Estímulo Nervoso 415
  - O Acoplamento Excitação-Contração no Músculo Cardíaco É Similar ao do Músculo Esquelético 416
    - Foco Clínico: Junções Comunicantes Podem Abrir e Fechar 417
  - A Contração do Músculo Cardíaco Pode Ser Graduada 417
  - Quando o Músculo Cardíaco É Estirado, Ele se Contraí com Mais Força 419
    - Foco Clínico: Digitalina para Problemas Cardíacos 420
  - Potenciais de Ação nas Células do Miocárdio Variam de Acordo com o Tipo de Célula 420
- O Coração como uma Bomba 423
  - A Condução Elétrica no Coração Coordena a Contração 423
  - O Marcapasso Determina a Frequência Cardíaca 424
  - O Eletrocardiograma Reflete a Atividade Elétrica do Coração 426
  - O Coração Contraí e Relaxa uma Vez Durante o Ciclo Cardíaco 429
  - Curvas de Volume e Pressão Representam um Ciclo Cardíaco 431
    - Foco Clínico: Galopes, Cliques e Sopros 432
  - O Volume de Ejeção É a Quantidade de Sangue Bombeada por um Ventrículo Durante uma Contração 434
  - O Débito Cardíaco É uma Medida de Performance do Coração 434
    - Foco Clínico: Fibrilação 434
  - A Frequência Cardíaca É Regulada por Neurônios Autônomos e pelas Catecolaminas 434
  - Múltiplos Fatores Influenciam o Volume de Ejeção 435

### 15 Fluxo Sangüíneo e Controle da Pressão Arterial 443

- Os Vasos Sangüíneos 444
  - Os Vasos Sangüíneos Contêm Músculo Liso Vascular 445
    - Foco nos Conceitos Emergentes: Bloqueadores de Canais de Cálcio 445
  - As Artérias e Arteriolas Carregam Sangue para Fora do Coração 446
  - A Troca entre o Sangue e o Fluido Intersticial Ocorre nos Capilares 447
  - O Fluxo Sangüíneo Converge para Vênulas e Veias 447
    - Foco nos Conceitos Emergentes: Perícitos 447
  - A Angiogênese Cria Novos Vasos Sangüíneos 447
- A Pressão Arterial 448
  - A Pressão Arterial na Circulação Sistêmica É Mais Alta nas Artérias e Mais Baixa nas Veias 448
  - A Pressão Arterial Reflete a Pressão de Propulsão para o Fluxo Sangüíneo 449
  - A Pressão Arterial É Estimada por Esfigmomanometria 450
  - Débito Cardíaco e Resistência Periférica São os Maiores Fatores que Influenciam a Pressão Arterial Média 450
  - Alterações no Volume Sangüíneo Afetam a Pressão Arterial 451
    - Foco Clínico: Choque 453
- Resistência nas Arteriolas 453
  - A Auto-regulação Mio gênica Ajusta Automaticamente o Fluxo Sangüíneo 454
  - As Substâncias Parácrinas Alteram a Contração da Musculatura Lisa Vascular 454
  - A Divisão Simpática É Responsável pela Maior Parte do Controle Reflexo da Musculatura Lisa Vascular 455
- Distribuição de Sangue para os Tecidos 456
- Trocas nos Capilares 456
  - A Velocidade do Fluxo Sangüíneo É Menor nos Capilares 459
  - A Maioria das Trocas dos Capilares É Feita por Difusão e Transcitose 459
  - A Filtração Capilar e a Absorção Ocorrem pelo Volume de Fluxo 459
- O Sistema Linfático 461
  - O Edema É o Resultado de Alterações nas Trocas Capilares 462
- Regulação da Pressão Arterial 462
  - O Reflexo Barorreceptor É o Controle Homeostático Primário da Pressão Arterial 463
  - A Hipotensão Ortostática Dispara o Reflexo Barorreceptor 465
- A Doença Cardiovascular 466
  - Os Fatores de Risco para Doença Cardiovascular Incluem Tabagismo, Obesidade e Fatores Hereditários 466

