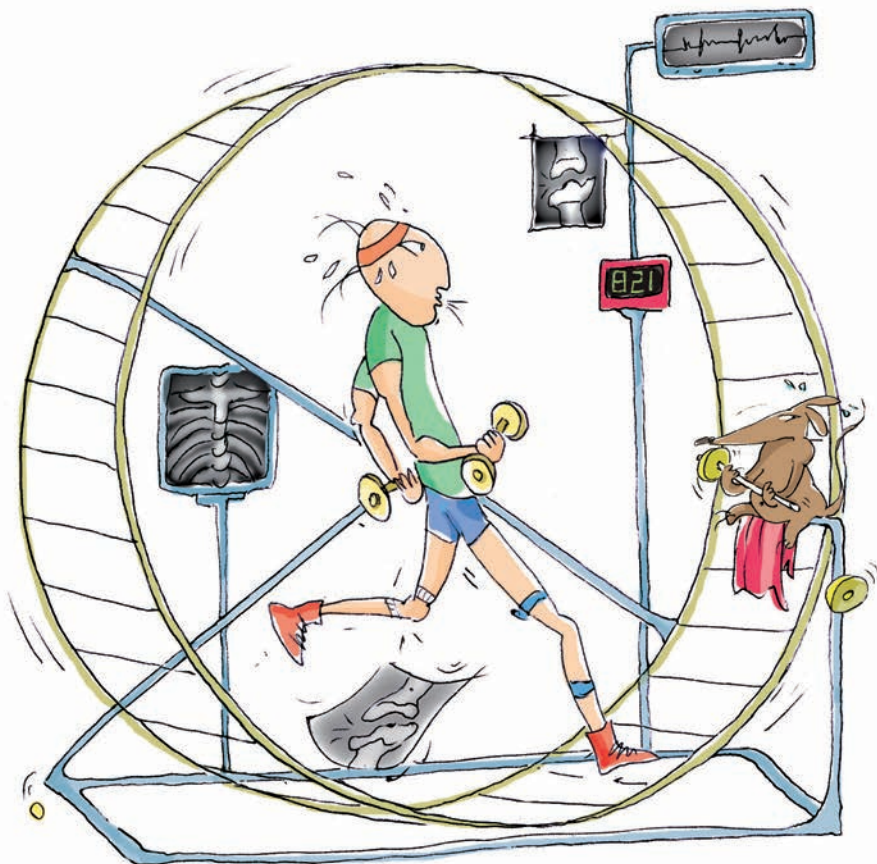


germán laurora

el personal trainer científico

todo lo que hay que saber
para lucir un cuerpo esbelto y saludable



 **siglo veintiuno**
editores

colección
ciencia que ladra...

colección
ciencia que ladra...

Dirigida por Diego Golombek

 **siglo veintiuno**
editores

germán laurora

el personal trainer **científico**

todo lo que hay que saber
para lucir un cuerpo esbelto y saludable

 **siglo veintiuno**
editores

 **siglo veintiuno**
editores

siglo xxi editores, méxico

CERRO DEL AGUA 248, ROMERO DE TERREROS
04310 MÉXICO, D.F.
www.sigloxxieditores.com.mx

siglo xxi editores, argentina

GUATEMALA 4824, C1425 BUP
BUENOS AIRES, ARGENTINA
www.sigloxxieditores.com.ar

salto de página

ALMAGRO 38
28010 MADRID, ESPAÑA
www.saltodepagina.com

biblioteca nueva

ALMAGRO 38
28010 MADRID, ESPAÑA
www.bibliotecanueva.es

anthropos

DIPUTACIÓN 266, BAJOS
08007 BARCELONA, ESPAÑA
www.anthropos-editorial.com

Laurora, Germán

El *personal trainer* científico: todo lo que hay que saber para lucir un cuerpo esbelto y saludable. - 1ª ed.- Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores, 2013.

128 p.: il.; 19x14 cm.- (Ciencia que ladra... // dirigida por Diego Golombek)

ISBN 978-987-629-328-0

1. Educación Física. I. Título.

CDD 613.907 1

© 2013, Siglo Veintiuno Editores S.A.

Ilustración de portada: Mariana Nemitz

Diseño de portada: Claudio Puglia

ISBN 978-987-629-328-0

Impreso en Artes Gráficas Delsur // Almirante Solier 2450, Avellaneda
en el mes de julio de 2013

Hecho el depósito que marca la ley 11.723
Impreso en Argentina // Made in Argentina

Índice

Este libro (y esta colección)	9
Agradecimientos	13
Acerca del autor	14
1. ¡Corre, Forrest, corre! El entrenamiento de la resistencia	15
Forrest Gump, un ejemplo de resistencia, 15. ATP: energía apta para todo público, 16. Botellas de aire para mis pulmones, 16. Los MET y el sistema monetario de la actividad física, 17. ¡Oxígeno, por favor!, 20. El famoso test de Cooper, 23. El Course-Navette (para Cooper que lo mira por TV), 25. Música <i>new age</i> y sistema cardiorrespiratorio, 26. Me late, me late, me late el corazón, 27. Fórmula 220 – la edad ¡no va más!, 28. Uno, dos, tres, ¿en qué zona te ves?, 29. Intensidad y volumen, los grandes protagonistas del entrenamiento, 30. Tango, milonga, salsa y música electrónica, 31. Sangre, sudor y... un agua mineral sin gas, por favor, 32. Cruzando el umbral del amor, 33. Estimado corredor, ha sido Láctico quien impidió su llegada a la meta, 35. ¿En qué me beneficio con el entrenamiento de la resistencia aeróbica?, 38	

2. ¡Rocky, no escuché la campana!

