



BIOENERGÉTICA - CALORIMETRÍA:

Mediciones Metabólicas en Reposo y de Esfuerzo



Prof. Edgar Lopategui Corsino
M.A., Fisiología del Ejercicio

 Web: <http://www.saludmed.com/>

 E-Mail: elopategui@intermetro.edu
elopateg@gmail.com

 Curso: <http://www.saludmed.com/fisiologiaejercicio/fisiologiaejercicio.html>



Saludmed 2023, por [Edgar Lopategui Corsino](#), se encuentra bajo una licencia "[Creative Commons](#)", de tipo: [Reconocimiento-NoComercial-Sin Obras Derivadas 3.0. Licencia de Puerto Rico](#). Basado en las páginas publicadas para el sitio Web: www.saludmed.com.

TRIBUTO A LA ENERGÍA DIVINA

**la vitalidad de mi alma
encausa mi espíritu
hacia la eterna plenitud
de la sustancia divina
que resplandece mi ser**

**Entonces, mi deber es,
sembrar la semilla del conocimiento
entre mis seguidores, pues**

**solo así habré de satisfacer
los anhelos del supremo
que energiza mi existencia
para que mi ente levite
por el paraje del saber,
y mi alma amalgame la humildad con el amor
que profeta para el bien**



INDUCCIÓN:

***COLOCARSE DE PIE Y
CAMINAR
CERCA DE SU
PUPÍTRE***



BIOENERGÉTICA: *REPASO*

** Vínculo del Tópico de la Clase Anterior con la de Hoy **

- **Los alimentos consumidos son necesarios para...**
- **La respiración celular produce...**
- **Energía es...**
- **Al generar el cuerpo energía, se libera**
- **La producción de energía aeróbica, requiere la presencia de...**



BOSQUEJO

- **Introducción**
- **Energía y unidades de medida**
- **Calorimetría**
- **Espirometría en Circuito abierto**
- **Isótopos marcadores**
- **Consumo Energético**
- **Tasa metabólica basal**



INTRODUCCIÓN





BIOENERGÉTICA: AVALÚO

** Lista Focalizada **

Fundamentado en la presentación del video anterior, mencione tres términos, palabras o frases que puedan surgir de su pensamiento al ver tal película. Tienen 3 minutos para completar esta actividad:

- 1.
- 2.
- 3.



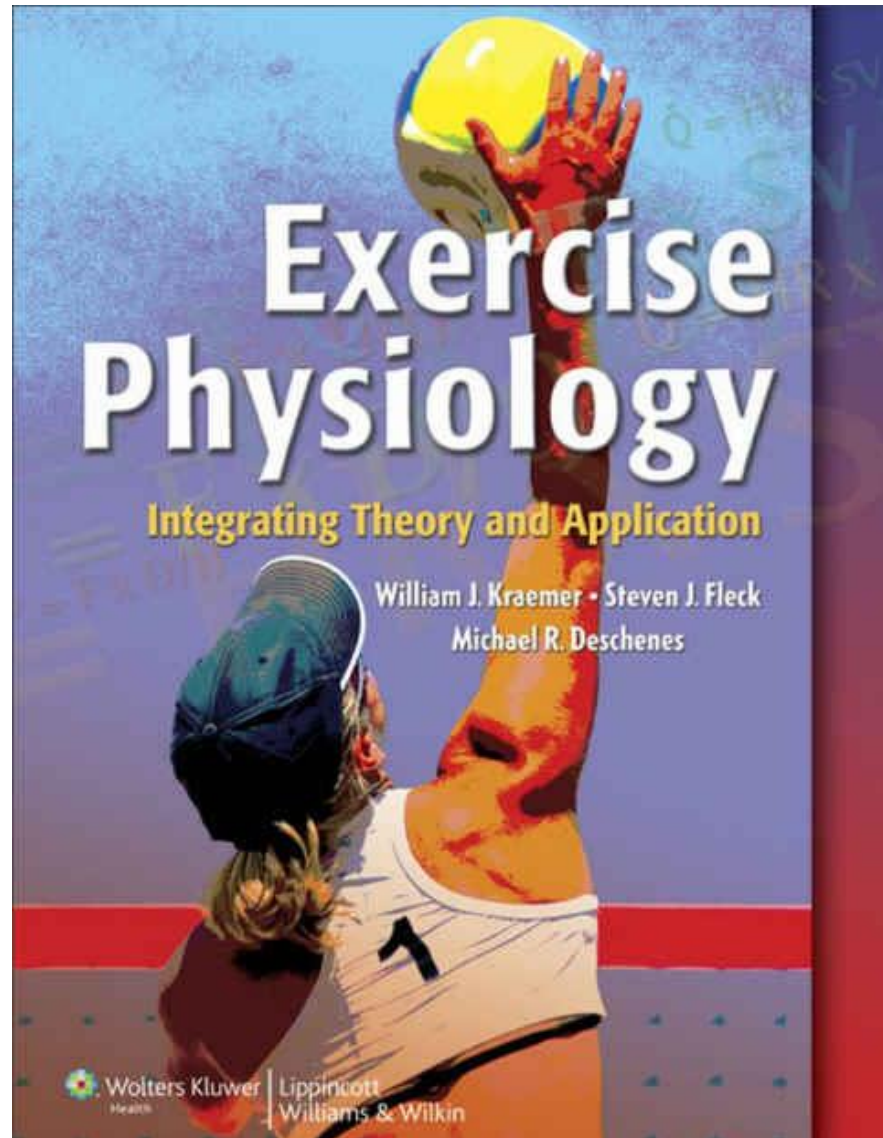
REFERENCIAS FUNDAMENTALES:

LECTURAS RECOMENDADAS:

**LIBROS Y
ARTÍCULOS DE
REVISTAS
ARBITRADAS**

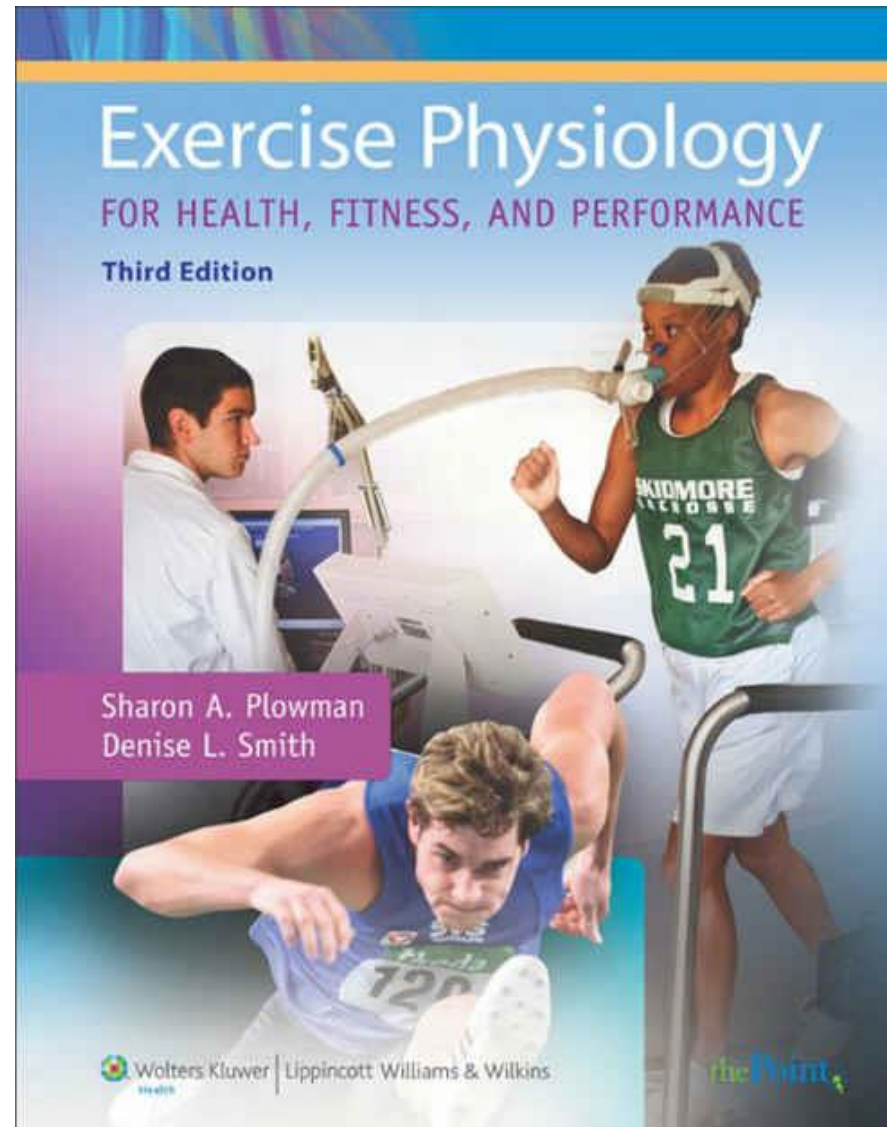
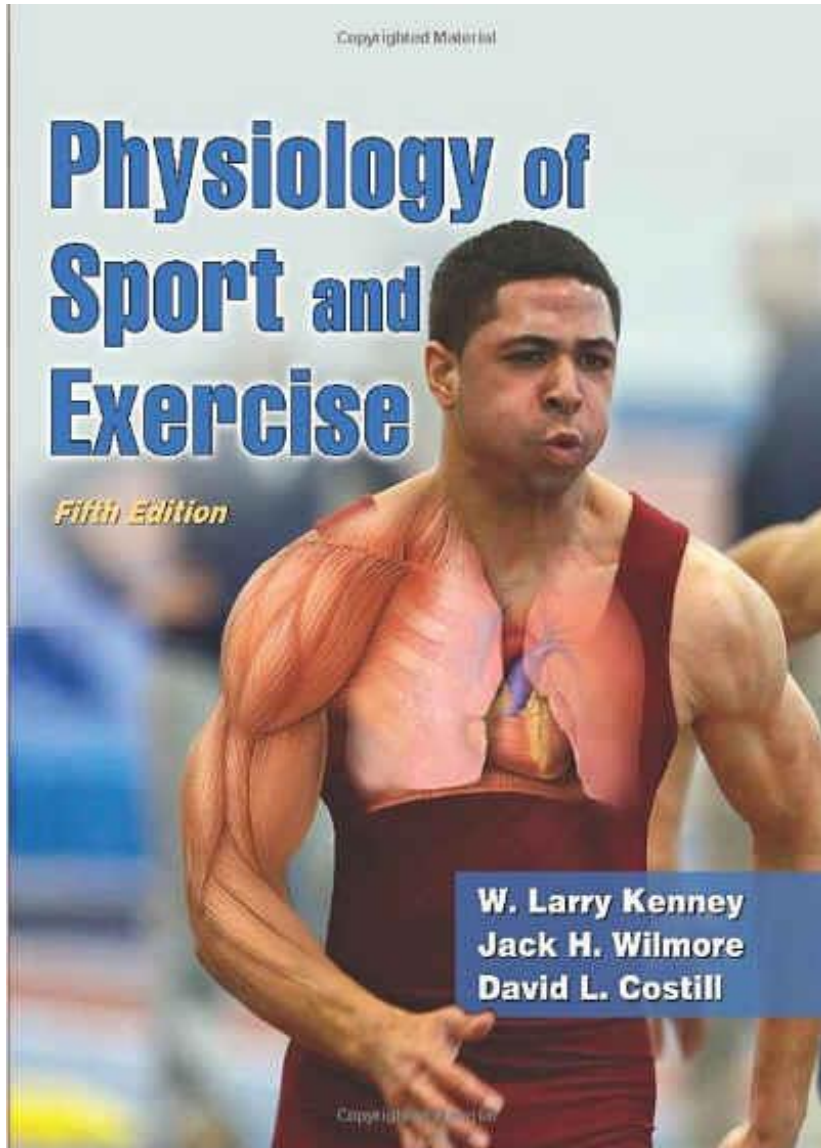