- Foco no DIABETES: Diabetes e Doença Cardiovascular 468

*A Hipertensão Representa uma Falência da Homeostase* 468

## 16 Sangue 474

- Plasma e os Elementos Celulares do Sangue** 475
- O Plasma É Composto de Água, Íons, Moléculas Orgânicas e Gases Dissolvidos* 475
  - Os Elementos Celulares Incluem Células Vermelhas, Células Brancas e Plaquetas* 475
    - Foco Clínico: Contagem Diferencial de Células Brancas 477
- Produção de Células Sangüíneas** 477
- As Células Sangüíneas São Produzidas na Medula Óssea* 477
  - A Hematopoese É Controlada por Citocinas, Fatores de Crescimento e Interleucinas* 478
  - Fatores Estimulantes de Colônia Regulam a Leucopoese* 480
  - A Trombopoetina Regula a Produção de Plaquetas* 480
    - Foco na Biotecnologia: Cultura de Células do Sangue 480
  - A Eritropoetina Regula a Produção de Células Vermelhas do Sangue* 481
- Células Vermelhas do Sangue** 481
- As Células Vermelhas do Sangue Maduras Não Têm Núcleo* 481
    - Fique de Olho... Medula Óssea 482
    - Foco nos Conceitos Emergentes: Células Tronco do Sangue do Cordão Umbilical 483
  - A Síntese de Hemoglobina Depende de Ferro* 483
    - Foco no DIABETES: Hemoglobina e Hiperglicemia 483
  - As Células Vermelhas do Sangue Vivem Cerca de Quatro Meses* 484
  - Distúrbios nas Células Vermelhas Diminuem o Transporte de Oxigênio* 484
    - Foco Clínico: A Siclemia (Anemia Falciforme) e a Hidroxiuréia 486
- Plaquetas e Coagulação** 487
- Plaquetas São Pequenos Fragmentos de Células* 487
  - A Hemostasia Previne Perda de Sangue por Vasos Danificados* 487
  - A Ativação das Plaquetas Inicia o Processo de Coagulação* 489
  - A Coagulação Converte o Tampão Plaquetário em um Coágulo Mais Estável* 490
  - Anticoagulantes Evitam a Coagulação* 491
    - Foco Clínico: Destruição de Coágulos e Agentes Antiplaquetários 491

## 17 Fisiologia Respiratória 497

- O Sistema Respiratório** 498
- Os Ossos e Músculos do Tórax Envolvem os Pulmões* 499
  - Os Sacos Pleurais Abrigam os Pulmões* 499
  - As Vias Aéreas Conectam os Pulmões com o Ambiente* 499
    - Resumo de Anatomia: Sistema Respiratório 500
    - Os Alvéolos São os Locais de Troca Gasosa* 502
    - A Circulação Pulmonar É um Sistema de Fluxo de Alta e Baixa Pressão* 502
- Lei dos Gases** 503
- O Ar É uma Mistura de Gases* 503
  - Os Gases Movem-se de Áreas de Alta Pressão para Áreas de Baixa Pressão* 504
  - A Lei de Boyle Descreve o Relacionamento Entre a Pressão e o Volume dos Gases* 504
  - A Solubilidade dos Gases nos Líquidos Depende da Pressão, da Solubilidade e da Temperatura* 505
- A Ventilação** 506
- As Vias Aéreas Umidificam, Aquecem e Filtram o Ar Inspirado* 506
  - Durante a Ventilação, o Fluxo de Ar Deve-se ao Gradiente de Pressão* 507
  - A Inspiração Ocorre Quando a Pressão Alveolar Diminui* 507
  - A Expiração Ocorre Quando a Pressão Alveolar Excede a Pressão Atmosférica* 508
  - A Pressão Intrapleural Muda Durante a Ventilação* 510
  - A Complacência e a Elasticidade do Pulmão Podem Mudar Quando Ocorre uma Doença* 511
  - Os Surfactantes Diminuem o Trabalho da Respiração* 511
    - Foco Clínico: Doenças Fibróticas dos Pulmões 512
    - Foco Clínico: A Síndrome do Sofrimento Respiratório do Recém-Nascido e o Surfactante 513
  - O Diâmetro das Vias Aéreas É um Determinante Primário da Resistência das Vias Aéreas* 513
  - Testes de Função Pulmonar Medem o Volume do Pulmão Durante a Ventilação* 514
    - Foco Clínico: Asma 514
  - A Frequência e a Profundidade da Respiração Determinam a Eficiência da Respiração* 516
  - A Composição de Gases nos Alvéolos Varia Muito Pouco Durante a Respiração Normal* 517
  - A Ventilação e o Fluxo Sangüíneo Alveolar Estão Associados* 518
- A Troca de Gases nos Pulmões** 519
- Trocas de Gases Exigem Gradientes de Pressão* 520
  - Mudanças na Pressão Alveolar Alteram as Trocas de Gases* 521
- Troca de Gases nos Tecidos** 522
- Foco na Biotecnologia: O Oxímetro de Pulso 522

