

INTRODUCCIÓN

Una visión al pasado: fisiología del ejercicio: raíces y perspectivas históricas **xv**

Entrevista con el Dr. Charles M. Tipton

PARTE UNO

FISIOLOGÍA DEL EJERCICIO **1**

SECCIÓN 1 **Nutrición: la base del desempeño humano 3**

Entrevista con el Dr. David L. Costill

CAPÍTULO 1 **Carbohidratos, lípidos y proteínas 7**

PARTE 1 • CARBOHIDRATOS 8

- Tipos y fuentes de los carbohidratos 8
- Ingesta recomendada de carbohidratos 14
- Función de los carbohidratos en el cuerpo 14
- Dinámica de los carbohidratos durante la actividad física 15

PARTE 2 • LÍPIDOS 18

- La naturaleza de los lípidos 18
- Tipos y fuentes de lípidos 18
- Ingesta recomendada de lípidos 25
- Función de los lípidos en el cuerpo 26
- Dinámica de la grasa durante la actividad física 27

PARTE 3 • PROTEÍNAS 30

- La naturaleza de las proteínas 30
- Tipos de proteínas 30
- Ingesta recomendada de proteínas 32
- Función de la proteína en el cuerpo 33
- Dinámica del metabolismo proteínico 33
- Balance de nitrógeno 36
- Dinámica de la proteína durante la actividad física 37

CAPÍTULO 2 **Vitaminas, minerales y agua 41**

PARTE 1 • VITAMINAS 42

- Naturaleza de las vitaminas 42
- Tipos de vitaminas 42
- Función de las vitaminas 42
- Definición de las necesidades de nutrientes 43
- Actividad física, radicales libres y antioxidantes 49
- ¿El uso de complementos vitamínicos confiere una ventaja competitiva? 51

PARTE 2 • MINERALES 53

- La naturaleza de los minerales 53
- Función de los minerales en el cuerpo 53
- Calcio 57
- La tríada de la atleta: un problema inesperado para las mujeres que entrenan con intensidad 61
- Fósforo 63
- Magnesio 63
- Hierro 64
- Sodio, potasio y cloro 67
- Minerales y desempeño del ejercicio 68

PARTE 3 • AGUA 72

- El contenido corporal de agua 72

- Equilibrio hídrico: ingresos contra egresos 74
- Requerimiento de agua durante la actividad física 75

CAPÍTULO 3 **Nutrición óptima para la actividad física 79**

- Ingesta de nutrimentos entre las personas físicamente activas 80
- Los elementos esenciales de la buena nutrición 85
- MyPlate: la guía de alimentación saludable 85
- Actividad física e ingesta de alimentos 87
- Comida antes de la competencia 92
- Comidas de carbohidratos antes, durante y en la recuperación de la actividad física 94
- Comidas de glucosa, electrolitos y captación de agua 100

SECCIÓN 2 **Energía para la actividad física 105**

Entrevista con el Dr. John O. Holloszy

CAPÍTULO 4 **Valor energético de la comida 109**

- Medición de la energía de los alimentos 110

CAPÍTULO 5 **Introducción a la transferencia de energía 117**

- Energía: la capacidad para trabajar 118
- Interconversiones de energía 120
- Trabajo biológico en humanos 121
- Enzimas y coenzimas que alteran la velocidad de liberación de energía 124
- Hidrólisis y condensación: las bases para la digestión y la síntesis 126

CAPÍTULO 6 **Transferencia de energía en el cuerpo 133**

PARTE 1 • ENERGÍA DEL ENLACE FOSFATO 134

- Trifosfato de adenosina: la moneda de energía 134
- Fosfocreatina: el reservorio de energía 136
- Oxidación celular 137
- Función del oxígeno en el metabolismo energético 140

PARTE 2 • LIBERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE MACRONUTRIMENTOS 141

- Liberación de energía a partir de los carbohidratos 141
- Liberación de energía a partir de la grasa 150
- Liberación de energía a partir de las proteínas 156
- El molino metabólico: interrelaciones entre el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas 156

CAPÍTULO 7 **Transferencia de energía durante la actividad física 161**

- Energía inmediata: el sistema ATP-PCr 162
- Sistema de energía glucolítico de corta duración (formador de lactato) 162
- Energía de larga duración: el sistema aeróbico 163
- Espectro de energía de la actividad física 167
- Consumo de oxígeno durante la recuperación 168

CAPÍTULO 8 **Medición del gasto energético humano 177**

- Medición de la producción de calor del cuerpo 178
- Agua doblemente marcada 184

Cociente respiratorio 185
Índice de intercambio respiratorio (RER) 189

CAPÍTULO 9
Gasto energético humano durante el reposo y la actividad física 191

PARTE 1 • GASTO ENERGÉTICO EN REPOSO 192
Índice metabólico basal y en reposo 192
Concepto de tamaño metabólico 192
Índices metabólicos de los seres humanos: comparaciones de edad y género 193
Cinco factores que afectan el gasto energético diario total 196