REFERENCIAS FUNDAMENTALES: 2012



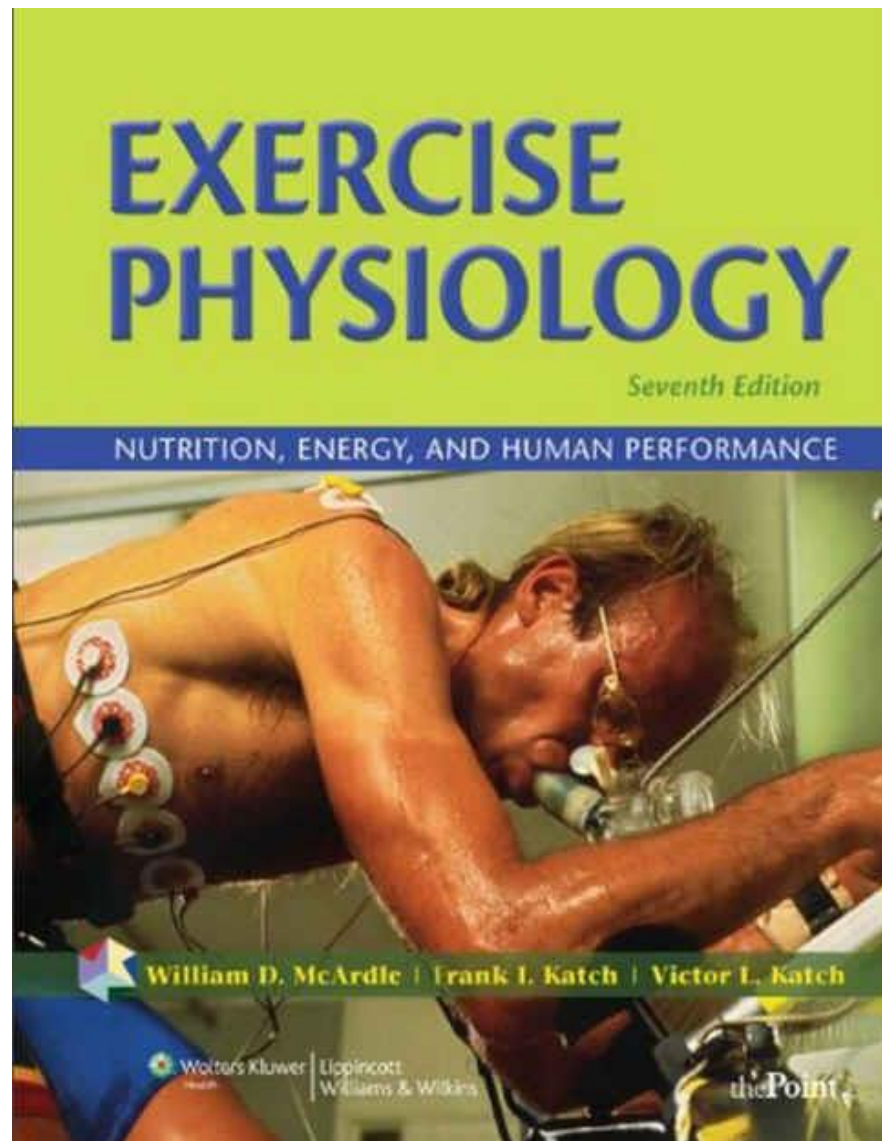


REFERENCIAS FUNDAMENTALES: 2011





REFERENCIAS FUNDAMENTALES: 2010





The Theoretical Bases of Indirect Calorimetry: A Review

Eleuterio Ferrannini

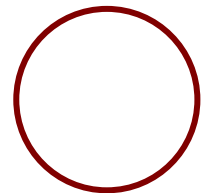
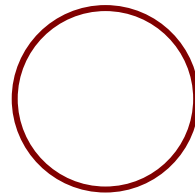
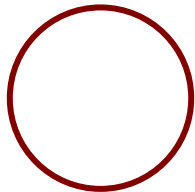
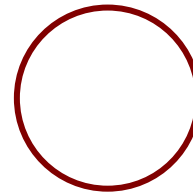
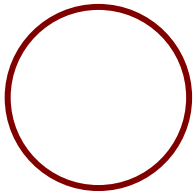
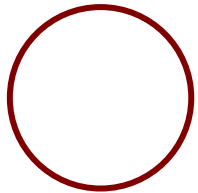
Indirect calorimetry is the method by which the type and rate of substrate utilization, and energy metabolism are estimated in vivo starting from gas exchange measurements. This technique provides unique information, is noninvasive, and can be advantageously combined with other experimental methods to investigate numerous aspects of nutrient assimilation, thermogenesis, the energetics of physical exercise, and the pathogenesis of metabolic diseases. Since its use as a research tool in metabolism is growing, the theoretical bases of indirect calorimetry are here reviewed in a detailed and orderly fashion. Special cases, such as the occurrence of net lipid synthesis or gluconeogenesis, are formally considered with derivation of explicit stoichiometric equations. The limitations of indirect calorimetry, both theoretical and technical, are discussed in the context of circumstances of clinical interest in metabolism.

© 1988 by Grune & Stratton, Inc.

Ferrannini, E. (1988). The theoretical bases of indirect calorimetry: A review. *Metabolism*, 37(3), 287-301. Recuperado de http://www.pitactief.nl/fileadmin/content/scholingen/1220_post_HBO_Overgewicht/Ophuizen.indirecte_calorimetrie.pdf



Dibuje sobre estos cuerpos celulares, que tú piensas es el largo y cantidad de dendritas tú posees en estos momentos:





ENERGÍA Y UNIDADES DE MEDIDA



BIOENERGÉTICA: *CONCEPTOS BÁSICOS*

** Energía **

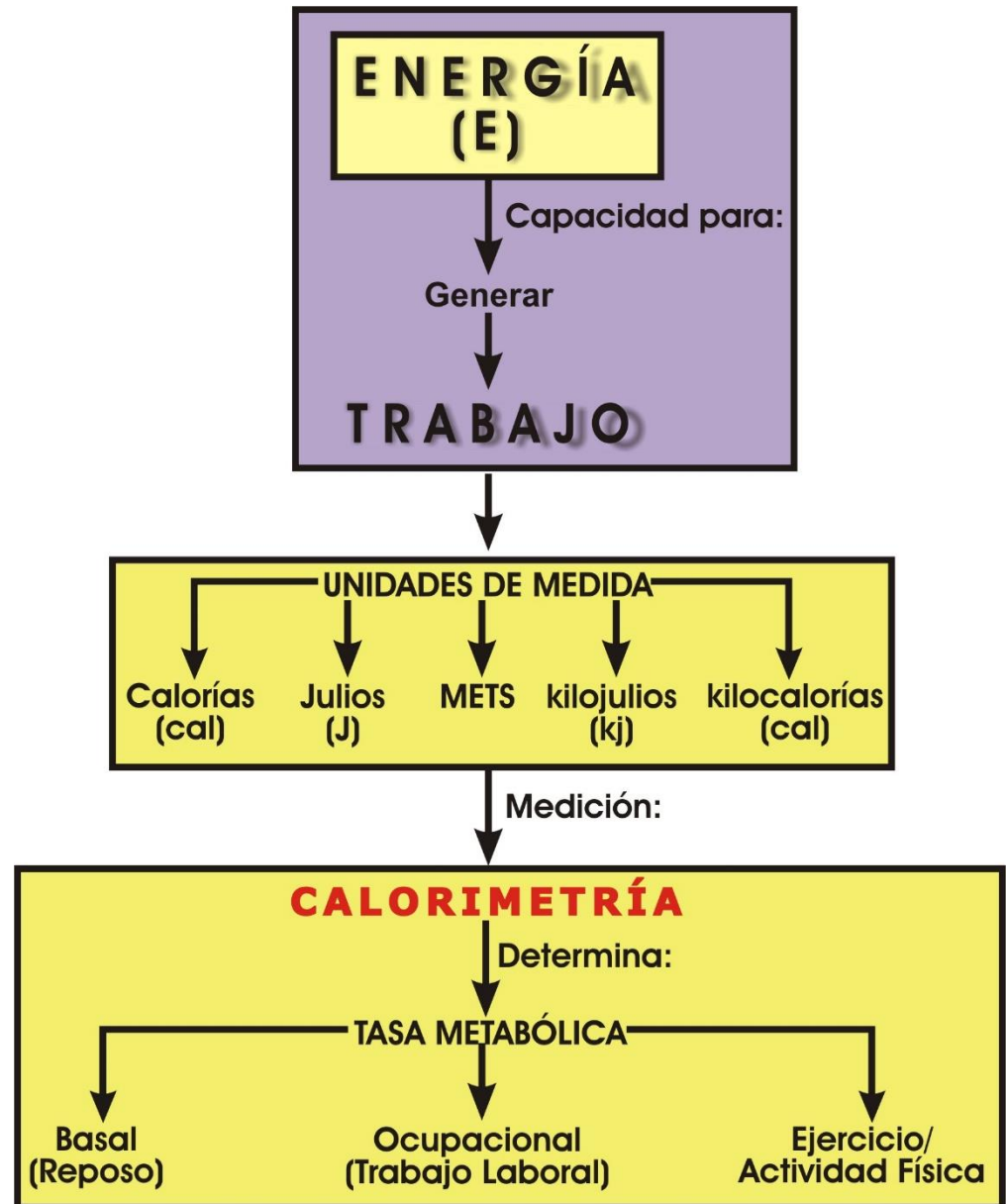
Definición

**La Capacidad
para
Desempeñar Trabajo**

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 116), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



NOTA. Adaptado de: *Sports and Exercise Nutrition*. 5ta. ed.; (pp. 134, 184-185, 186, 190), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 116, 130), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill; *Exercise Physiology: Human Bionergetics and its Applications*. 2da. ed.; (pp. 16, 38-39, 46), por G. A. Brooks, T. D. Fahey, & T. P. White, 1996, Mountain View, CA: Mayfield Publishing Company. Copyright 1996 por Mayfield Publishing Company.





BIOENERGÉTICA: *CONCEPTOS BÁSICOS*

- La energía en el sistema biológico se mide en calorías (cal).
- 1 cal es la cantidad de calor requerido para elevar 1 g de agua a 1°C, de 14.5°C a 15.5°C.
- En humanos, la energía se expresa en kilocalorías (kcal), donde 1 kcal equivale a 1,000 cal.
- Con frecuencia, muchas personas erróneamente hablan de “calorías” cuando en realidad quieren decir más precisamente kilocalorías. Cuando hablamos que alguien gasta 3,000 cal por día, lo que realmente significa que la persona está gastando 3,000 kcal por día.

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 116), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



BIOENERGÉTICA: *UNIDADES DE MEDIDA*

Caloría (cal)

La Cantidad de Calor Necesaria para
Eleva La Temperatura de 1 **gramo**
de Agua a 1 Grado Centígrado
(de 14.5°C a 15.5°C),
A Nivel del Mar

(Bajo Condiciones Barométricas Estándar/Normales
[760 mm. Hg. ó 1 ATA])

NOTA. Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (p. 54), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; (p. 184), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 116.), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

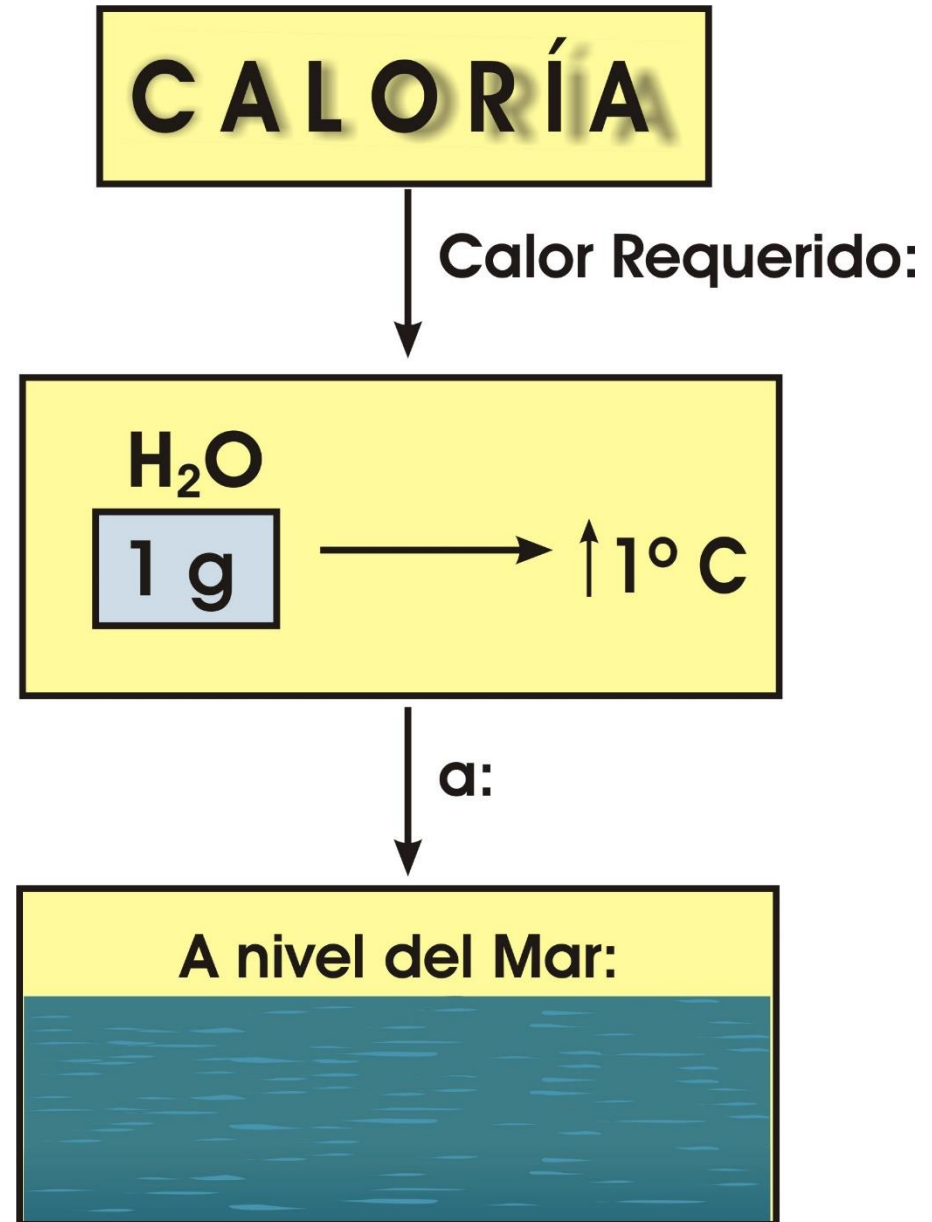


NOTA. Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (p. 54), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; (p. 184), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 116), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.