El entrenamiento de la fuerza

41

Rocky Balboa, de Apollo Creed a Iván Drago, 41. Un extraño pueblo llamado Bíceps, 42. Fibras rojas y blancas, lentas y rápidas, 43. Todos somos algo rápidos y algo lentos, 45. Si están mal del corazón, mejor que no empujen paredes, 45. ¡El hombre más fuerte del mundo!, 47. Serginho sigue entrenando (vuelven la intensidad y el volumen), 49. Un verano inolvidable: Introducción, 52. Un verano inolvidable I: La fuerza máxima y un increíble Increíble Hulk, 53. Un verano inolvidable II: La fuerza potencia y el vóley playero, 54. Un verano inolvidable III: La fuerza resistencia y la chica del biquini azul, 55. Un verano inolvidable IV: La hipertrofia y el joven sentado en la arena, 57. Frankenstein, electroestimuladores y otros aparatos, 58. Abdominal largo *versus* abdominal corto, 60. Teoría de los glúteos cariocas, 62. “Lo que no se mueve no se mejora”, 63

3. *Flashdance*... ¡Qué sentimiento! El entrenamiento de la flexibilidad

65

Una maniaca en la pista de baile, 65. ¡Qué buen ángulo tiene!, 66. ¡Aprobé Educación Física! Puedo tocarme la punta de los pies, 68. El orangután y la orangutana (están de suerte), 69. Llame ya al 0800-FLEXIBILIDAD y obtenga uno de estos fascinantes métodos, 71. Mesa (redonda) para tres, 72. ¿Cuánto tiempo debo mantener esta incómoda posición?, 74. Marche otro gladiador con desgarró para el consultorio de Galeno, 75

- 4. ¡Sáquenme esta grasa de encima! La película protagonizada por más del 60% de la población americana** **77**
- ¡Qué pesado está el mundo!, 77. ¡No soy gordo! Peso 90 kilos, pero mido 1,90 de altura, 78. Menos cintura que una heladera, 80. El agua y el aceite (o por qué flotar es más fácil para los gorditos), 80. ¿Cuánto miden mis rollitos?, 83. Pinti y Cerebelo calculan tu porcentaje de grasa corporal, 84. Los Morbosos de Bruselas, 86. De la nafta super al GNC: utilizar mis reservas de grasa en lugar de glucosa, 87. Primero liquidemos la barriga y después seguimos con el resto, 89. ¿Qué debo hacer para bajar de peso?, 90. Entrenamiento intervalado: ¿mayor pérdida de grasa en menor tiempo?, 92. Gordito activo o flacucho sedentario ¿quién corre un riesgo mayor de “tocar el arpa”?, 95. Medio kilo de grasa = 3500 kcal = una maratón (y un poco más), 96
- 5. Prepárese, lector: usted será el nuevo *personal trainer* de... ¡Madonna!** **99**
- Isla Bonita y *lemon pies*, 99. Midiendo a la Reina del Pop, 99. Planificando el entrenamiento de la Chica Material, 100. Kilocalorías I: Madonna a la carrera, 101. Kilocalorías II: Madonna a la mancuerna, 102. Kilocalorías III: ¿Qué otras cosas hace la famosa rubia?, 103. ¡Que empiece la función! (del *personal trainer* y el nutricionista), 104. Madonna vuelve a los escenarios del mundo, 104

Apéndice. Diego, la pizza de los jueves y la r de Pearson	109
Glosario	117
Bibliografía comentada	121

Este libro (y esta colección)

La ciencia y el entrenamiento físico suelen encontrarse en la entusiasta caminata rumbo al bar para festejar la aceptación de algún *paper* particularmente importante. Resistencia, fuerza, flexibilidad, metabolismo son lindos títulos para nuestras clases de Física o de Fisiología. Pero aquí Germán Laurora, nuestro *personal trainer*¹ científico, nos convence de que de vez en cuando debemos salir del laboratorio y ejercitar no sólo nuestro cerebro, sino también eso que lo rodea y que algunos llaman *cuerpo*.

Claro que también es posible predecir científicamente quién va a andar mejor en el mundo del gimnasio y de las competencias, lo cual de hecho se hace para los deportes de alto rendimiento (países como China, Rusia, Australia o Inglaterra no se quedan atrás en la búsqueda de los futuros atletas de elite). Así, no se sorprendan si de pronto alguien viene y les mide altura, peso, superficie corporal, largo de brazos y piernas o contenido de grasa. Incluso se crean imágenes en 3D con sofisticados aparatos que nos desnudan con la mirada. Diferentes alturas, pesos o longitudes de huesos serán ideales para una u otra disciplina.