PARTE 2 • GASTO ENERGÉTICO DURANTE LA ACTIVIDAD FÍSICA 199
Clasificación de las actividades físicas según el gasto energético 199
El MET 200
Índices diarios de gasto energético promedio 200
Costo energético de las actividades domésticas, industriales y recreativas 202
Frecuencia cardíaca para calcular el gasto energético 202

CAPÍTULO 10
Gasto energético durante la caminata, el trote, la carrera y la natación 205

Gasto energético bruto contra gasto energético neto 206
Economía del movimiento humano 206
Gasto energético durante la caminata 208
Gasto energético durante la carrera 212
Natación 220

CAPÍTULO 11
Diferencias individuales y medición de capacidades de energía 227

Especificidad contra generalidad de la capacidad metabólica y el desempeño de ejercicio 228
Generalidades de la capacidad de transferencia de energía durante el ejercicio 228
Transferencia de energía anaeróbica: los sistemas de energía inmediata y de corto plazo 228
Energía anaeróbica: el sistema de energía de largo plazo 236

SECCIÓN 3 **Sistemas aeróbicos de entrega y utilización de energía 249**

Entrevista con el Dr. Loring B. Rowell

CAPÍTULO 12
Estructura y función pulmonar 253

Área de superficie e intercambio de gases 254
Anatomía de la ventilación 254
Mecánica de la ventilación 255
Volúmenes y capacidades pulmonares 258
Función pulmonar, acondicionamiento aeróbico y rendimiento físico 261
Ventilación pulmonar 261
Variaciones de los patrones de respiración normal 265
Las vías respiratorias durante la actividad física en clima frío 267

CAPÍTULO 13
Intercambio y transporte de gases 269

PARTE 1 • INTERCAMBIO GASEOSO EN LOS PULMONES Y TEJIDOS 270
Concentraciones y presiones parciales de los gases respirados 270
Movimiento de gases en aire y líquidos 271
Intercambio de gases en los pulmones y tejidos 272

PARTE 2 • TRANSPORTE DE OXÍGENO 275
Transporte de oxígeno en la sangre 275
PARTE 3 • TRANSPORTE DE DIÓXIDO DE CARBONO 282
Transporte de dióxido de carbono en la sangre 282

CAPÍTULO 14
Dinámica de la ventilación pulmonar 285

PARTE 1 • REGULACIÓN DE LA VENTILACIÓN PULMONAR 286
Control ventilatorio 286
Regulación de la ventilación durante la actividad física 288
PARTE 2 • VENTILACIÓN PULMONAR DURANTE LA ACTIVIDAD FÍSICA 290
Ventilación y demandas de energía durante la actividad física 290
Costo energético de la respiración 295
¿La ventilación limita la potencia aeróbica y el desempeño de resistencia? 296
PARTE 3 • REGULACIÓN ÁCIDOBASE 298
Amortiguamiento 298
Amortiguadores fisiológicos 300
Efectos de la actividad física intensa 301

CAPÍTULO 15
El sistema cardiovascular 303

Componentes del sistema cardiovascular 304
Hipertensión 315
Respuesta de la presión arterial a la actividad física 318
Alimentación sanguínea del corazón 320
Metabolismo miocárdico 322

CAPÍTULO 16
Regulación e integración cardiovascular 325

Regulación intrínseca de la frecuencia cardíaca 326
Regulación extrínseca de la frecuencia del corazón y la circulación 327
Distribución de la sangre 333
Respuesta integradora durante la actividad física 336
Actividad física después del trasplante cardíaco 337

CAPÍTULO 17
Capacidad funcional del sistema cardiovascular 341

Gasto cardíaco 342
Gasto cardíaco en reposo 343
Gasto cardíaco durante la actividad física 344
Distribución del gasto cardíaco 347
Gasto cardíaco y transporte de oxígeno 348
Ajustes cardiovasculares al ejercicio de la parte superior del cuerpo 352

CAPÍTULO 18
Músculo esquelético: estructura y función 355

Estructura general del músculo esquelético 356
Ultraestructura del músculo esquelético 360
Alineación de las fibras musculares 362
Orientación de actina-miosina 366
Sucesos químicos y físicos durante la acción y la relajación muscular 367
Tipo de fibra muscular 374
Genes que definen el fenotipo del músculo esquelético 379
Diferencias en el tipo de fibras entre los grupos atléticos 379

CAPÍTULO 19
Control neural del movimiento humano 383

Organización del sistema neuromotor 384
Alimentación del nervio al músculo 391

Características funcionales de la unidad motora 396
 Receptores en músculos, articulaciones y tendones:
 los propioceptores 400