- O Transporte de Gases no Sangue 522  
*A Hemoglobina Transporta Mais Oxigênio para os Tecidos* 522  
*Cada Molécula de Hemoglobina Liga-se a Quatro Moléculas de Oxigênio* 523  
 ■ Foco na Biotecnologia: Substitutos do Sangue 523  
*A  $P_{O_2}$  Determina a Ligação da Hemoglobina com o Oxigênio* 524  
*Temperatura, pH e Metabólitos Afetam a Ligação Oxigênio-Hemoglobina* 525  
*O Dióxido de Carbono É Transportado por Três Vias* 527  
 A Regulação da Ventilação 529  
*Os Neurônios no Bulbo Controlam a Respiração* 530  
*O Dióxido de Carbono, o Oxigênio e o pH Influenciam a Ventilação* 532  
 ■ Foco nos Conceitos Emergentes: Sensores Carotídeos do Oxigênio 533  
 ■ Foco Clínico: Grande Altitude 535  
*Os Reflexos Mecanorreceptores Protegem os Pulmões da Inalação de Substâncias Irritantes* 535  
*Centros Encefálicos Superiores Afetam os Padrões de Ventilação* 535

## 18



## Os Rins 542

- Funções dos Rins 543  
 Anatomia do Sistema Urinário 544  
*O Sistema Urinário É Formado pelos Rins, Ureteres, Bexiga e Uretra* 544  
 ■ Foco Clínico: Infecções do Trato Urinário 544  
*O Néfron É a Unidade Funcional dos Rins* 544  
 Visão Geral da Função Renal 545  
*Os Três Processos do Néfron São a Filtração, a Reabsorção e a Secreção* 545  
*O Volume e a Osmolaridade Variam de Acordo com o Fluxo de Líquido Através do Néfron* 545  
 ■ Resumo de Anatomia: O Sistema Urinário 546  
 Filtração 549  
*O Corpúsculo Renal Consiste de Glomérulo e Cápsula de Bowman* 549  
*A Filtração Ocorre por Causa da Pressão Hidrostática nos Capilares* 550  
 ■ Foco no DIABETES: Nefropatia Diabética 551  
*A Taxa de Filtração Glomerular Média É de 180 Litros por Dia* 551  
*A Pressão Arterial e o Fluxo Sangüíneo Influenciam a TFG* 552  
*A TFG Está Sujeita à Auto-Regulação* 552  
*Os Hormônios e os Neurônios Autônomos Também Influenciam a TFG* 555  
 Reabsorção 555  
*A Reabsorção Pode Ser Ativa ou Passiva* 555  
*A Saturação do Transporte Renal Tem um Papel Importante na Função Renal* 557  
*A Pressão nos Capilares Peritubulares Favorece a Reabsorção* 559

- Secreção 559  
*A Competição Diminui a Secreção de Penicilina* 559  
 Excreção 560  
*A Depuração É um Meio Não-Invasivo de Medir a TFG* 560  
*O Conhecimento da TFG nos Auxilia a Determinar como o Rim Manipula um Sólido* 561  
*A Depuração Pode Ser Utilizada para Determinar a Manipulação Renal de uma Substância* 562  
 Micção 562