Pero no es de estos atletas de quienes se ocupa nuestro *personal trainer*, sino del resto de los mortales, de nuestras respiracio-

¹ Usamos la denominación en inglés a falta de su equivalente específico en español. *Personal trainer* no es entrenador personal, ni profesor de Educación Física ni director técnico. Perdón, Real Academia.

nes, corazones y kilitos de más o de menos. Nos enseña a calcular nuestro consumo de oxígeno máximo (VO_2 máx.), un buen índice de cómo está andando todo acá adentro. También pasa revista al ser o no ser de los gimnasios: más repeticiones o más esfuerzo en cada una de ellas (o peor aún, una combinación de ambas...). El entrenamiento funciona, y de eso nos convence el autor, para de a poco hacer posible lo que pensábamos digno de los dioses del Olimpo (nuestros compañeros de gimnasio). Así, con programas adecuados de ejercicio, aun los de mediana edad pueden (podemos...) vencer los efectos del sedentarismo sobre el cuerpo y volver a ser esos pibes que alguna vez fueron (fuimos).

La ciencia del gimnasio también nos enseña vida y obra de las fibras musculares: las rápidas, que nos permiten salir corriendo, y las lentas, que son más duraderas en sus contracciones. Venimos al mundo con una combinación particular de esas fibras, pero aun así todos podemos sacarles el máximo provecho. Por si fuera poco, la tecnología también dice presente al desarrollar corazas, pies ligeros, ropas que se deslizan por el agua como sirenas, en fin, lo que sea por minimizar la energía que perdemos en esas pequeñeces y aprovecharla al máximo en la cinta, la bici, la pile o las mancuernas. El mismísimo Isaac Newton se dio cuenta de que sus leyes de la física podrían algún día ser aprovechadas para los deportes —y, en cierta forma, vaticinó la publicación de este libro—. Pero los dejo (y en buena compañía), que me espera la maratón de todas las semanas.

Esta colección de divulgación científica está escrita por científicos y por amantes de la ciencia que creen que ya es hora de asomar la cabeza por fuera del laboratorio y contar las maravillas, grandezas y miserias de la profesión. Porque de eso se trata: de contar, de compartir un saber que, si sigue encerrado, puede volverse inútil.

Ciencia que ladra... no muerde, sólo da señales de que cabalga.

A mis viejos

 **siglo veintiuno**
editores

Agradecimientos

A Diego Golombek y el equipo de Siglo XXI Editores, por el profesionalismo con el que trataron el texto y por cumplirme un gran sueño.

A los familiares y amigos, que con precisas y cariñosas observaciones enriquecieron el libro y lo hicieron madurar.

A María Emilia y sus oídos, los primeros en recibir cada nueva idea para este proyecto.

A mis viejos, Patricia y Javier, por todo el cariño que me brindaron (y siguen brindándome).

Siglo XXI editores

Acerca del autor

Germán Laurora

germanlaurora@gmail.com

Nació en Buenos Aires en 1980. Es profesor nacional de Educación Física por el Instituto Superior de Educación Física Federico Dickens y licenciado en Educación Física por la Universidad Nacional de San Martín. Actualmente se desempeña como profesor de sala de musculación y entrenador personal, e imparte capacitaciones sobre fisiología del ejercicio, evaluación deportiva y estadística aplicada al deporte. Es miembro del Programa de Actividad Física y Deporte del Hospital de Clínicas “José de San Martín”, donde participa en la elaboración de recomendaciones y trabajos de investigación. Mensualmente publica artículos en su blog “Estadística y deporte” (<estadisticaydeporte.com>).

1. ¡Corre, Forrest, corre! El entrenamiento de la resistencia

Forrest Gump, un ejemplo de resistencia

La bella Jenny lo abandona sin dar explicaciones y Forrest Gump decide realizar el duelo corriendo. Tres años, dos meses, catorce días y dieciséis horas es el tiempo transcurrido desde que empieza a correr y el día en que el ex jugador de fútbol americano, ex soldado de Vietnam, ex campeón de ping pong y ex dueño de la compañía camaronera *Bubba-Gump* se detiene y les dice a sus seguidores: “Estoy muy cansado, creo que es hora de volver a casa”.¹

Cuando en entrenamiento físico se hace referencia a la resistencia, generalmente se alude a la resistencia aeróbica, es decir, a la capacidad de nuestro cuerpo de utilizar el oxígeno que tomamos del aire transformando la energía química que incorporamos con nuestra alimentación en energía mecánica y retardando la fatiga todo lo posible. El entrañable personaje de Tom Hanks y su ultramaratónica carrera ofrecen quizás el mejor ejemplo de resistencia aeróbica. ¿Es posible que nuestro organismo pueda soportar semejantes esfuerzos? Sin ir más lejos, en el año 2010 un belga llamado Stefaan Engels logró correr una maratón por día durante un año seguido; fueron 15 401 kilómetros en 365 días consecutivos. Su apodo: “el Forrest Gump belga”.

¹ Por supuesto que durante ese tiempo paró para comer, dormir e ir al baño.

ATP: energía apta para todo público

Más de un cantante de reguetón grita “a mover el esqueleto” sin saber que para hacerlo nuestros músculos deben aplicar fuerzas sobre los huesos utilizando la energía proveniente de los alimentos. De los tres macronutrientes que incorporamos con nuestras comidas –hidratos de carbono, grasas (lípidos) y proteínas–, usamos los dos primeros como fuentes de energía principales. Estos combustibles deben sufrir un proceso de transformación, ya que los músculos sólo utilizan unas moléculas de alta energía llamadas ATP² para contraerse. Si bien este proceso puede funcionar sin presencia de oxígeno, la energía que podemos generar anaeróbicamente es muy poca. Correr para tomar el colectivo, saltar un charco o lanzar una piedra en la laguna de Chascomús para hacer *sapito*³ (“grandes esfuerzos” de corta duración) son actividades posibles de realizarse sin intervención del oxígeno.