NOTA. Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (p. 54), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; (p. 184), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 116), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.





BIOENERGÉTICA: *UNIDADES DE MEDIDA*

Kilocaloría (kcal o Cal)

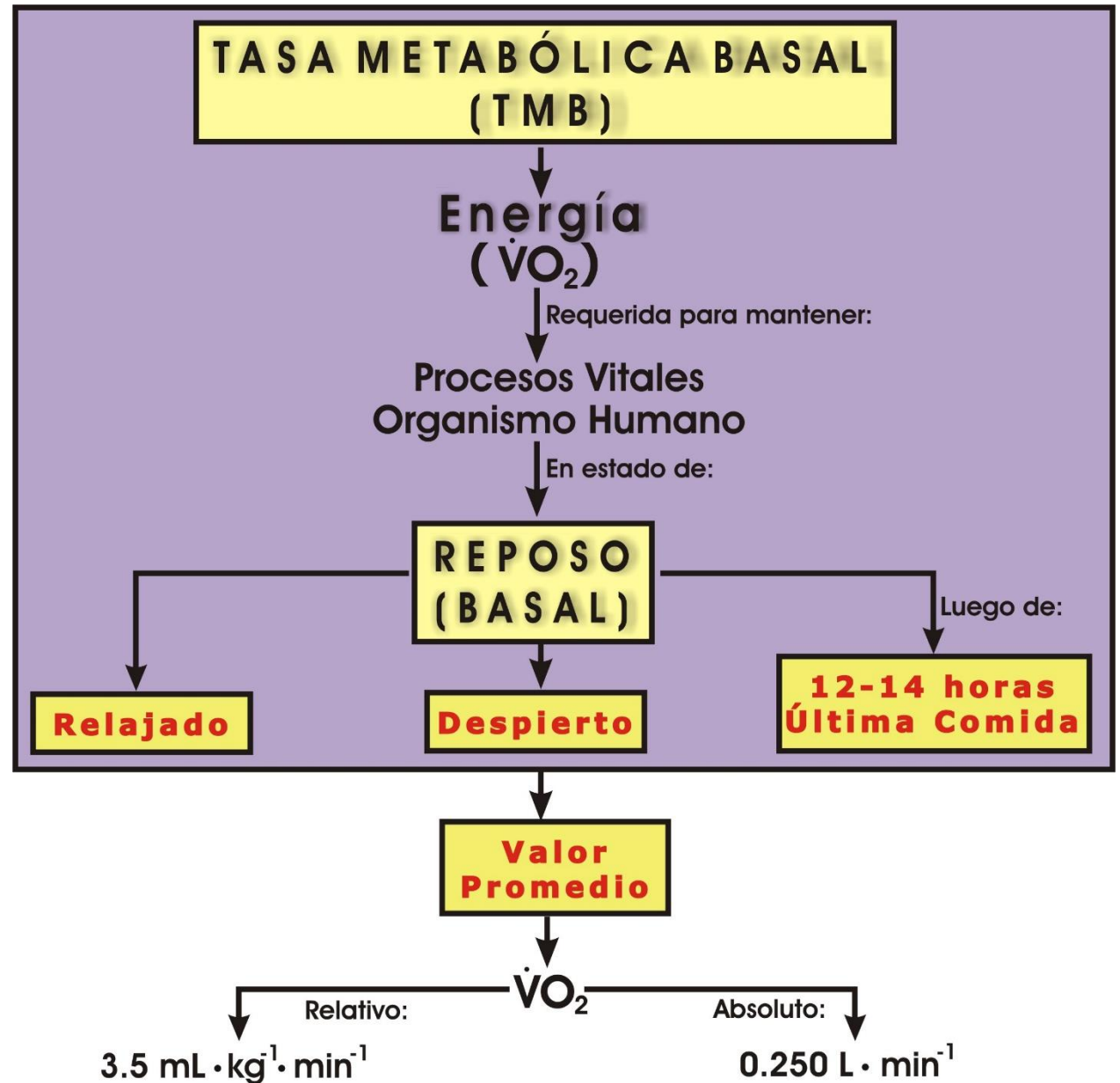
La Cantidad de Calor Necesaria para
Eleva La Temperatura de 1 **kilogramo**
de Agua a 1 Grado Centígrado
(de 14.5°C a 15.5°C),
A Nivel del Mar

**(Bajo Condiciones Barométricas Estándar/Normales
[760 mm. Hg. ó 1 ATA])**

NOTA. Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (p. 54), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; (p. 184), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 116), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



NOTA. Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (pp. 56, 341), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta.. ed.; (pp. 199-201), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138,), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.





METS
(Equivalencia Metabólica)



Medida Energética Relativa a la Masa Corporal

Múltiplo
de la



TASA METABÓLICA BASAL (TMB)
($\dot{V}O_2$ en Reposo: $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)



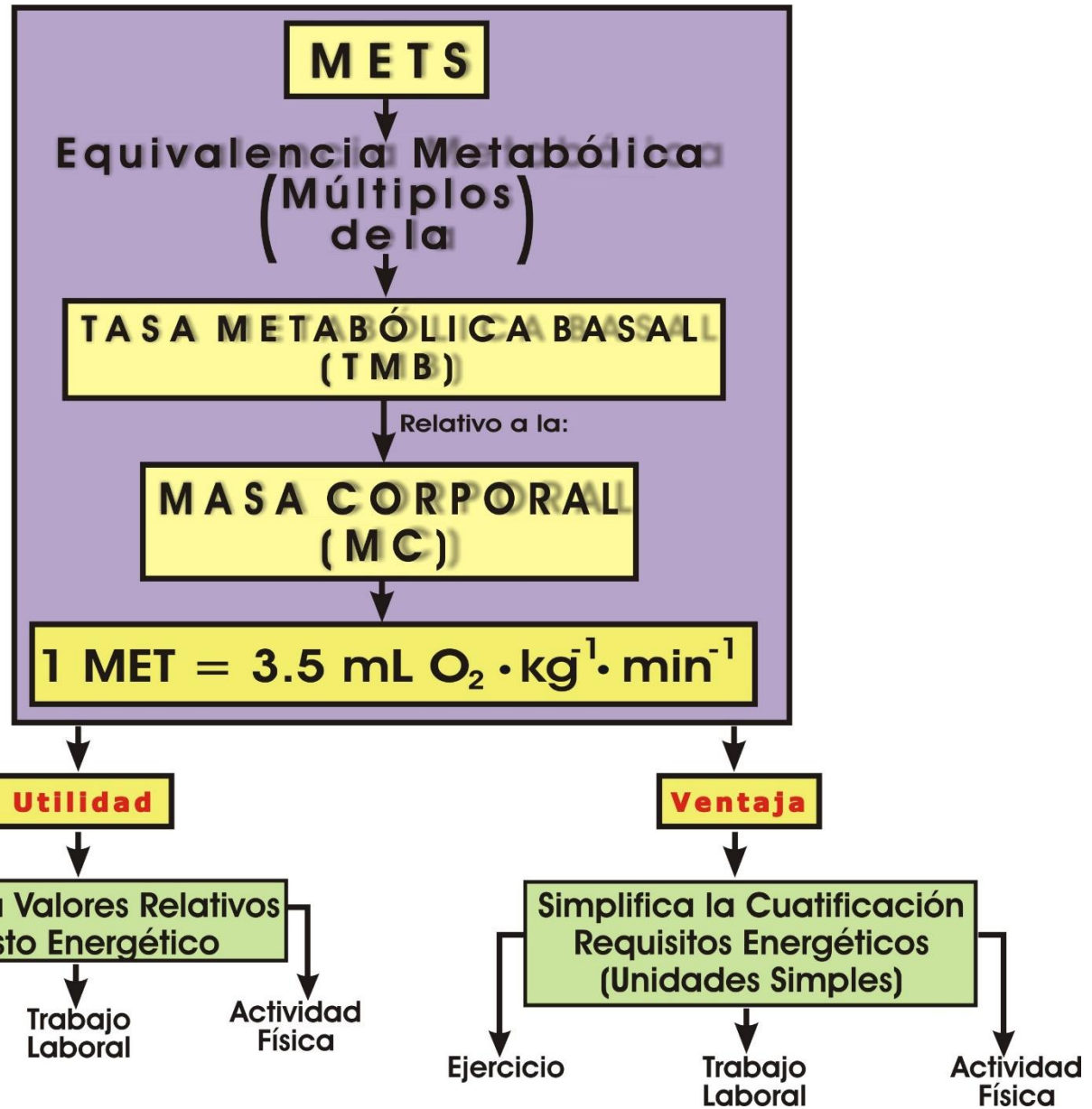
es igual a (1 MET)

3.5 mL de $O_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
(Promedio de la TMB)

NOTA: Adaptado de: *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; pp. 204-205, por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; pp. 424, 468-469, por American College of Sports Medicine, 2014, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2014 por: American College of Sports Medicine; "Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008", p. C-4, por: U. S. Department of Health and Human Services, 2008. Recuperado de <http://www.health.gov/paguidelines/report/pdf/CommitteeReport.pdf>



NOTA: Adaptado de: *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; pp. 204-205, por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 7ma. ed.; pp. 424, 468-469, por American College of Sports Medicine, 2014, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2014 por: American College of Sports Medicine; "Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008", p. C-4, por: U. S. Department of Health and Human Services, 2008. Recuperado de <http://www.health.gov/paguidelines/report/pdf/CommitteeReport.pdf>





ENERGÍA Y UNIDADES DE MEDIDA: - AVALÚO -

**** El Punto más Confuso (Muddiest Point)****

¿Qué conceptos, terminos u otro asunto, discutido bajo este tópico, fue el que usted menos comprendió?