## 19

## Fisiologia Integrada II: Equilíbrio Hidroeletrólítico 569

- Homeostase Hidroeletrólítica 570  
*A Osmolaridade do FEC Afeta o Volume Celular* 570  
*O Equilíbrio Hidroeletrólítico Exige Integração Entre Múltiplos Sistemas* 570  
 ■ Foco nos Conceitos Emergentes: Regulação do Volume Celular 570  
 Equilíbrio da Água e Regulação da Concentração da Urina 571  
*A Excreção e a Ingestão Diárias de Água São Equilibradas* 571  
*Os Rins Conservam a Água* 572  
*A Concentração da Urina É Determinada pela Alça de Henle e pelo Ducto Coletor* 573  
*A Vasopressina Regula a Osmolaridade da Urina* 574  
 ■ Foco no DIABETES: O Diabetes e a Diurese Osmótica 575  
*Mudanças na Pressão Arterial e na Osmolaridade Descadeiam os Reflexos do Equilíbrio da Água* 576  
*A Alça de Henle É um Multiplicador de Contracorrente* 577  
 ■ Foco Clínico: Urinar na Cama e a Vasopressina 577  
 O Equilíbrio de Sódio e a Regulação do Volume do FEC 579  
*A Aldosterona Controla o Equilíbrio de Sódio* 579  
*A Pressão Arterial, a Osmolaridade e o  $K^+$  Influenciam a Secreção de Aldosterona* 581  
 ■ Foco nos Conceitos Emergentes: Óxido Nítrico e Liberação da Renina 581  
*A Angiotensina II Influencia a Pressão Arterial por Meio de Múltiplas Vias* 582  
*O Peptídeo Atrial Natriurético Promove a Excreção de  $Na^+$  e Água* 583  
 ■ Foco nos Conceitos Emergentes: Uroguanilina: Um Hormônio Regulador do  $Na^+$ ? 583  
 O Equilíbrio do Potássio 584  
 Mecanismos Comportamentais no Equilíbrio de Sal e Água 585  
*Beber Repõe os Fluidos Perdidos* 585  
*Baixa Quantidade de  $Na^+$  Estimula o Apetite por Sal* 585

- Comportamentos de Rejeição Ajudam a Evitar a Desidratação* 585
- Controle Integrado do Volume e da Osmolaridade** 586
- Osmolaridade e Volume do FEC Podem Mudar de Modo Independente* 586
- A Desidratação Desencadeia Respostas Renais e Cardiovasculares* 587
- Equilíbrio Ácido-Base** 590
- As Enzimas e o Sistema Nervoso São Particularmente Sensíveis a Mudanças no pH* 590
- Os Ácidos e Bases do Organismo se Originam de Várias Fontes* 590
- A Homeostase do pH Depende de Tampões, dos Pulmões e dos Rins* 591
- Os Sistemas de Tampões Incluem Proteínas, Íons Fosfato e  $\text{HCO}_3^-$*  591
- A Ventilação Pode Compensar os Distúrbios do pH* 592
- Os Rins Excretam ou Reabsorvem  $\text{H}^+$  e  $\text{HCO}_3^-$*  593
- Os Distúrbios Ácido-Base Podem Ter Origem Respiratória ou Metabólica* 595

## Unidade IV *Metabolismo, Crescimento e Envelhecimento*

### 20 Digestão 602

- Função e Processos do Sistema Digestório** 603
- Anatomia do Sistema Digestório** 604
- O Sistema Digestório É Constituído pelo Trato GI e pelas Glândulas Acessórias* 604
- A Parede do Trato GI Possui Quatro Camadas* 605
- Resumo de Anatomia: O Sistema Digestório 606
- Motilidade** 608
- O Músculo Liso do Trato GI Contraí-se Espontaneamente* 608
- O Músculo Liso do Trato GI Apresenta Diferentes Formas de Contração* 609
- Foco nos Conceitos Emergentes: Células Intersticiais de Cajal 609
  - Foco no DIABETES: Esvaziamento Gástrico Retardado 610
- Secreção** 610
- Enzimas Digestivas São Secretadas no Interior da Boca, do Estômago e do Intestino* 610
- Células Especializadas Secretam Muco* 610
- O Sistema Digestório Secreta Íons e Água* 610
- Digestão e Absorção** 611
- Carboidratos São Digeridos em Monossacarídeos* 611
- Proteínas São Digeridas em Pequenos Peptídeos e Aminoácidos* 611