Volvamos a Forrest Gump. En este caso, tenemos a un sujeto que hace un esfuerzo intermedio o bajo, pero de larga duración, en el que la oxidación de los hidratos y grasas es esencial para producir ATP. A este proceso lo llamamos *metabolismo aeróbico* (con oxígeno).

Botellas de aire para mis pulmones

La señora Evarista, que claramente posee un nombre poco común, se recuesta sobre el sillón más cómodo de su casa a escuchar el último disco de Ricardo Arjona. Su cuerpo está

2 Adenosín trifosfato, nombre aterrador que hace referencia a los componentes de la molécula de ATP.

3 *Sapito*: juego que consiste en arrojar una piedra sobre una superficie de agua de forma rasante para que rebote y dé varios saltos antes de hundirse.

quieto y su cabeza despejada, pero su sistema respiratorio sigue inhalando y exhalando aire para mantener sus funciones vitales funcionando y vitales, valga la redundancia. Evarista, como cualquier otra persona, necesita consumir 3,5 mililitros de oxígeno por minuto y por cada kilogramo de su peso corporal (3,5 ml/kg/min) para poder descansar tranquilamente sin que su cuerpo se eche a perder. Si la señora en cuestión pesa 60 kilos, tendrá que consumir 210 mililitros de oxígeno por minuto ($3,5 \times 60 = 210$). Recordemos que el aire atmosférico se compone de varios gases y que el oxígeno ocupa el 21% del total. Las cuentas son fáciles: Evarista necesita 210 mililitros de oxígeno por minuto de reposo, cantidad que encontramos en 1000 mililitros de aire (1 litro). En una botella de agua de 1 litro vacía (o mejor dicho, “con aire”) tendremos el oxígeno que la protagonista de este ejemplo necesita por minuto para descansar cómodamente.

Luego de haber descansado, Evarista está lista para realizar una sesión de actividad física con su *personal trainer*. Para entrar en calor, comienza a trotar a intensidad moderada, lo que aumenta el requerimiento de moléculas de ATP en los músculos y por lo tanto incrementa el metabolismo aeróbico. Así, la señora del extraño nombre ahora consume 14 ml/kg/min, cuatro veces la cantidad de oxígeno requerida durante el reposo (oxígeno contenido en 4 botellas de 1 litro con aire).

Con los intensos ejercicios de piernas y abdominales que siguen a la entrada en calor, Evarista necesita consumir oxígeno a un ritmo de 28 ml/kg/min. ¡Marchen ocho botellas de aire!

Los MET y el sistema monetario de la actividad física

“Señores científicos de la actividad física y el ejercicio: no demos seguir expresando el requerimiento de oxígeno de una determinada actividad en ml/kg/min. Debemos encontrar una medida que sea fácil de entender para todos los seres que habitan

este planeta, y que además sirva como sistema monetario de la actividad física.”

Algo así debe haber dicho el presidente de la estimulante asociación CAFE (Científicos de la Actividad Física y el Ejercicio) momentos antes de que el MET (o equivalente metabólico) hiciera su aparición. Un MET equivale al consumo de oxígeno de reposo. De acuerdo con lo que ya aprendimos:

$$1 \text{ MET} = \text{consumo de oxígeno de reposo} = 3,5 \text{ ml/kg/min}$$

Expresar el consumo de oxígeno requerido para un determinado ejercicio en unidades de MET es mucho más fácil, y nos permite tener un simple y muy buen indicador de la intensidad de este ejercicio. Y ya que el consumo de oxígeno está relacionado con la producción de energía, podemos considerar al MET como moneda de uso corriente cuando hablamos de costos energéticos y actividad física. ¿Cuántos MET cuesta realizar tal actividad o tal otra?

Retomemos por un momento el ejemplo del apartado anterior: podemos decir que la señora Evarista tuvo que invertir 1 MET en su descanso. Después, cuando se levantó y se dirigió a la sesión con su *personal trainer*, seguramente debió invertir 2 MET. La clase empezó con una entrada en calor de 4 MET, y siguió con ejercicios de piernas y abdominales a un costo de 8 MET.

En 1993, un grupo de investigadores de distintas universidades de los Estados Unidos publicó en la revista del Colegio Americano de Medicina del Deporte un artículo llamado “Compendio de actividades físicas: costos energéticos del movimiento humano” (ya existen dos actualizaciones, correspondientes a 2000 y 2011). Los autores de esta publicación, encabezados por Barbara Ainsworth, realizaron una extensa revisión de artículos para poder presentar una muy completa lista de actividades con sus correspondientes MET.