CALORIMETRÍA



BIOENERGÉTICA: *CALORIMETRÍA*

CONCEPTO: Tipos

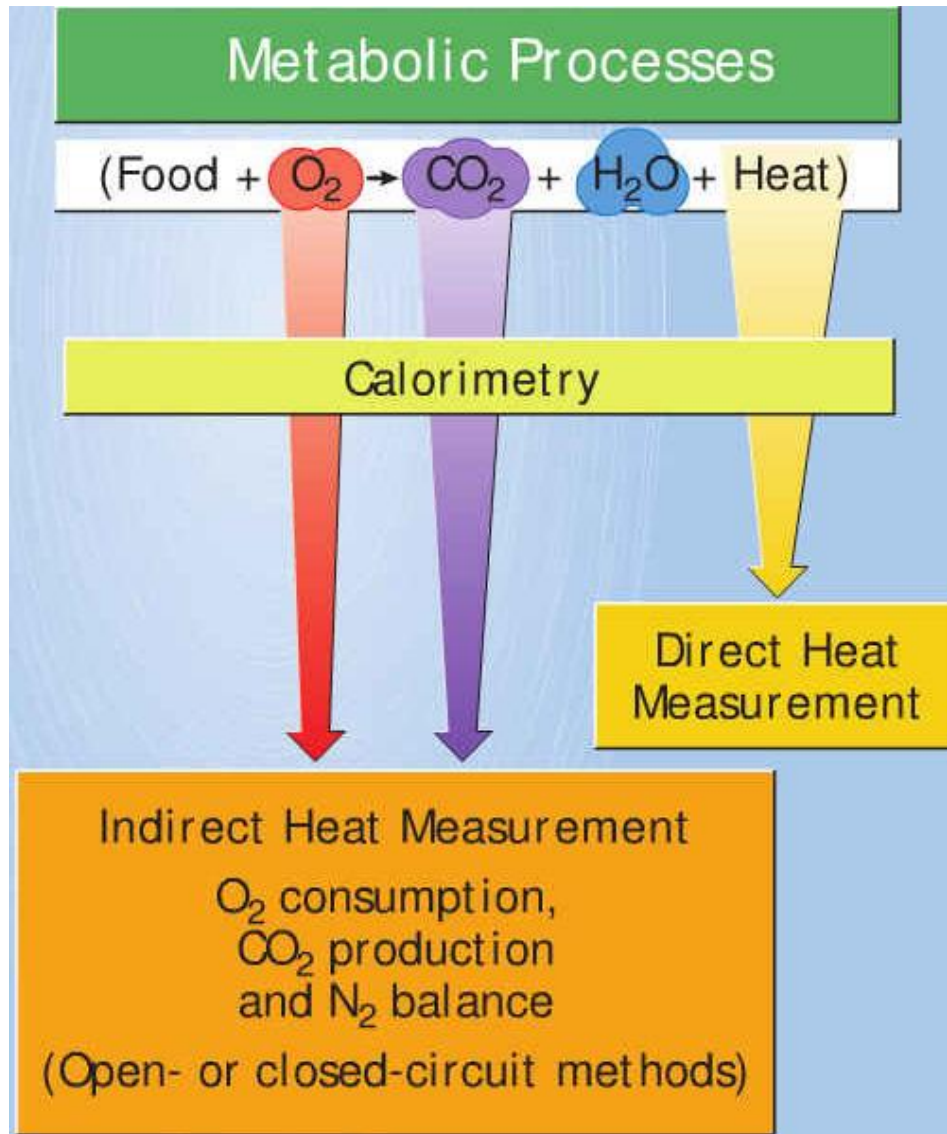
➤ **Calorimetría Directa:**

Mide la producción de calor del cuerpo para poder, entonces, calcular el gasto energético.

➤ **Calorimetría Indirecta:**

Calcula el gasto energético que se obtiene de la producción de la proporción o relación del intercambio respiratorio (RER) del VCO_2 y el VO_2

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 130-131), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CALORIMETRÍA

(Medición de la Energía Metabólica Utilizada)

- (Mide la Tasa Metabólica/Gasto Energético, en kcal, Julios) -

DIRECTA

(Medición de la Producción de Calor)
(Medición Directa del Calor Liberado por el Metabolismo)

(Ejemplo)

Cámara Calorimétrica

INDIRECTA

Espirometría en Circuito Abierto)

(Medición del Intercambio Respiratorio de CO_2 y O_2)

Relación del Intercambio Respiratorio (R)

$$(R = \dot{V}CO_2 / \dot{V}O_2)$$

(También se conoce como)

PROPORCIÓN DEL INTERCAMBIO RESPIRATORIO O COCIENTE RESPIRATORIO (CR)

Isótopos Marcadores

Rastrear

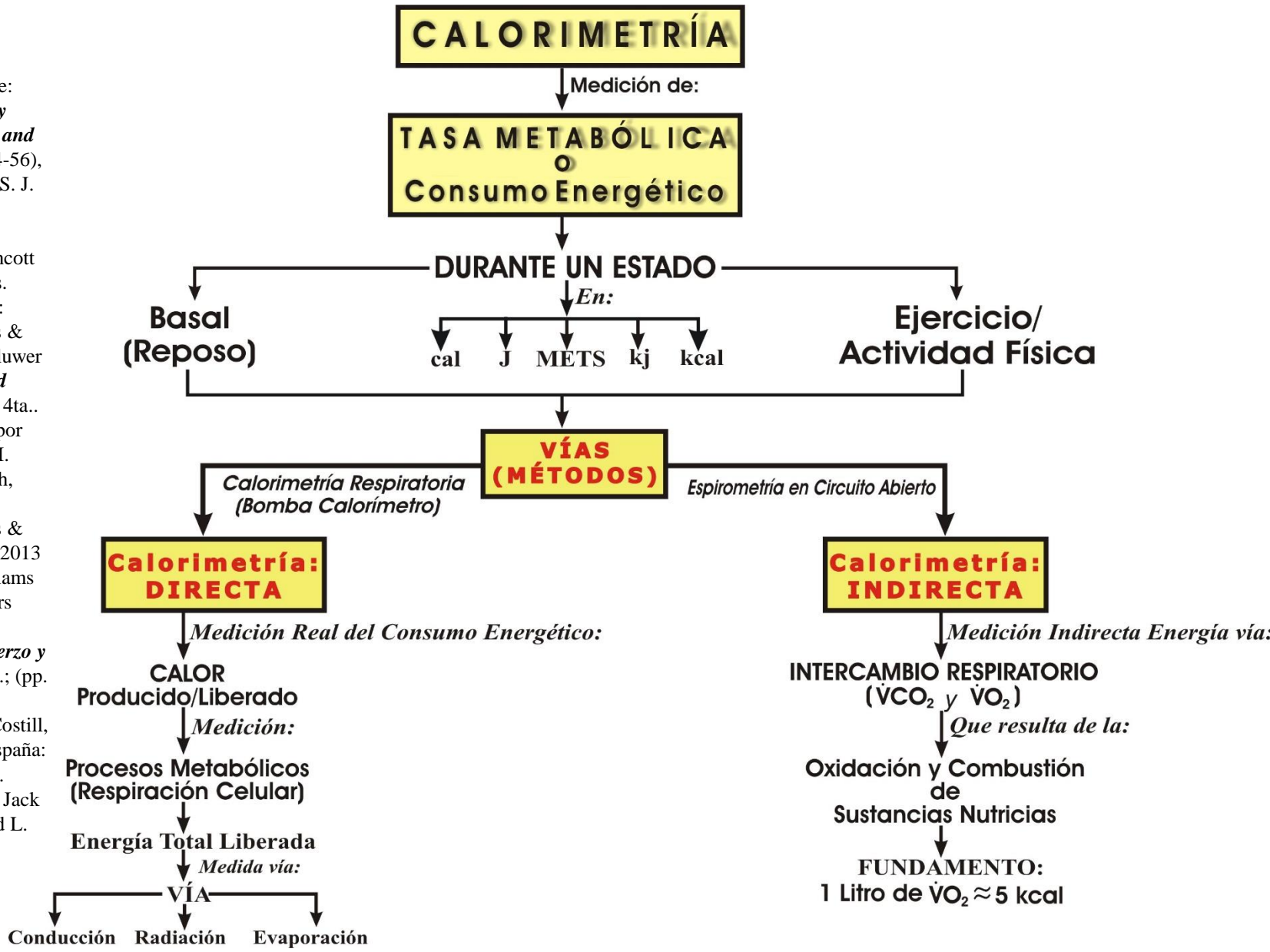
Ritmo de Eliminación (Orina, Saliva, Sangre)

Medición de CO_2 Producido

Convertido en Consumo Energético



NOTA. Adaptado de:
Exercise Physiology Integrating Theory and Application. (pp. 54-56), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; (pp. 190-198), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 130-134.), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.





CALORIMETRÍA DIRECTA

VENTAJAS

- **Medición Directa/Precisa del Calor Metabólico**

DESVENTAJAS

- **No Puede Seguir Cambios Rápidos en la Liberación de Energía, es decir, Toma mucho Tiempo el Cálculo de la Producción de Calor (Ej: Ejercicios de Alta Intensidad)**
- **No es portable/práctico**
- **Es muy Costoso**
- **No Aplica para Actividades Recreativas Comunes**

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 133), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CALORIMETRÍA DIRECTA



Metabolismo



Energía Liberada



60% Convertido en Calor



Medición



**SE ESTIMA EL
RITMO E INTENSIDAD
DE LA ENERGÍA**

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 130), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CALORIMETRÍA DIRECTA



Calorímetro

(Aparato para Medir Calor/Energía Metabólica)

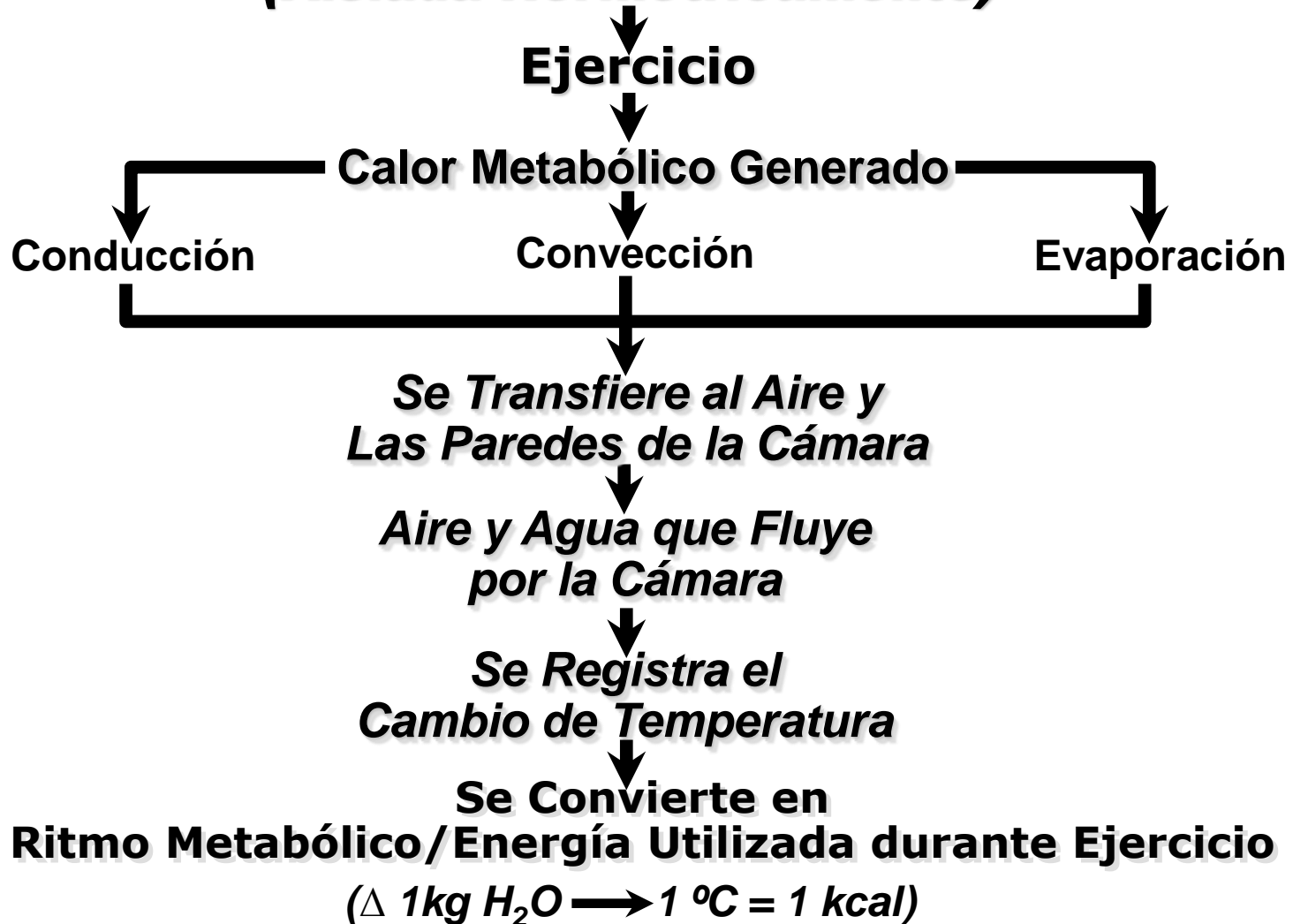


CÁMARA COLORIMÉTRICA (BOMBA CALORÍMETRA)