- A Digestão de Gorduras É Facilitada pela Bile* 612
- Os Ácidos Nucléicos São Digeridos em Bases e Monossacarídeos* 612
- Regulação da Função GI** 613
- O Sistema Nervoso Entérico É Conhecido como Pequeno Encéfalo* 613
- O Sistema Nervoso Entérico Interage com o SNC* 613
- Hormônios Digestivos Controlam a Função do Trato GI, o Metabolismo e o Comportamento Alimentar* 615
- Peptídeos do Trato GI Incluem Hormônios, Neurócrinos e Citocinas* 615
- Substâncias Parácrinas no Trato GI Têm Efeitos Diversos sobre a Digestão* 617
- Integração da Função GI** 617
- A Face Cefálica Inicia a Digestão* 617
- As Digestões Química e Mecânica Iniciam-se na Boca* 618
- A Deglutição Move o Alimento da Boca para o Estômago* 619
- O Estômago É o Reservatório do Trato GI* 620
- Foco na Biotecnologia: Olestra, o Substituto Não-Calórico da Gordura 620
- A Maior Parte da Digestão e da Absorção Ocorre no Intestino* 623
- Fique de Olho... Fígado 627
  - Foco Clínico: Intolerância à Lactose 628
- O Intestino Grosso Concentra os Resíduos para a Excreção* 631
- Funções Imunes do Trato GI** 633
- Células M e o Conteúdo Intestinal* 633
- O Vômito É um Reflexo Protetor* 633

### 21 Equilíbrio Energético, Metabolismo e Crescimento 639

- EQUILÍBRIO ENERGÉTICO E METABOLISMO** 640
- Equilíbrio Energético** 640
- A Energia de Entrada É Igual à Energia de Saída* 640
- A Temperatura Corporal É o Equilíbrio Entre a Produção, o Ganho e a Perda de Calor* 641
- A Temperatura Corporal É Homeostaticamente Regulada* 643
- O Equilíbrio Energético É Refletido pelo Consumo de Oxigênio do Indivíduo* 646
- A Energia É Armazenada em Forma de Gordura e Glicogênio* 647
- Metabolismo** 648
- A Energia dos Nutrientes Ingeridos Pode Ser Utilizada Imediatamente ou Armazenada* 648
- Os Hormônios Controlam as Vias Metabólicas Através da Mudança na Atividade Enzimática* 649
- O Metabolismo Anabólico Domina no Estado Alimentado* 649

- Foco Clínico: Apolipoproteínas, Metabolismo do Colesterol e Doenças Cardiovasculares 651
- O *Metabolismo Catabólico Domina no Estado de Jejum* 652
- Foco Clínico: Dietas Cetogênicas 652

#### CONTROLE HOMEOSTÁTICO DO METABOLISMO 653

- Hormônios Pancreáticos 654**  
*A Proporção Insulina-Glucagon É a Chave para a Regulação Metabólica* 654  
*A Insulina É o Hormônio Dominante do Estado Alimentado* 655  
*A Insulina Promove o Anabolismo* 656  
*O Diabetes Mellitus É uma Família de Doenças Metabólicas* 657  
*Diabéticos do Tipo 1 São Propensos à Cetose* 659  
*Diabéticos do Tipo 2 Frequentemente Têm Concentrações Elevadas de Insulina* 659
- Foco no DIABETES: Diabetes e Amilina 661
  - O Glucagon Promove a Síntese da Glicose* 661
- Aspectos Neuralmente Mediados do Metabolismo 663**  
*O Cérebro Controla a Ingestão do Alimento* 663