¿Cuántas veces mi consumo de oxígeno de reposo requiere una determinada actividad? ¿Cuál es su costo energético expresado en MET? Veamos qué valores se les asignaron en este estudio a algunas de las actividades físicas más comunes:

Caminar a paso lento sobre superficie firme (3 km/h):

2,5 MET

Caminar a paso muy enérgico sobre superficie firme

(6,4 km/h): 5,0 MET

Correr a una velocidad de 8 km/h: 8,0 MET

Correr a una velocidad de 14 km/h: 14,0 MET

Al correr, los MET coinciden con las velocidades de carrera expresadas en km/h

Andar en bicicleta de forma recreativa (<10 km/h): 4,0 MET

Andar en bicicleta rápido y con esfuerzo vigoroso (entre 22 y 26 km/h): 10,0 MET

Ejercicio en bicicleta fija con esfuerzo moderado: 7,0 MET

Levantamiento de pesas en gimnasio con esfuerzo moderado: 3,0 MET

Levantamiento de pesas en gimnasio con esfuerzo alto: 6,0 MET

Clase de estiramiento (*stretching*), yoga: 2,5 MET

Clases aeróbicas en gimnasio (en general): 6,5 MET

Nadar *crawl* con esfuerzo moderado: 8,0 MET

Nadar estilo mariposa: 11,0 MET

Ahora pasemos a algunos deportes con pelota:

Fútbol casual (el famoso *picadito* con amigos): 7,0 MET

Fútbol competitivo/rugby: 10,0 MET

Voley/basquet/handbol/hockey sobre césped: 8,0 MET

Tenis *singles*: 8,0 MET

Tenis dobles: 5,0 MET

Golf: 4,5 MET

Este compendio también incluyó actividades hogareñas, como por ejemplo:

Limpiar la casa realizando un esfuerzo vigoroso: 3,0 MET

Lavar los platos/planchar: 2,3 MET

Hacer la cama/cocinar/tender la ropa: 2,0 MET

Alimentar animales:⁴ 2,5 MET

Jugar con animales en forma vigorosa: 5,0 MET

Carnear animales:⁵ 9,0 MET

¡Oxígeno, por favor!

Si nos encontramos bien alimentados, nuestra capacidad de producir ATP en los músculos estará en relación directa con la capacidad de consumir oxígeno de estos tejidos. Es por ello que al entrenador científico le resulta útil conocer los valores de consumo de oxígeno máximo (VO_2 máximo) de sus entrenados. Si bien no podemos meternos dentro del músculo para medir el oxígeno que consume, podemos determinar esa cantidad a partir del oxígeno que el sujeto toma del aire y luego devuelve en el proceso de respiración pulmonar.

Todo laboratorio de rendimiento deportivo que se jacte de tener la mejor tecnología para evaluar seres humanos deberá contar con al menos un ergómetro (instrumento de medición

4 Dato muy importante para los dueños de zoológicos o acuarios, unos de los pocos individuos que pueden pasar más de 5 minutos por día alimentando a sus mascotas.

5 Al autor de este libro le pareció una tarea del hogar un poco rara, aunque eligió presentarla porque cierra bien la progresión de intensidades en la categoría "actividad física con animales".

que permite controlar la intensidad del ejercicio, llamado “rueda de ratón” por el famoso doctor House), generalmente una cinta para correr o una bicicleta,⁶ y un equipo analizador de gases. En el ergómetro, y estando el sujeto conectado al analizador de gases a través de una manguera y una mascarilla que toma el movimiento de aire que entra y sale de la boca, se realiza alguna prueba incremental (aquella en la que la intensidad sube a intervalos de tiempo determinados). En el transcurso de la prueba, el consumo de oxígeno (VO_2) por los músculos aumenta a medida que aumenta la intensidad. Cuando lleguemos al punto en el que la intensidad aumenta, pero no así el consumo de oxígeno, habremos encontrado el VO_2 máximo y la prueba habrá finalizado (el test termina cuando el incremento en el VO_2 es menor a 100 mililitros entre etapas).

El VO_2 máximo tiene un valor muy importante para evaluar progresos en un plan de entrenamiento de resistencia. Podemos expresarlo en términos *absolutos* en l/min (cuántos litros de oxígeno consumió por minuto la persona evaluada) o en términos *relativos* al peso corporal en ml/kg/min (cuántos mililitros de oxígeno consumió por kilogramo de peso y por minuto).

Para comparar máximos consumos de oxígeno entre sujetos se utiliza el VO_2 máximo *relativo*. Los sujetos adultos sedentarios presentan valores de VO_2 máximo de entre 30 y 40 ml/kg/min (10 MET). Los sujetos adultos activos que realizan actividad física regularmente pueden tener un VO_2 máximo relativo de 40 a 55 ml/kg/min. En deportistas de alto rendimiento, estos valores superan los 55 ml/kg/min y llegan a los 90 ml/kg/min (¡25 MET!), dependiendo del deporte practicado.⁷

6 Existen otros ergómetros menos comunes, como el remoergómetro (específico para evaluar remeros).

7 Valores presentados en *Fisiología del esfuerzo y del deporte*, de J. Wilmore y D. Costill, libro al que muchos de los colegas del autor han bautizado como “La Biblia”.

Ahora, al mejor estilo “Elige tu propia aventura”, el lector podrá decidir su próximo paso en el libro:

- Si entendió muy bien la diferencia entre VO_2 máximo absoluto y relativo, y además siente algo de amor por las matemáticas, realizará el ejercicio presentado a continuación.
- Si la profusión de números de “¡Oxígeno, por favor!” lo abrumó, y/o siente un poco de pavor por las cuentas, diríjase a la página 25.