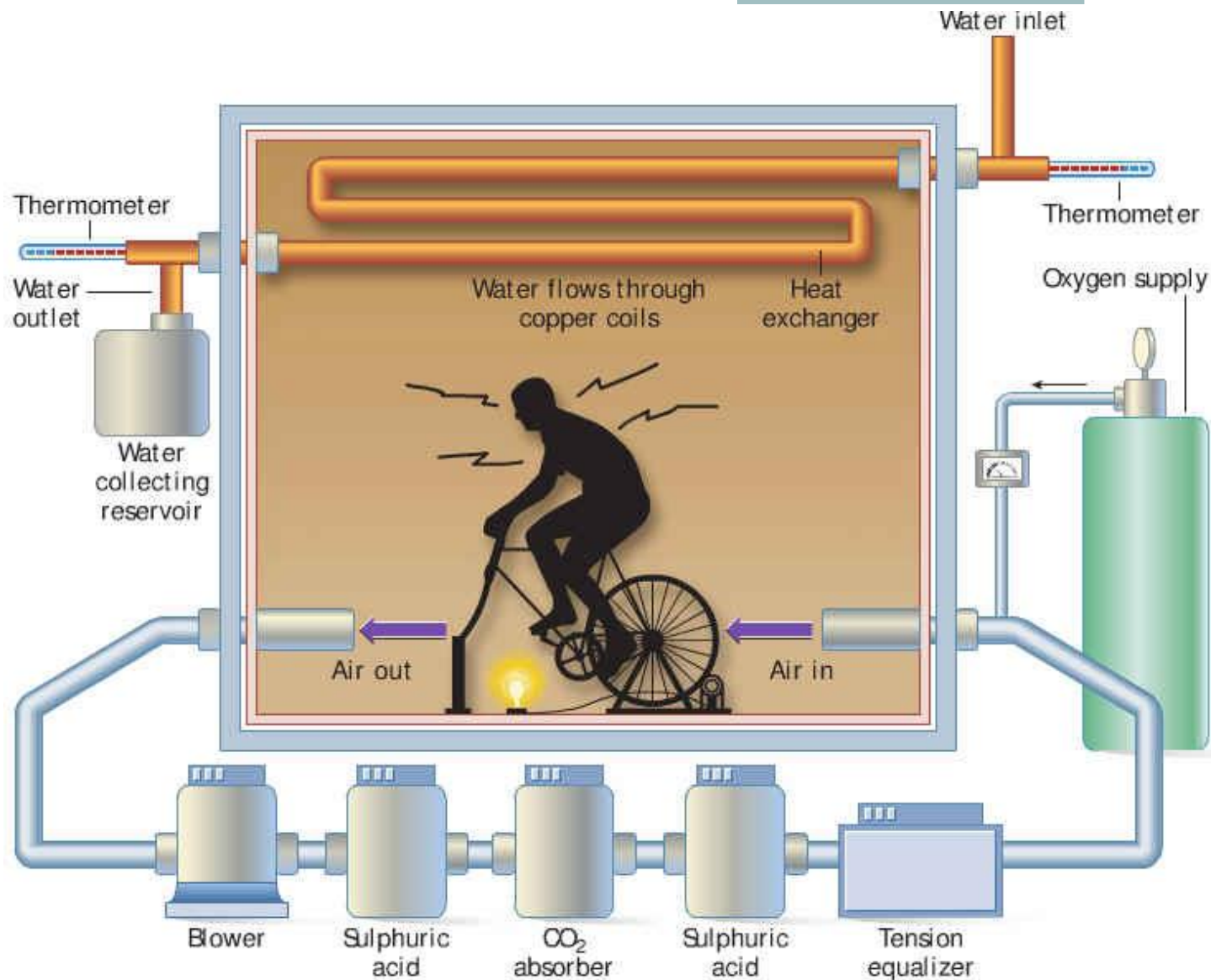
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 130), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CÁMARA CALORÍMETRA (Aislada Herméticamente)



NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 130), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



NOTA. Reproducido de: *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. 7ma. ed.; (p. 180), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2010, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2010 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business



CALORIMETRÍA: AVALÚO

**** Lista Focalizada ****

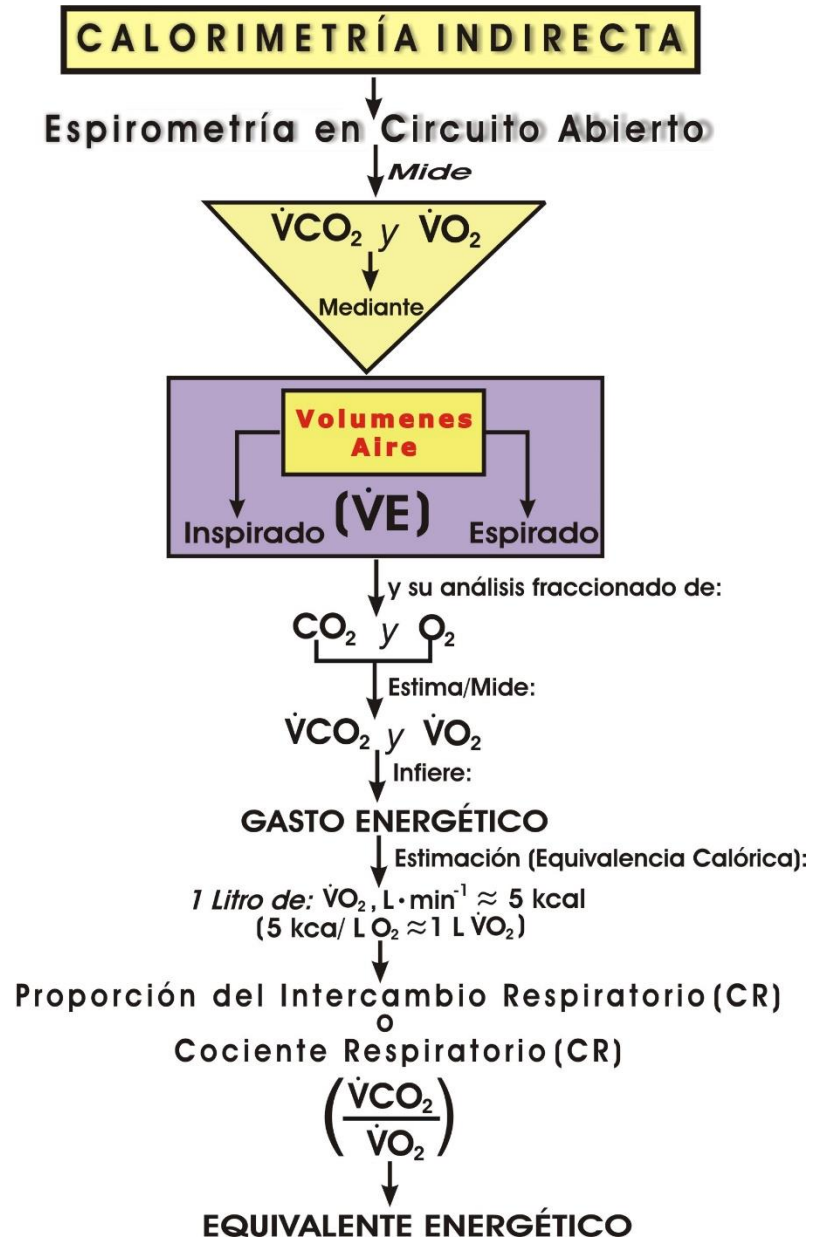
- 1. Haga una lista de los conceptos que usted encuentra difícil de entender.**
- 2. Discuta estos términos con su compañero de clase al lado de usted.**



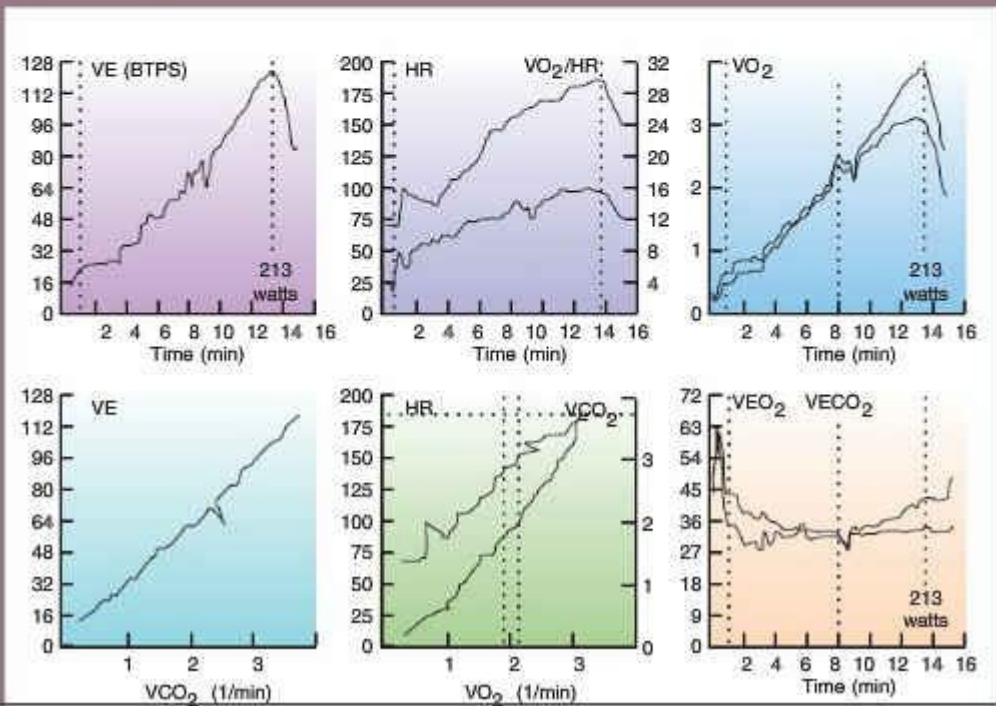
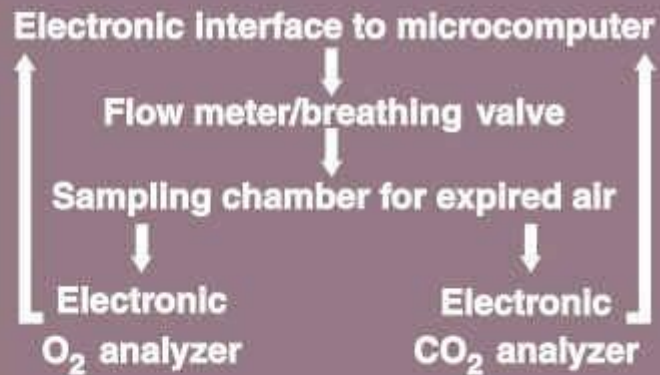
ESPIROMETRÍA EN CIRCUITO ABIERTO



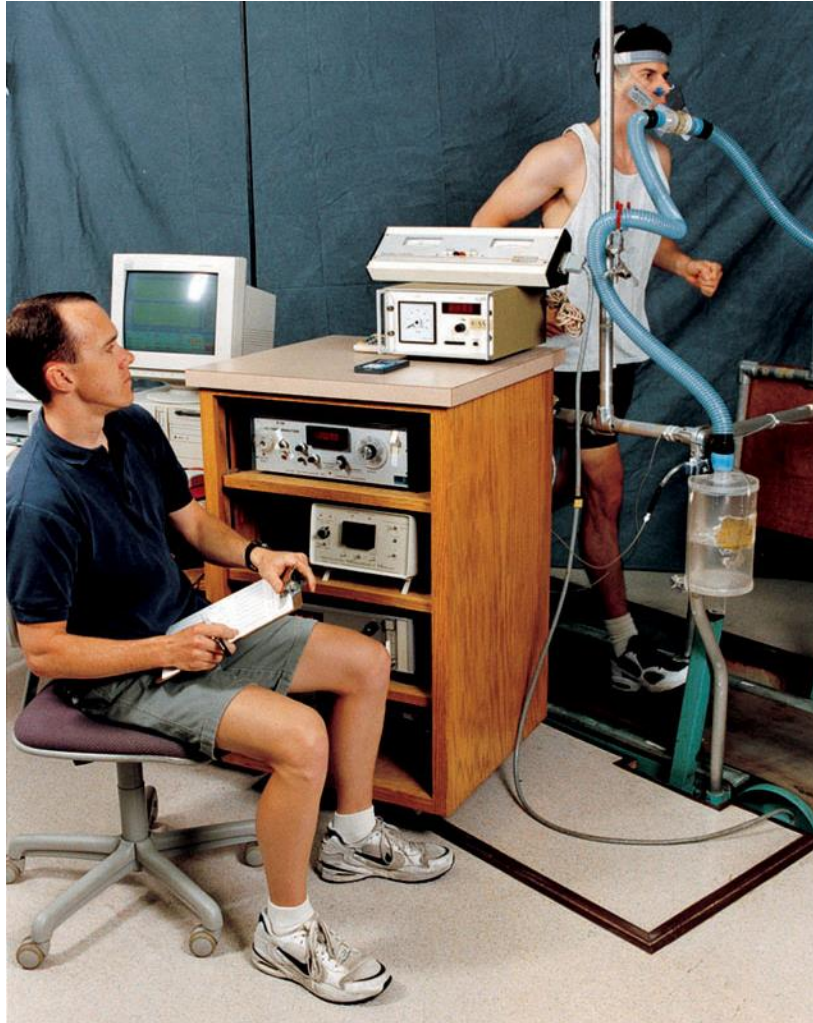
NOTA. Adaptado de: *Sports and Exercise Nutrition*. 7th. ed.; (pp. 191-,196), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2010, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2010 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business;
Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. 5ta. ed.; (pp. 131-132), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill; *Exercise Physiology: Human Bionergetics and its Applications*. 2da. ed.; (pp. 38-39, 41, 43-47), por G. A. Brooks, T. D. Fahey, & T. P. White, 1996, Mountain View, CA: Mayfield Publishing Company. Copyright 1996 por Mayfield Publishing Company.