CAPÍTULO 20

El sistema endocrino: organización y respuestas aguda y crónica a la actividad física 407

Generalidades del sistema endocrino 408
 Organización del sistema endocrino 408
 Secreciones endocrinas inducidas por el reposo y el ejercicio 414
 Hormonas gonadales 425
 Entrenamiento de ejercicio y función endocrina 440
 Entrenamiento de resistencia y función endocrina 445
 Péptidos opiáceos y actividad física 447
 Actividad física, enfermedad infecciosa, cáncer y respuesta inmune 449

PARTE DOS

FISIOLOGÍA APLICADA AL EJERCICIO 455

SECCIÓN 4 Mejora de la capacidad para transferir energía 457

Entrevista con Bengt Saltin

CAPÍTULO 21

Entrenamiento para lograr potencia anaeróbica y aeróbica 461

Principios del entrenamiento para el ejercicio 462
 Cómo afecta el entrenamiento del ejercicio el sistema anaeróbico 464
 Cambios del sistema anaeróbico con el entrenamiento 464
 Cómo afecta el entrenamiento el sistema aeróbico 464
 Factores que afectan las respuestas en el entrenamiento aeróbico 477
 ¿En cuánto tiempo se percibe el mejoramiento? 484
 Conservación del acondicionamiento físico aeróbico logrado 485
 Métodos de entrenamiento 486
 Sobreentrenamiento: demasiado de algo bueno 490
 Actividad física durante el embarazo 491

CAPÍTULO 22

Fuerza muscular: entrenar los músculos para volverse más fuerte 499

PARTE 1 • MEDICIÓN DE LA FUERZA Y ENTRENAMIENTO PARA ADQUIRIR FUERZA 500

Objetivos del entrenamiento de resistencia 502
 Medición de la fuerza muscular 502
 Diferencias de género en la fuerza muscular 506
 Entrenamiento de los músculos para fortalecerlos 509

PARTE 2 • ADAPTACIONES ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES PARA EL ENTRENAMIENTO DE FORTALECIMIENTO 528

Factores que modifican la expresión de la fuerza humana 528
 Comparación entre las respuestas de varones y mujeres al entrenamiento 535
 Efectos en los músculos por la pérdida de condición física 536
 Estrés metabólico del entrenamiento para fortalecimiento 537
 Entrenamiento en circuito para fortalecimiento 537
 Dolor y rigidez musculares 538

CAPÍTULO 23

Auxiliares especiales para el ejercicio. Entrenamiento y rendimiento 543

Un desafío cada vez mayor para lograr una competencia justa 544
 En el horizonte 548
PARTE 1 • MEDICAMENTOS CON EFECTOS ERGOGÉNICOS 548
PARTE 2 • ESTRATEGIAS NO FARMACOLÓGICAS CON EFECTOS ERGOGÉNICOS 571

SECCIÓN 5 Rendimiento en el ejercicio y estrés ambiental 593

Entrevista con Barbara Drinkwater

CAPÍTULO 24

La actividad física en altitud media y gran altitud 597

El estrés de la altitud 598
 Aclimatación 600
 Capacidades metabólicas, fisiológicas y de ejercicio en las alturas 608
 Entrenamiento en altitud y rendimiento a nivel del mar 610
 Combinación de estancia en altitud con entrenamiento a altitud menor 611

CAPÍTULO 25

Ejercicio y tensión térmica 615

PARTE 1 • MECANISMOS DE TERMORREGULACIÓN 616

Equilibrio térmico 616
 Regulación hipotalámica de la temperatura 617
 Termorregulación durante la tensión por frío: conservación y producción de calor 617
 Termorregulación ante la tensión por calor: pérdida de calor 618
 Efectos de la vestimenta sobre la termorregulación 621

PARTE 2 • TERMORREGULACIÓN Y TENSIÓN POR CALOR AMBIENTAL DURANTE LA ACTIVIDAD FÍSICA 626

Actividad física en el calor 626
 Mantenimiento del equilibrio hídrico: rehidratación e hiperhidratación 630
 Factores que modifican la tolerancia al calor 632
 Complicaciones de la tensión por calor excesiva 635

PARTE 3 • TERMORREGULACIÓN Y TENSIÓN POR FRÍO AMBIENTAL DURANTE LA ACTIVIDAD FÍSICA 637

Actividad física en el frío 637
 Aclimatación a el frío 639
 ¿Cuánto frío es demasiado frío? 640

CAPÍTULO 26

Buceo deportivo 643

Historia del buceo, de la antigüedad al presente 644
 Relaciones de presión-volumen y buceo a profundidad 652
 Snorqueleo y buceo de apnea 653
 Buceo con scuba 659
 Problemas especiales por la respiración de gases a alta presión 661
 Inmersiones a profundidades excepcionales: buceo con mezclas de gases 667
 Costo energético de la natación bajo el agua 670