Consideremos ahora a dos sujetos que realizan actividad física habitualmente. El sujeto 1 pesa 90 kilos y tiene un VO_2 máximo absoluto de 4 litros/min. El sujeto 2 pesa 60 kilos y tiene un VO_2 máximo igual al del sujeto anterior, 4 litros/min. ¿Tienen ambos el mismo nivel de resistencia o uno está mejor preparado que el otro para este tipo de actividades?

Determinemos el VO_2 máximo relativo del sujeto 1:

$$\begin{aligned}VO_2 \text{ máximo absoluto} &= 4 \text{ l/min} = 4000 \text{ ml/min} \\VO_2 \text{ máximo relativo al peso corporal} &= 4000 / 90 = \\ &= 44 \text{ ml/kg/min (13 MET)}\end{aligned}$$

Ahora calculemos el VO_2 máximo relativo del sujeto 2:

$$\begin{aligned}VO_2 \text{ máximo absoluto} &= 4 \text{ l/min} = 4000 \text{ ml/min} \\VO_2 \text{ máximo relativo al peso corporal} &= 4000 / 60 = \\ &= 67 \text{ ml/kg/min (19 MET)}\end{aligned}$$

El segundo sujeto, de acuerdo con su VO_2 relativo, está mucho mejor preparado para realizar ejercicios de resistencia. Su “billetera fisiológica”, en comparación con la del sujeto 1, tiene más MET para invertir en actividad física.

El famoso test de Cooper

La gran mayoría de los profesores de Educación Física, instructores y entrenadores personales están lejos de poder evaluar a sus conejillos de Indias (entiéndase deportistas, discípulos, alumnos, familiares, amigos) en sofisticados laboratorios de rendimiento. Para resolver este problema de origen económico surgieron distintas pruebas indirectas, llamadas “pruebas de campo”, que permiten obtener valores estimados de consumo de oxígeno máximo.

Seguramente varios lectores de este libro sentirán escalofríos al visualizar el nombre de la famosa prueba que da título a este apartado. El test de Cooper, pionero entre las pruebas de campo sobre resistencia aeróbica, fue quizás el más utilizado en las escuelas secundarias del lado occidental del planeta. La prueba consiste en recorrer la mayor distancia posible en 12 minutos. A partir de esa distancia se estima, mediante una simple fórmula, el VO_2 máximo relativo del sujeto evaluado. ¿Cómo hizo el doctor Kenneth Cooper para obtener esta fórmula y torturar con ella a varias generaciones de adolescentes? En 1968, sobre la base de evaluaciones realizadas a 115 miembros de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, el doctor publicó el estudio original del test que lleva su apellido. Los sujetos que participaron fueron evaluados en dos pruebas: por un lado, corrieron los 12 minutos famosos y se registraron las distancias alcanzadas; por otro, fueron evaluados en una prueba de laboratorio con ergómetro y analizador de gases, registrándose el VO_2 máximo de forma directa. Cooper pudo identificar una muy buena relación lineal entre los resultados de ambas pruebas, dado que los sujetos con bajo VO_2 máximo alcanzaban distancias cortas en los 12 minutos, mientras que los sujetos con altos valores de VO_2 máximo obtenían distancias mayores en ese mismo tiempo. El coeficiente de correlación lineal de Pearson encontrado fue igual a $r = 0,90$ con una ecuación lineal igual a:

$$VO_2 \text{ máximo [ml/kg/min]} = -11,29 + 22,37 \times \text{distancia recorrida en kilómetros}$$

Si bien este libro no está pensado para expertos en estadística, entender el coeficiente presentado y la ecuación de la recta no es una misión imposible para ningún habitante de nuestro mundo (señores de Narnia y de la Tierra Media, abstenerse). Invito a aquellos que sientan algún interés por el tema a visitar el apéndice, que lleva por título, justamente: “Diego, la pizza de los jueves y la r de Pearson” (los que no, sigan adelante nomás).⁸

Pongamos un ejemplo para ver cómo funciona esta fórmula: realizamos el test de Cooper y logramos recorrer 2400 metros (6 vueltas a una pista de atletismo) en los 12 minutos propuestos. Pasamos este valor a kilómetros y lo introducimos en la ecuación:

$$VO_2 \text{ máximo} = -11,29 + 22,37 \times 2,4$$

$$VO_2 \text{ máximo} = -11,29 + 53,7$$

$$VO_2 \text{ máximo} = 42 \text{ ml/kg/min}$$

Nuestro consumo máximo de oxígeno estimado es de 42 ml/kg/min, siendo este un valor normal para un adulto que realiza actividad física regularmente.

Uno de los puntos conflictivos del test de Cooper es el ritmo de carrera. Si uno no está entrenado en el manejo de ese ritmo, y por lo tanto no regula la intensidad de carrera, difícilmente logrará un buen resultado en el test de Cooper. Sin dudas, es un test muy útil para los atletas, pero para el resto de la humanidad no es la prueba más adecuada.

A continuación, y desde las frías tierras canadienses, llegará una solución al inconveniente del ritmo de carrera.

8 Por ahora bastará decir que un coeficiente r de Pearson cercano a 1 (como el 0,9 del ejemplo) se interpreta como que dos variables –en ese caso el VO_2 máximo y la distancia recorrida– están muy relacionadas entre sí.