#### CONTROLE ENDÓCRINO DO METABOLISMO DE LONGA DURAÇÃO 665

- Glicocorticóides Adrenais 665**  
*O Córtex da Adrenal Secreta Hormônios Esteróides* 665  
*O Cortisol É Essencial para a Vida* 665  
*O Cortisol É uma Droga Utilizada Terapeuticamente* 667
- Hormônios da Tireóide 667**  
*Os Hormônios da Tireóide Contêm Iodo* 668  
*Os Hormônios da Tireóide Afetam a Qualidade de Vida* 668  
*O TSH Controla a Glândula Tireóide* 670

#### CONTROLE ENDÓCRINO DO CRESCIMENTO 672

- Hormônio do Crescimento 672**  
*O Hormônio do Crescimento É Anabólico* 672  
*O Hormônio do Crescimento É Essencial para o Crescimento Normal em Crianças* 673  
*Os Dilemas Éticos Criados pelo Hormônio do Crescimento Desenvolvido pela Engenharia Genética* 673
- Crescimento dos Ossos e Tecidos 674**  
*O Crescimento dos Tecidos Exige Hormônios e Substâncias Parácrinas* 674  
*O Crescimento Ósseo Exige Quantidades Adequadas de Cálcio na Dieta* 674
- Equilíbrio do Cálcio 675**  
*As Concentrações de Cálcio no Sangue São Rigorosamente Reguladas* 676  
*Três Hormônios Controlam o Equilíbrio de Cálcio* 676  
*A Osteoporose É uma Doença de Perda Óssea* 679

## 22



## O Sistema Imune 685

- Visão Geral da Função do Sistema Imune 686**  
**Os Patógenos do Corpo Humano 686**  
*As Bactérias e os Vírus Requerem Mecanismos de Defesa Diferentes* 686  
*Os Vírus Devem se Reproduzir Dentro de Células Hospedeiras* 687
- Foco nos Conceitos Emergentes: Retrovírus e a AIDS 687
  - A Resposta Imune 688
- Anatomia do Sistema Imune 688**  
*Os Tecidos Linfóides São Distribuídos por Todo o Corpo* 688  
*Os Leucócitos São as Células Primárias do Sistema Imune* 689
- Fique de Olho... Baço 690
- Imunidade Inata 693**  
*As Barreiras Físicas e Químicas São a Primeira Linha de Defesa do Organismo* 693  
*Os Fagócitos Reconhecem o Material Estranho e o Ingerem* 693
- Foco no DIABETES: PPARgama, Macrófagos e Gordura 694
- Mediadores Químicos Produzem a Resposta Inflamatória* 694
- Imunidade Adquirida 696**  
*Os Linfócitos São as Células Primárias Envolvidas na Resposta Imune Adquirida* 696  
*Alguns Linfócitos B Secretam Anticorpos* 697  
*Os Anticorpos São Proteínas Secretadas pelos Plasmócitos* 698  
*Os Linfócitos T Devem Fazer Contato Direto com Suas Células-Alvo* 699
- Fique de Olho... Timo 701
- Os Linfócitos Natural Killer Combatem Vírus* 702
- Foco nos Conceitos Emergentes: Suicídio Celular ou Apoptose 702
- Vias da Resposta Imune 703**  
*A Inflamação É a Resposta Típica à Invasão Bacteriana* 703  
*Os Mecanismos de Defesa Intracelular São Necessários para Combater a Infecção Viral* 704  
*As Respostas Alérgicas São Respostas Inflamatórias desencadeadas por Antígenos Específicos* 706  
*As Proteínas do MHC Permitem o Reconhecimento de Tecidos Estranhos* 706  
*O Reconhecimento do que É Próprio Constitui uma Função Importante do Sistema Imune* 709  
*A Vigilância Imune Permite ao Organismo Remover Células Anormais* 709
- Interações Neuroimunoendócrinas 709**  
*O Estresse Altera a Função do Sistema Imune* 710