CAPÍTULO 27

Microgravedad: la última frontera 673

El medio ingravido 674
 Perspectiva histórica de la fisiología aeroespacial y medicina 680
 Era actual 683
 Evaluación médica para seleccionar astronautas 686
 Huesos 689
 Estrategias de para contramedidas 702

Perspectiva general de las respuestas fisiológicas ante un vuelo espacial 714
 Nueva visión de la NASA para el futuro de la exploración espacial 715
 Beneficios prácticos de la investigación en biología espacial 720
 Palabras finales 722

SECCIÓN 6 Composición corporal, equilibrio energético y control de peso 727

Entrevista con el Dr. Claude Bouchard

CAPÍTULO 28 Valoración de la composición corporal 731

Sobrepeso, exceso de grasa y obesidad, no hay unanimidad para la terminología 732
 Índice de masa corporal: un estándar clínico popular 733
 Composición del cuerpo humano 738
 Técnicas comunes para evaluar la composición corporal 742
 Porcentaje promedio de grasa corporal 761
 Determinación del peso corporal objetivo 762

CAPÍTULO 29 Complejión, desempeño y actividad física 765

Complejiones de atletas campeones 766
 Límite superior de la masa corporal libre de grasa 784

CAPÍTULO 30 Sobrepeso, exceso de grasa (obesidad) y control de peso 787

PARTE 1 • OBESIDAD 788

Perspectiva histórica 788
 La obesidad aún es una epidemia mundial 788
 Incremento de grasa corporal: un proceso progresivo de largo plazo 792
 La genética influye en la acumulación de grasa corporal 793
 Inactividad física: un componente crucial en la acumulación excesiva de grasa 796
 Riesgos de salud por exceso de grasa corporal 797
 Criterios para el exceso de grasa corporal: ¿cuánto es demasiada grasa? 801

PARTE 2 • PRINCIPIOS DEL CONTROL DE PESO: DIETA Y ACTIVIDAD FÍSICA 808

Balance energético: aporte contra gasto 808
 Dieta para el control de peso 809
 Factores que afectan la pérdida de peso 819
 Mayor actividad física para controlar el peso 820
 Efectividad de la actividad física regular 823
 Recomendaciones de pérdida de peso para los luchadores y otros atletas de poder 830
 Aumento de peso: el dilema de los atletas competitivos 830

SECCIÓN 7 Ejercicio, envejecimiento exitoso y prevención de enfermedades 835

Entrevista con el Dr. Steven N. Blair

CAPÍTULO 31 Actividad física, salud y envejecimiento 839

Los ancianos de Estados Unidos 840
 La nueva gerontología 840

PARTE 1 • ACTIVIDAD FÍSICA EN LA POBLACIÓN 842

Epidemiología de la actividad física 842

PARTE 2 • ENVEJECIMIENTO Y FUNCIÓN FISIOLÓGICA 848

Tendencias de edad 848
 Capacidad de entrenamiento y edad 858

PARTE 3 • ACTIVIDAD FÍSICA, SALUD Y LONGEVIDAD 859

Actividad física, salud y longevidad 859
 La actividad física moderada regular aporta beneficios significativos 860

PARTE 4 • ENFERMEDAD ARTERIAL CORONARIA 862

Cambios a nivel celular 862
 Factores de riesgo para enfermedad arterial coronaria 864

CAPÍTULO 32 Fisiología del ejercicio clínico para rehabilitación cardiovascular, pulmonar y por cáncer 877

El fisiólogo de ejercicio en el ajuste clínico 878
 Programas de entrenamiento y certificación para fisiólogos de ejercicio profesionales 880
 Aplicaciones clínicas de la fisiología del ejercicio a diversas enfermedades y trastornos 880
 Oncología 880
 Enfermedad cardiovascular 884
 Valoración de la enfermedad cardíaca 892
 Protocolos para pruebas de esfuerzo 901
 Prescripción de actividad física y ejercicio 902
 Rehabilitación cardíaca 907
 Enfermedades pulmonares 908
 Actividad física y asma 916
 Enfermedades, discapacidades y trastornos neuromusculares 919
 Enfermedad renal 920
 Enfermedades y trastornos cognitivos y emocionales 921

SECCIÓN 8 En el horizonte 925

Entrevista con el Dr. Frank W. Booth

CAPÍTULO 33 Biología molecular: una visión nueva para la fisiología del ejercicio 929

Evolución histórica de la biología molecular 931
 Revolución de las ciencias biológicas 934
 El genoma humano 936
 Ácidos nucleicos 938
 Cómo se replica el ADN 947
 Síntesis de proteínas: transcripción y traducción 950
 Mutaciones 968
 Nuevos horizontes en la biología molecular 978
 Investigación sobre el desempeño humano 1002
 Un bosquejo del futuro 1006