El Course-Navette (para Cooper que lo mira por TV)

Un poco más cerca en el tiempo, en 1988, el doctor Luc Leger –de la Universidad de Montreal en Canadá– publicó el estudio que valida su test de resistencia aeróbica Course-Navette. Este test consiste en ir y volver corriendo de forma continua una distancia de 20 metros, siguiendo el sonido de unos “bips” que emite un reproductor de CD, mp3 o formato de audio no reconocido hasta la fecha de publicación de este libro. En cada bip debemos pisar una de las dos marcas que ponen límite a los 20 metros, de modo tal que estos bips nos obligan a mantener una velocidad de carrera determinada. La prueba comienza a una velocidad de 8,5 km/h, y luego el tiempo entre bips va disminuyendo para que podamos incrementar la velocidad de carrera 0,5 km/h al pasar de un minuto a otro. El test termina cuando no logramos pisar las marcas dos veces consecutivas, registrándose la última etapa que completamos con su velocidad correspondiente. El doctor Leger, al igual que Cooper en su momento, buscó la relación existente entre los resultados del Course Navette y el VO_2 máximo evaluado en laboratorio de forma directa.

Si bien este test fue pensado para escolares de entre 8 y 18 años, y pese a lograr una buena validez para estimar el VO_2 máximo en este grupo etario, la prueba obtuvo una validez mayor en adultos, presentando un coeficiente de correlación lineal de $r = 0,90$ (¡dirigirse sin miedo al apéndice!) y la siguiente ecuación:

$$VO_2 \text{ máximo} = -27,4 + 6 \times \text{velocidad de la última etapa alcanzada en km/h}$$

Por ejemplo, si logramos completar 7 etapas en la prueba (en la etapa 8 ya cantamos “basta para mí”), nuestra velocidad alcanzada será de 11,5 km/h, por lo que ingresaremos este valor en la fórmula para estimar nuestro VO_2 máximo:

$$\text{VO}_2 \text{ máximo} = -27,4 + 6 \times 11,5 \text{ km/h}$$

$$\text{VO}_2 \text{ máximo} = -27,4 + 69$$

$$\text{VO}_2 \text{ máximo} = 41,6 \text{ ml/kg/min}$$

Utilizando la ecuación propuesta, encontramos un consumo máximo de oxígeno estimado de 41,6 ml/kg/min asociado a nuestro rendimiento en el Course-Navette.

Música *new age* y sistema cardiorrespiratorio

La mañana es óptima para iniciar nuestro entrenamiento en el parque. Ponemos música *new age* en el reproductor de mp3, nos colocamos los auriculares, despejamos la mente e iniciamos un trote suave haciendo un rápido repaso de nuestro sistema cardiorrespiratorio (sistema cardiovascular + sistema respiratorio).

Inspiramos profundamente, sentimos cómo el aire que ingresa por la boca y la nariz pasa por la faringe, la laringe, la tráquea y los bronquios hasta llegar a los pulmones, nos conectamos con el sistema cardiovascular y dejamos que el aire deposite oxígeno en la sangre y se lleve el dióxido de carbono. Espiramos y eliminamos el dióxido de carbono para volver a tomar aire. La sangre que se oxigenó en los pulmones ingresa al corazón. La bomba central de nuestro sistema cardiovascular se contrae, llevando sangre fresca a todo el organismo a través de los vasos sanguíneos.⁹ Con oxígeno en los músculos, ya podemos oxidar hidratos de carbono y grasas para producir ATP y seguir trotando sin inconvenientes.

Si nuestro trote aumenta en velocidad, aumentará también la demanda de oxígeno en nuestros músculos. El corazón deberá bombear más sangre, aumentando el número de contracciones

⁹ Este libro no será el *best-seller Crepúsculo*, de Stephenie Meyer, pero intentamos motivar a la lectura a los adolescentes utilizando términos como "sangre fresca".

por unidad de tiempo. La cantidad de contracciones por minuto se denomina “frecuencia cardíaca”, y con este remate damos pie a lo que sigue.

Me late, me late, me late el corazón

Su respiración era muy agitada y sintió que estaba cerca del límite. Detuvo sus piernas, apuntó con los dedos índice y medio de la mano derecha a su cuello, presionó suavemente sobre la arteria carótida, se tomó el pulso y finalmente obtuvo lo que buscaba, su frecuencia cardíaca.

La frecuencia cardíaca (FC) es la cantidad de latidos por minuto que efectúa el corazón. Dos dedos colocados sobre el punto radial en la muñeca o sobre el punto carotideo en el cuello alcanzan para tomar el pulso y tener un excelente y económico indicador del esfuerzo que está realizando nuestro sistema cardiovascular en un determinado ejercicio. Habitualmente contamos el número de pulsaciones en 6 segundos y luego multiplicamos este valor por 10; o bien, mejorando un poco la precisión pero complicando otro poco la cuenta mental, se registran las pulsaciones en 10 segundos y se multiplica este valor por 6 (en ambos casos llegamos a los 60 segundos que contiene el minuto).

Si disponemos de algún ahorro y podemos comprarnos un reloj cardiotacómetro (este instrumento da la FC de forma permanente sobre la base de la información que emite una banda colocada en el pecho), será mucho más fácil controlar la intensidad de nuestra actividad física.