NOTA. Reproducido de de:
Sports and Exercise Nutrition. 5ta.. ed.; (p. 194), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.



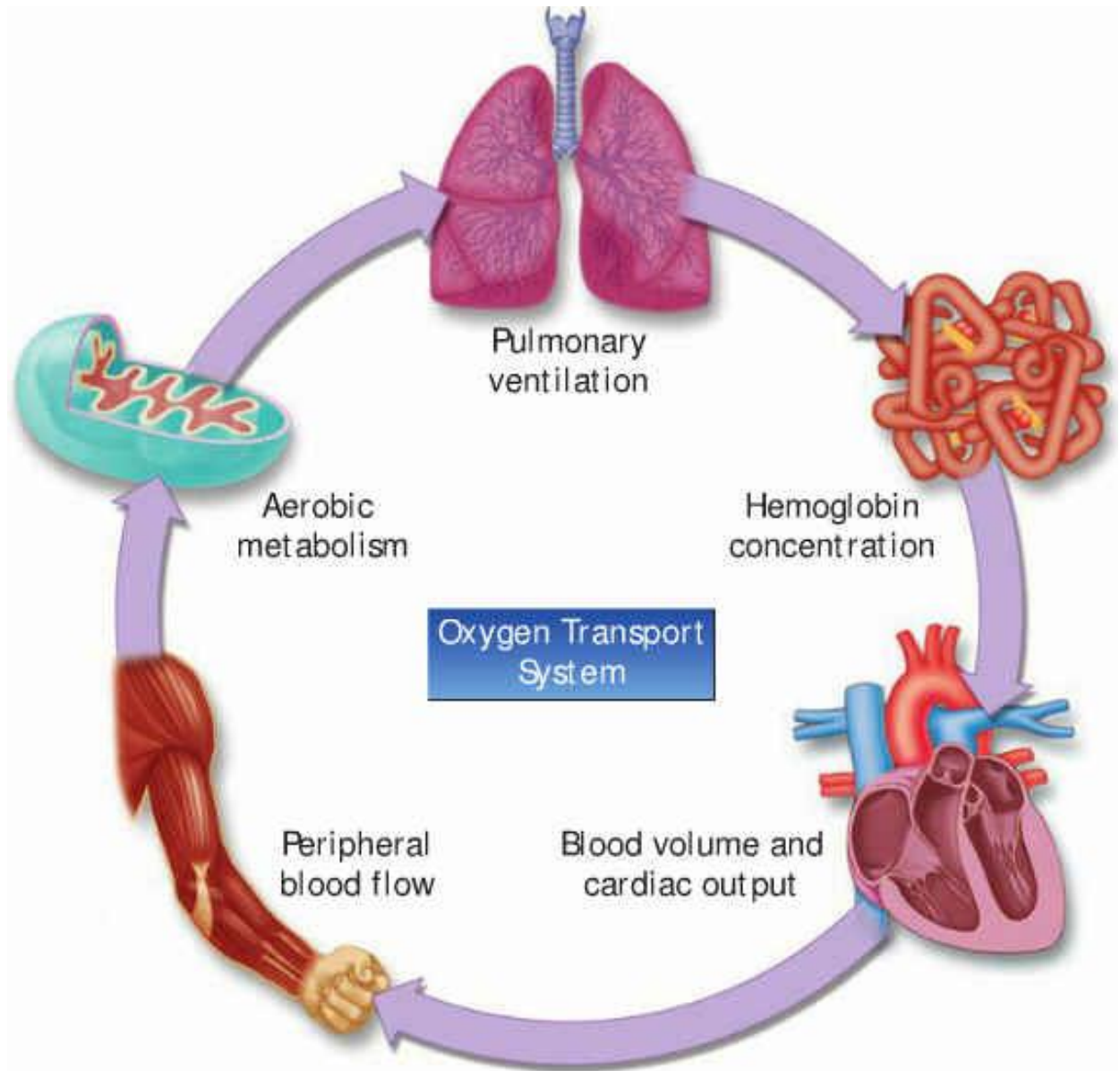
MEDICIÓN DEL INTERCAMBIO RESPIRATORIO DE GASES



NOTA. Reproducido de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 131), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



NOTA. Reproducido de: *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. 7ma. ed.; (p. 167), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2010, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2010 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business





NOTA. Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (pp. 54-55), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolter Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; (p. 198), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 131-132, 139-140), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

GASTO ENERGÉTICO

Expresión

CONSUMO DE OXÍGENO ($\dot{V}O_2$)

Unidades de Medida

Permite Comparar Individuos con Diferentes Masas Corporales

ABSOLUTA

$L \cdot \text{min}^{-1}$

RELATIVA

A la Masa Corporal

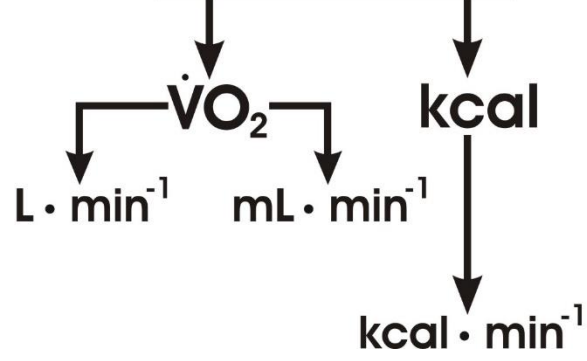
$\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

GASTO CALÓRICO

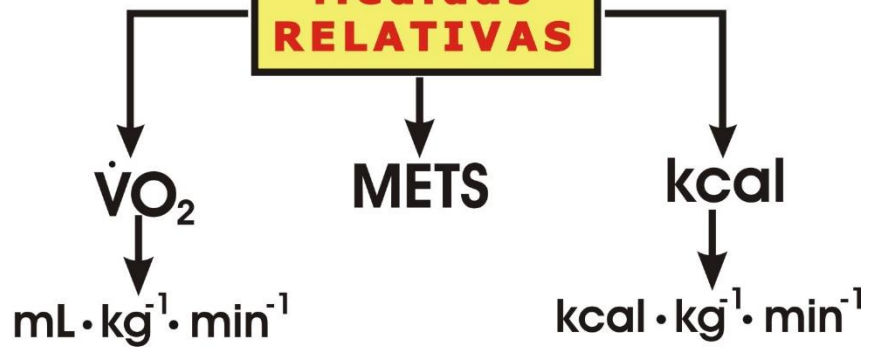
Formas de

Expresión

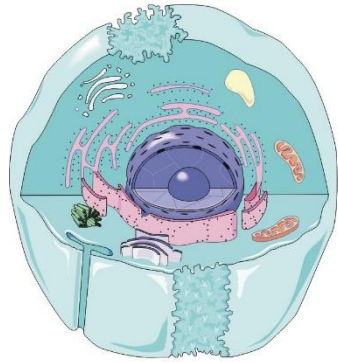
Medidas ABSOLUTAS



Medidas RELATIVAS

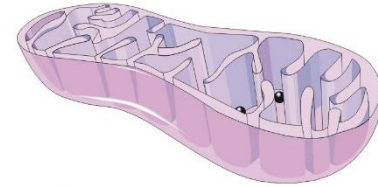


NOTA. Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (pp. 54-55), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; (p. 198), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 131-132, 139-140.), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



**CONSUMO DE OXÍGENO
(VO₂)**

**Volumen de Oxígeno Utilizado
por
Mitocondrias
(Organelos dentro Células del Cuerpo)**



Durante Intervalos de:
1 Minuto
A Nivel del Mar:



**CONDICIONES ESTANDARIZADAS
(STPD)**

**Temperatura (T)
(273°K ó 0°C)**

**Presión Barométrica (PB)
(70 mm Hg ó 1 ATA)**

**Humedad Relativa (HR)
(Seco, 0% HR,
Ausencia Vapor de Agua)**

NOTA. Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (pp. 54-55), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; (p. 198), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 131-132, 139-140.), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



MEDICIÓN DEL COSTO ENERGÉTICO DEL EJERCICIO

* **ESPIROMETRÍA EN CIRCUITO ABIERTO** *

$\dot{V}O_2$ —volumen de O_2 consumido por minuto (L/min).

$\dot{V}CO_2$ —volumen de CO_2 producido por minuto (L/min).

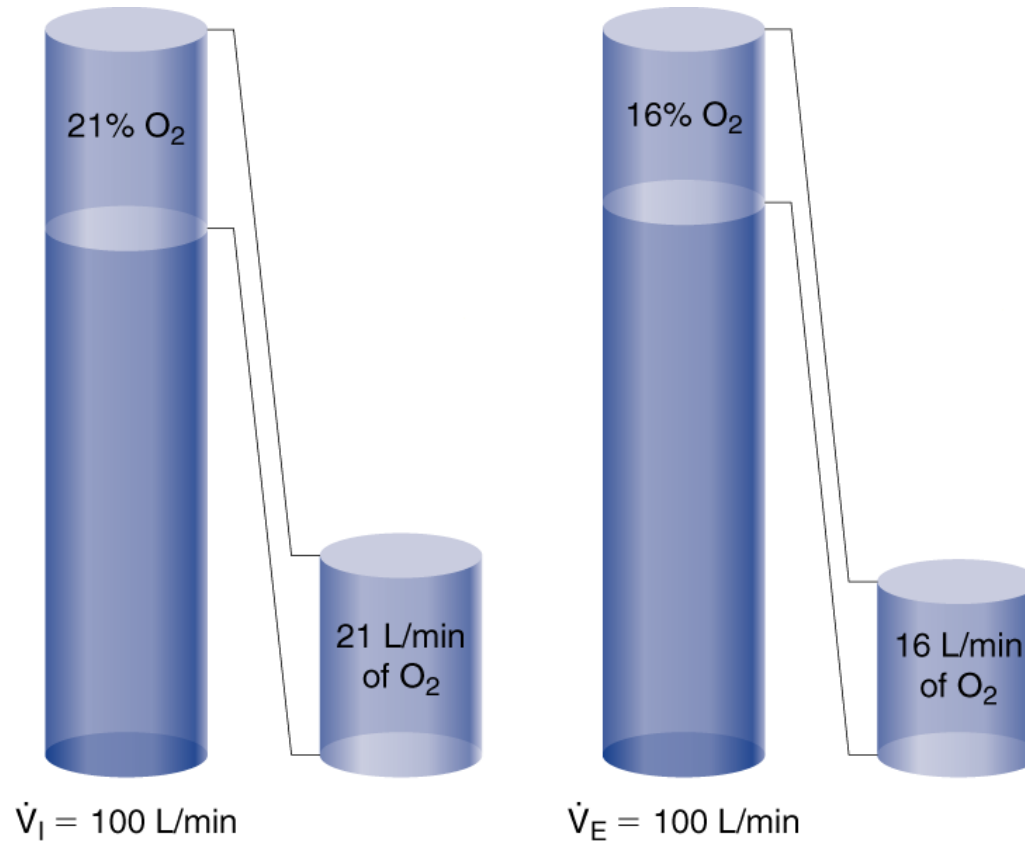
$$\dot{V}O_2 = (\dot{V}_I \times F_I O_2) - (\dot{V}_E \times F_E O_2)$$

$$\dot{V}CO_2 = (\dot{V}_E \times F_E CO_2) - (\dot{V}_I \times F_I CO_2)$$

Donde \dot{V}_E = ventilation expirada; \dot{V}_I = ventilation inspirada; $F_I O_2$ = fracción del oxígeno inspirado; $F_I CO_2$ = fracción del bióxido de carbon inspirado; $F_E O_2$ = fracción del oxígeno expirado; y $F_E CO_2$ = fracción del bióxido de carbono expirado.