## Fisiologia Integrada III: Exercício 716

- Metabolismo e Exercício 717
  - Hormônios Regulam o Metabolismo Durante o Exercício 718
  - O Consumo de Oxigênio Está Relacionado com a Intensidade do Exercício 719
  - Vários Fatores Limitam o Exercício 719
- Resposta Ventilatória ao Exercício 720
- Respostas Cardiovasculares ao Exercício 721
  - O Débito Cardíaco Aumenta Durante o Exercício 721
  - O Fluxo de Sangue Periférico É Redistribuído para os Músculos Durante o Exercício 722
  - A Pressão Arterial Aumenta Sutilmente Durante o Exercício 722
  - O Reflexo Barorreceptor Ajusta-se ao Exercício 723
- Respostas Antecipatórias ao Exercício 723
- Regulação da Temperatura 724
- Exercício e Saúde 725
  - O Exercício Diminui o Risco de Doenças Cardiovasculares 725
  - O Diabetes Mellitus do Tipo 2 Pode Melhorar com o Exercício 725
  - O Estresse e o Sistema Imune Podem Ser Influenciados pelo Exercício 725



## Reprodução e Desenvolvimento 731

- Determinação Sexual 732
  - Foco Clínico: Doenças Genéticas Ligadas ao X 733
  - Os Cromossomos Sexuais Determinam o Sexo Genético 733
  - A Diferenciação Sexual Ocorre no Segundo Mês do Desenvolvimento 733
    - Foco Clínico: Pseudo-hermafroditas e a Diidrotestosterona 735
- Modelos Básicos de Reprodução 736
  - A Gametogênese Começa in Utero e Recomeça Durante a Puberdade 736
  - O Cérebro Orienta a Reprodução 737
    - Foco nos Conceitos Emergentes: Inibinas e Ativinas 738
- Reprodução Masculina 741
  - Os Testículos Produzem Espermatozoides e Testosterona 741
    - Resumo de Anatomia: Sistema Reprodutivo Masculino 742
  - A Espermatogênese Requer Gonadotrofinas e Testosterona 744

As Glândulas Acessórias Masculinas Contribuem com Secreções para o Sêmen 745

O Andrógeno Influencia as Características Sexuais Secundárias 745

■ Foco Clínico: DHT e a Próstata 745

Reprodução Feminina 746

O Trato Reprodutivo Feminino Inclui Ovários e Útero 746

O Ovário Produz Óvulos e Hormônios 746

Um Ciclo Menstrual Dura em Torno de Um Mês 747

O Controle Hormonal do Ciclo Menstrual É Complexo 747

■ Resumo de Anatomia: Sistema Reprodutivo Feminino 748

Influência de Estrogênios e Andrógenos nas Características Sexuais Secundárias Femininas 753

Procriação 753

A Resposta Sexual Humana Tem Quatro Fases 753

O Ato Sexual Masculino É Composto por Ereção e Ejaculação 754

■ Foco nos Conceitos Emergentes: Viagra 755

Métodos Contraceptivos São Tentativas para Impedir a Gravidez 755

Infertilidade É a Incapacidade de Conceber 756

Gravidez e Parto 757

A Fertilização Requer Capacitação 757

O Zigoto em Desenvolvimento Implanta-se no Endométrio do Útero 758

A Placenta Secreta Hormônios Durante a Gestação 759

■ Foco no DIABETES: Diabetes Gestacional 760

A Gravidez Termina com Trabalho de Parto e Nascimento 760

As Glândulas Mamárias Secretam Leite Durante a Lactação 762

A Prolactina Tem Outros Papéis Fisiológicos 763

Crescimento e Envelhecimento 764

A Puberdade Marca o Início da Idade Reprodutiva 764

Menopausa e Andropausa São uma Conseqüência do Envelhecimento 764

Apêndice A Física e Matemática 769

Apêndice B Genética 773

Apêndice C Posições Anatômicas do Corpo 778

Apêndice D Respostas das Verificações de Conceitos, das Questões das Figuras/dos Gráficos e das Questões de Nível 4 no Final dos Capítulos 779

Glossário/Índice Remissivo 790

Créditos das Fotos 816