Los buenos entrenadores no dejan este parámetro librado al azar y planifican los entrenamientos utilizando distintos valores de FC. Para utilizar este método de planificación (del que daremos una idea en las próximas páginas), el entrenador deberá conocer dos valores muy importantes: la frecuencia cardíaca en reposo (FC de reposo) y la frecuencia cardíaca máxima (FC máxima). Para obtener el valor de reposo basta con quedarnos

sentados unos 5 minutos y luego realizar el registro correspondiente. La FC de reposo se ubica entre los 60 y los 80 latidos por minuto para la mayoría de los mortales. Los sujetos sedentarios pueden tener valores más altos, y en sujetos muy entrenados y con un sistema cardiovascular muy eficiente esos valores pueden bajar hasta 40 o 30 latidos por minuto.

La FC máxima puede determinarse en laboratorios de rendimiento mediante las pruebas ergométricas ya mencionadas, o bien estimarse por fórmula.

Fórmula 220 – la edad ¡no va más!

¿Qué tan rápido puede trabajar mi corazón? A pesar de no tener un origen certero, la fórmula 220 menos la edad ha sido la más utilizada para estimar la FC máxima.¹⁰ Si bien es muy simple y permite llegar rápidamente a un número, es raro que muchos profesionales de la actividad física sigan utilizándola después del muy buen trabajo presentado por Hirofumi Tanaka y colaboradores en la revista del Colegio Americano de Cardiología en 2001. El estudio se dividió en dos partes: por un lado se revisaron 351 trabajos de investigación con un total de 18 712 sujetos involucrados, y por otro se evaluó en laboratorio a 514 sujetos saludables entre 18 y 81 años determinando la FC máxima en una ergometría.

Ambas partes de la investigación arrojaron un mismo resultado: existe una buena relación lineal entre la FC máxima de los sujetos y su edad, siendo la siguiente ecuación la más apropiada para estimar la primera de estas variables a partir de la segunda: $208 - 0,7 \times \text{edad}$.

¹⁰ Todo parece indicar que los primeros en proponer esta fórmula fueron S. M. Fox y W. L. Haskell, en un trabajo publicado en 1970.

A medida que envejecemos, nuestros corazones pierden poco menos de un latido por año, considerando esfuerzos físicos máximos. Es importante destacar que la ecuación $220 - \text{edad}$ sobrestima la FC máxima en sujetos menores de 40 años y la subestima en sujetos mayores de 40 años. La fórmula propuesta por Tanaka y colaboradores es válida para sujetos adultos de cualquier edad, para hombres y mujeres, y para personas con distinto grado de entrenamiento.

Sin dudas es una herramienta muy útil en aquellos casos en los que resulta complicado realizar una prueba de esfuerzo para obtener el valor de frecuencia cardíaca máxima de forma directa.

Uno, dos, tres, ¿en qué zona te ves?

El fabricante de relojes cardiotacómetros más famoso del mundo, originario de Finlandia, propone realizar trabajos de resistencia utilizando distintos porcentajes de la frecuencia cardíaca de reserva (FC de reserva), es decir, la diferencia entre la FC máxima y la FC de reposo.

Por ejemplo: Juan tiene 55 años y su FC de reposo, que calculó después de levantarse por la mañana, es de 70 latidos por minuto. Si aplicamos la fórmula de Tanaka y estimamos su FC máxima: 170 latidos por minuto. Su FC de reserva es de 100 latidos por minuto ($170 - 70$). Los expertos de la firma finlandesa proponen tres zonas de trabajo. La zona 1 es de intensidad baja y la encontramos entre el 55% y el 70% de la FC de reserva. En esta primera zona ubicamos a Forrest Gump, y trabajamos sobre la capacidad de resistir, la pérdida de masa grasa y la recuperación de entrenamientos fuertes. La zona 2 es de intensidad media y la encontramos entre el 70% y el 80% de la FC de reserva. Las personas que desean conseguir una excelente adecuación física pueden trabajar en esta segunda zona incrementando la eficiencia del sistema cardiovascular. La zona 3, con valores por encima del 80% de la FC de reserva y con una alta producción

de energía vía metabolismo anaeróbico (sin presencia de oxígeno), es de alta intensidad y la utilizan sujetos entrenados con el fin de aumentar el rendimiento deportivo (en el capítulo 4 veremos que también es utilizada en programas de pérdida de masa grasa).

Calculemos la FC de Juan en la zona 1: tenemos 100 latidos sobre minuto correspondientes a la FC de reserva. En el ejemplo las cuentas son muy fáciles, ya que el 55% corresponde a 55 latidos y el 70%, a 70. A ambos valores le sumamos ahora la FC de reposo, y así obtenemos los límites de la zona 1 de nuestro querido Juan: 125 y 140.

Ahora que entendimos la dinámica de los cálculos, presentaremos las tres zonas de trabajo para nuestro amigo:

Zona 1: entre 125 y 140 latidos por minuto

Zona 2: entre 140 y 150 latidos por minuto

Zona 3: entre 150 y 170 latidos por minuto

Aclaración: este método pierde aplicabilidad en la planificación del entrenamiento de personas que toman medicación para controlar algún factor cardiovascular. En la mayor parte de estos casos la intensidad del ejercicio es regulada por escalas de percepción subjetiva del esfuerzo.