CALCULANDO EL CONSUMO DE OXÍGENO



$$\begin{aligned}\dot{V}O_2 &= \dot{V}_I \times F_{IO_2} - \dot{V}_E \times F_{EO_2} \\ \dot{V}O_2 &= 100 \text{ L/min} \times 0.21 - 100 \text{ L/min} \times 0.16 \\ \dot{V}O_2 &= 21 \text{ L/min} - 16 \text{ L/min} = 5 \text{ L/min}\end{aligned}$$

NOTA. Reproducido de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. ?), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



ESPIROMETRÍA EN CIRCUITO ABIERTO

* TRANSFORMACIONES DE HALDANE *

Tú puedes usar el \dot{V}_E para calcular \dot{V}_I dado que el volumen del nitrógeno expirado es constante:

$$\dot{V}_I = (\dot{V}_E \times F_{EN_2}) / F_{IN_2} \text{ y } F_{EN_2} = 1 - (F_{EO_2} + F_{ECO_2})$$

$$\dot{V}O_2 = (\dot{V}_I \times F_{IO_2}) - (\dot{V}_E \times F_{EO_2})$$

$$\dot{V}O_2 = [(\dot{V}_E \times F_{EN_2}) / (F_{IN_2} \times F_{IO_2})] - (\dot{V}_E) \times F_{EO_2}$$

Luego substituye los valores conocidos por el F_{IO_2} de 0.2093 y el F_{IN_2} de 0.7903:

$$\dot{V}O_2 = (\dot{V}_E \times \{[(1 - (F_{EO_2} + F_{ECO_2})) \times 0.265] - F_{EO_2}\})$$

CAPACIDAD MÁXIMA PARA EL EJERCICIO: $\dot{V}O_2máx$

CONSUMO ENERGÉTICO (USO DE LA ENERGÍA)

Prueba de Esfuerzo/Ergométrica

↑ Potencia Ergométrica (Intensidad)
↑ de forma Progresiva

↑ Metabolismo

↑ $\dot{V}O_2$

*Sujeto se Detiene
Por Síntomas*

$\dot{V}O_2máx$
Limitado a Síntomas

*Sujeto no Puede más
y no hay
Estabilización del $\dot{V}O_2$*

*Sujeto se Detiene
Por Síntomas*

$\dot{V}O_2pico$

$\dot{V}O_2$ se Estabiliza

$\dot{V}O_2máx$
(Capacidad Aeróbica)

*Límite Máximo para
Incrementar el $\dot{V}O_2$*

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 140-141), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



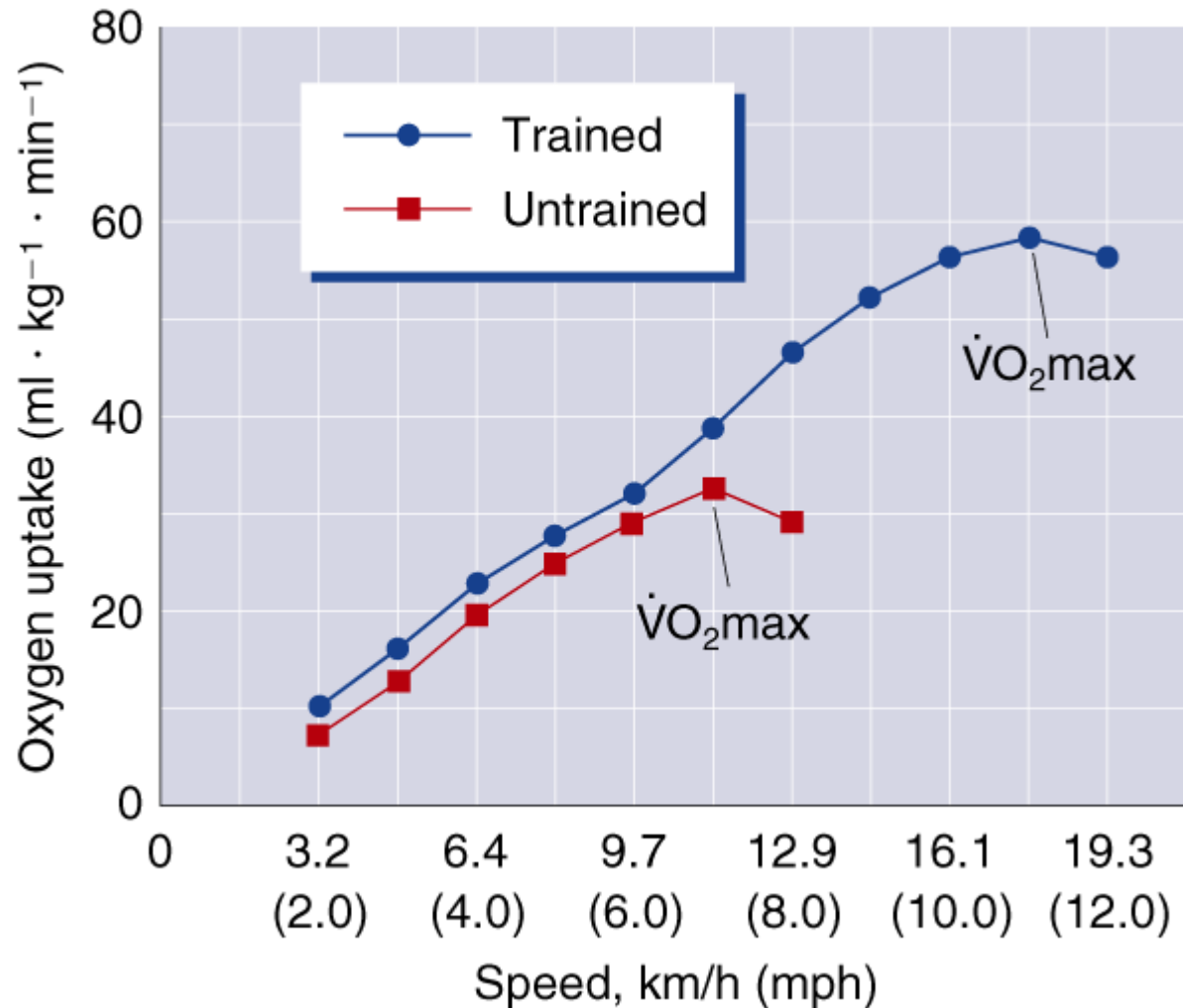
CAPACIDAD MÁXIMA PARA EL EJERCICIO: $\dot{V}O_{2max}$



NOTA. Reproducido de: *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. 7ma. ed.; (p. 166), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2010, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2010 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business



CAPACIDAD MÁXIMA PARA EL EJERCICIO: $\dot{V}O_2máx$



NOTA. Reproducido de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 142), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

CONSUMO DE OXÍGENO MÁXIMO ($\dot{V}O_2\text{máx}$)

**CONSUMO DE OXÍGENO MÁXIMO
($\dot{V}O_2\text{máx}$)**

**Volumen de O_2
que puede ser
Transportado y Utilizado
Durante un
Ejercicio Máximo
al Nivel del Mar**

Utilidad/Importancia

**El Mejor Indicador/Medición de la
Tolerancia Cardiorespiratoria Máxima
(Capacidad Aeróbica)**

**Impone Demanda
en las Funciones de los
Sistemas**

Pulmonar

Cardiocirculatorio

***Enzimático
Encargado de la
Respiración Celular
vía Procesos
Oxidativos***

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 140-141), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

CONSUMO DE OXÍGENO MÁXIMO ($\dot{V}O_2\text{máx}$)

CONSUMO DE OXÍGENO MÁXIMO ($\dot{V}O_2\text{máx}$)

FORMAS DE EXPRESARSE (VALORES)

RELATIVO

En relación a la
Masa Corporal (MC):

Militilitros de
Oxígeno Consumido
por Kilogramos de la
Masa Corporal por Minuto
($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)

ABSOLUTO

NO Considera la
Masa Corporal (MC):

Litros de
Oxígeno Consumido
por Minuto
($\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$)

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 140-141), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



ESPIROMETRÍA EN CIRCUITO ABIERTO

* **PROPORCIÓN DEL INTECAMBIO RESPIRATORIO** *

- La proporción entre el CO₂ liberado (VCO₂) y el oxígeno consumido (VO₂).
- $RER = VCO_2/VO_2$
- El valor de la RER en reposo es usualmente de 0.78 a 0.80
- El valor de la RER puede ser utilizada para determinar el sustrato metabólico usado en reposo y durante el ejercicio, donde un valor de 1.00 indica la oxidación de CHO y 0.70 indica que se oxidan las grasas.

NOTA. Reproducido de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 131), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CALORIMETRÍA INDIRECTA

Sistema de: *Calorímetro*

Espirometría en Circuito Abierto



Para Determinar el $\dot{V}\text{CO}_2$ y el $\dot{V}\text{O}_2$

(Se Calcula)

PROPORCIÓN DEL INTERCAMBIO RESPIRATORIO (R)
O

COCIENTE RESPIRATORIO (CR)



CALORIMETRÍA INDIRECTA

Calorímetro

Sistema de
Espirometría en Circuito Abierto



Intercambio Respiratorio
de
Gases

RELACIÓN (R) O PROPORCIÓN
($R = VCO_2$ liberado/ VO_2 Consumido)

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 131-132), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CALORIMETRÍA INDIRECTA

Relación de Intercambio Respiratorio (R)
*(Proporción del Intercambio Respiratorio o
Cociente Respiratorio [CR])*

$$\dot{V}CO_2 \text{ Producido} / \dot{V}O_2 \text{ Consumido}$$

Determina

Tipo de Nutriente/Sustrato Metabolizado



En las Células/Fibras Musculares

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 131-132), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CALORIMETRÍA INDIRECTA

Relación de Intercambio Respiratorio (R)

$$\dot{V}CO_2 \text{ Producido} / \dot{V}O_2 \text{ Consumido}$$

Determina

Tipo de Sustrato Oxidado

(En Fibras Musculares)

NUTRIENTES
ESPECÍFICOS

CHO

Grasas

Proteínas

ALCOHOL

AYUNO/INANICIÓN

MEZCLA/DIETA MIXTA

Combinación de

CHO

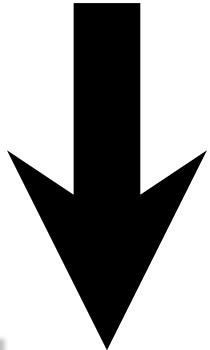
Grasas

Proteínas

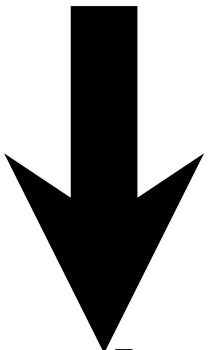
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 131-132), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



Cantidad de O₂ Usado Durante el Metabolismo (R)



Determina



Tipo de Nutriente Oxidado



**PROPORCIÓN DEL INTERCAMBIO RESPIRATORIO (R ó RER)
o
COCIENTE RESPIRATORIO (CR)**



Equivalentes Energéticos

CALORIMETRÍA INDIRECTA kcal: 1 Litro de Oxígeno		Contribución Relativa de los Sustratos Oxidados		
R ó CR	Valor Calórico (Kcal/ L O ₂)	CHO (%)	Grasas (%)	Proteínas (%)
1.00	5.047	100	0	0
0.85	4.862	50	50	0
0.70	4.686	0	100	0
	4.485	0	0	100

- 4.863 → **Dieta Mixta**
- 4.86 → **Alcohol**
- 4.70 → **Inanición (Ayuno)**



PROPORCIÓN DE INTERCAMBIO RESPIRATORIO (RER)

RER	% Carbohydrate	% Triglyceride	kcal-LO ₂ ⁻¹
0.70	0.0	100.0	4.69
0.75	15.6	84.4	4.74
0.80	33.4	66.6	4.80
0.85	50.7	49.3	4.86
0.90	67.5	32.5	4.92
0.95	84.0	16.0	4.99
1.00	100.0	0.0	5.05

NOTA. Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (p. 55), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business.



EQUIVALENCIA CALÓRICA DE LA PROPORCIÓN DEL INTERCAMBIO RESPIRATORIO (RER) Y EL % DE KCAL DERIVADO DE LOS HIDRATOS DE CARBONO Y GRASAS

RER	Energía		% kcal	
	kcal/L O ₂	Hidratos de Carbono	Grasas	
0.71	4.69	0.0	100.0	
0.75	4.74	15.6	84.4	
0.80	4.80	33.4	66.6	
0.85	4.86	50.7	49.3	
0.90	4.92	67.5	32.5	
0.95	4.99	84.0	16.0	
1.00	5.05	100.0	0.0	

NOTA. Reproducido de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 132), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CALORIMETRÍA INDIRECTA

↓ (Basado en)

Equivalencia Energética/Calórica del

$\dot{V}O_2$

↓

**Utilizado para la Oxidación de los
Sustratos (CHO y GRASAS)**

↓ (Se estima que)

**1 Litro de O_2 Consumido por Minuto
($\dot{V}O_2$, L/min = 1.0)**

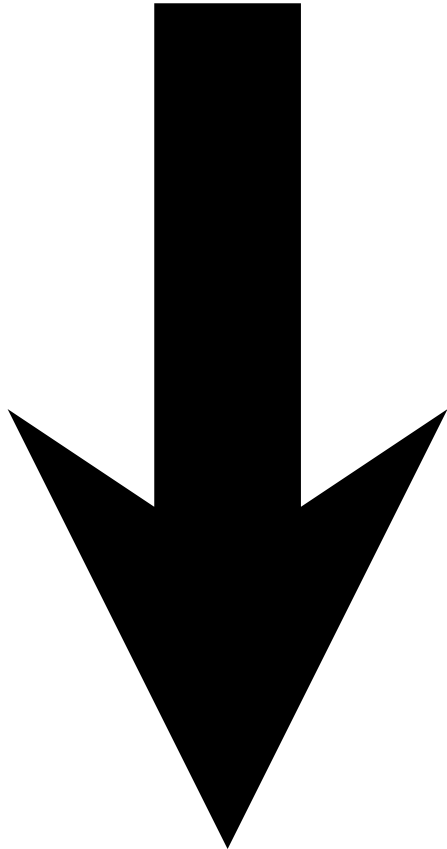
Equivale Aproximadamente a:

↓ (Equivalencia Energética/Calórica)

5 kcal/min



ESTIMACIÓN



1 L O₂ consumido/min \approx 5 kcal/L

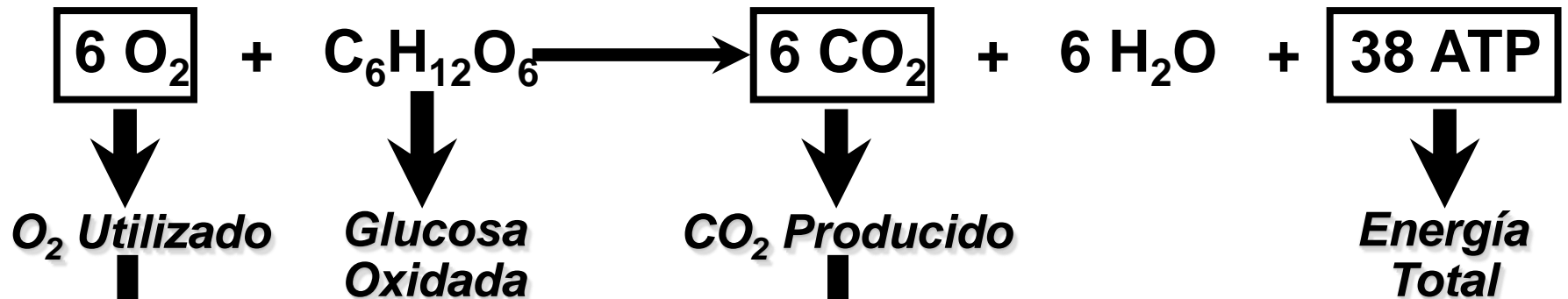
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 131-132), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



La Cantidad de O₂ Necesario para Oxidar Completamente una Molecula de CHO o Grasas

Proporcional a

La Cantidad de Carbono (C) Existente en Tales Sustratos



$$\mathbf{R = 6 \text{ CO}_2 / 6 \text{ O}_2 = \boxed{1.0}}$$

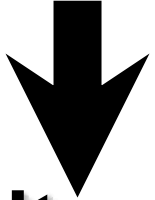
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 132), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



GRASAS



**Proporciona
más Energía**



**Necesita más O₂
para ser
Oxidado**



↓ Valor de R

CHO



**Proporciona
menos Energía**



**Necesita menos O₂
para ser
Oxidado**



↑ Valor de R

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 132), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CALORIMETRÍA INDIRECTA

Proporción del Intercambio Respiratorio (R)

Limitaciones

Solo es Válido en:

Reposo

Durante un Ejercicio en Estado Estable (Intensidad Constante)

Genera Valores Inexactos

Valores $R = 1.0$

Puede No Estimar

El Tipo de Sustrato Usado por Músculos

Puede Indicar

↑ CO_2

$R = \downarrow 0.7$

**Indica:
Síntesis Glucosa
Vía Gluconeogénesis**

Se Ignora la Oxidación de las Proteínas

Contribución de las Proteínas es 10% del Total de Energía Producido En un Ejercicio Prolongado



\dot{V}

O_2

NOTA. Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (pp. 54-55), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 4ta. ed.; (p. 198), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business; *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 131-132, 139-140.), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

El Gas Oxígeno

Volumen

Por Minuto



CALORIMETRÍA INDIRECTA

Proporción del Intercambio Respiratorio (R)

Limitaciones

Solo es Válido en:

Reposo

Durante un Ejercicio en Estado Estable (Intensidad Constante)

Genera Valores Inexactos

Valores $R = 1.0$

Puede No Estimar

El Tipo de Sustrato Usado por Músculos

Puede Indicar

↑ CO_2

$R = \downarrow 0.7$

**Indica:
Síntesis Glucosa
Vía Gluconeogénesis**

Se Ignora la Oxidación de las Proteínas

Contribución de las Proteínas es 10% del Total de Energía Producido En un Ejercicio Prolongado



ESPIROMETRÍA EN CIRCUITO ABIERTO

*** AVALÚO: Punto más Nebuloso o más Claro ***

- 1. ¿Qué conceptos sobre el tópico de espirometría en circuito abierto no se encuentra claro?**
- 2. ¿Qué conceptos sobre el tópico de espirometría en circuito abierto entiendes bastante bien?**
- 3. Del tópico de espirometría en circuito abierto, ¿qué conceptos tienes la necesidad de que se vuelva a discutir?**



CALORIMETRÍA INDIRECTA:

MEDICIONES:

ISÓTOPOS

MARCADORES



CALORIMETRÍA: *INDIRECTA*

MEDICIONES: Isótopos Marcadores

► **Carbón-13:**

Infundido y rastreado de manera selectiva para determinar su movimiento y distribución.

► **Agua de doble marcador radioactivo**

$^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ es ingerida y se monitorea la tasa en la cual ^2H y ^{18}O se difunde a través de los líquidos corporales (agua) y en las reservas de bicarbonato para eventualmente abandonar el cuerpo, de manera que se pueda calcular la cantidad de energía gastada.

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 130-131), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CALORIMETRÍA INDIRECTA

Isótopos Marcadores

Radioactivos
(Radioisótopos)

Ejemplo

Carbono - 14 (^{14}C)

No Radioactivos
(Isótopos Estables)

Ejemplo

Carbono - 12 (^{12}C)

Función

**Rastrear CO_2 Metabólico
(Estimar Tasa Metabólica/Gasto Energético)**



CALORIMETRÍA INDIRECTA

Trazadores/Rastreadores

Introducir Isótopos en el Cuerpo

Inyectado

Oral

Ejemplos

Carbono -13 (^{13}C)

Hidrógeno -2 (Deuterio ó ^2H)

Oxígeno -18 (^{18}O)

Se Sigue su

Distribución

Movimiento

Tasa de Producción de los Isótopos Rastreados
(*Vía Orina, Saliva y Sangre*)

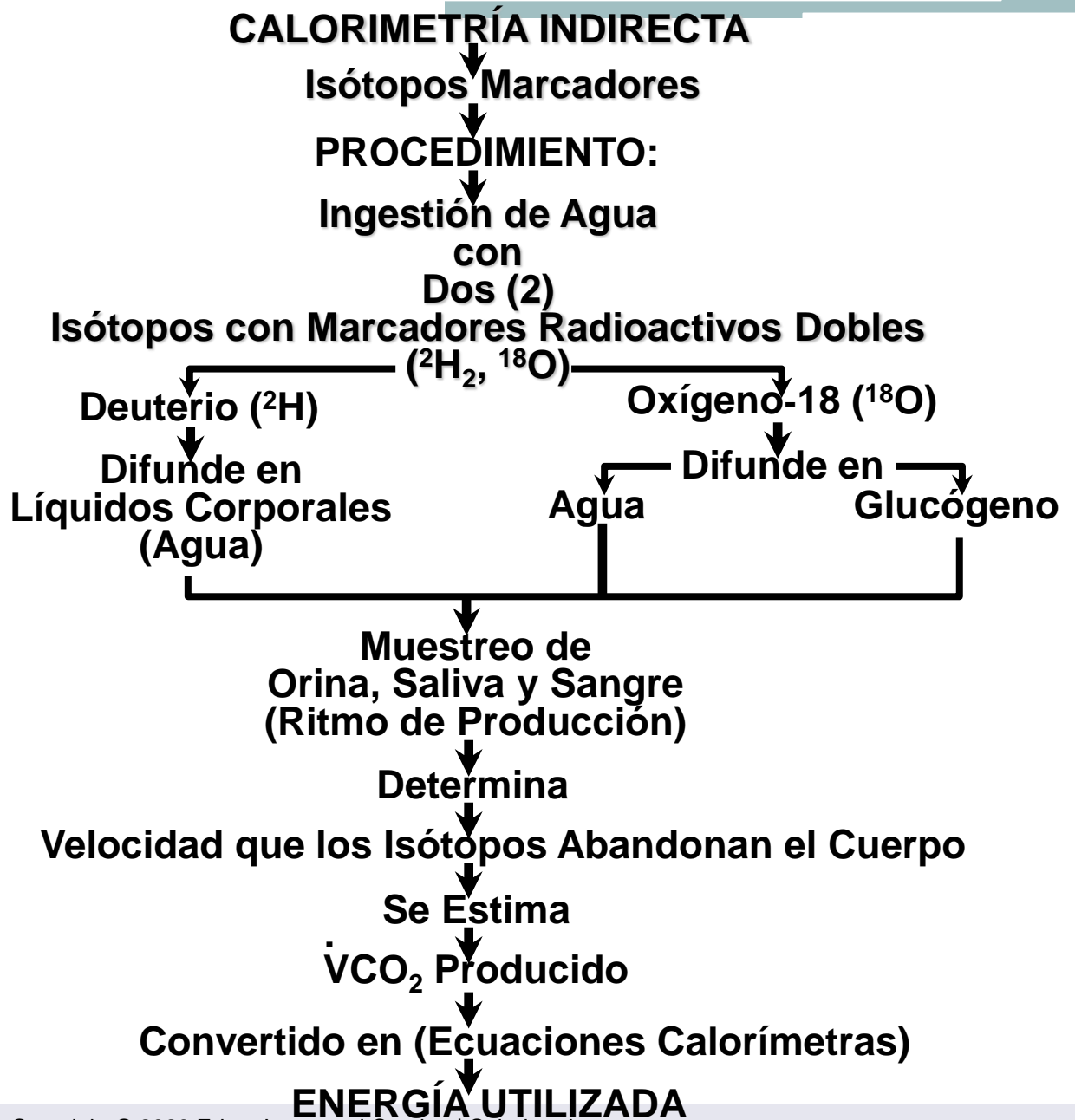
Producción de CO_2

CONSUMO CALÓRICO

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 134), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 134), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.





ISÓTOPOS MARCADORES: AVALÚO

**** Preguntas y Respuesta ****

Basado en el tópico de calorimetría indirecta (isótopos marcadores), escriban dos preguntas con sus respectivas respuestas:

1.

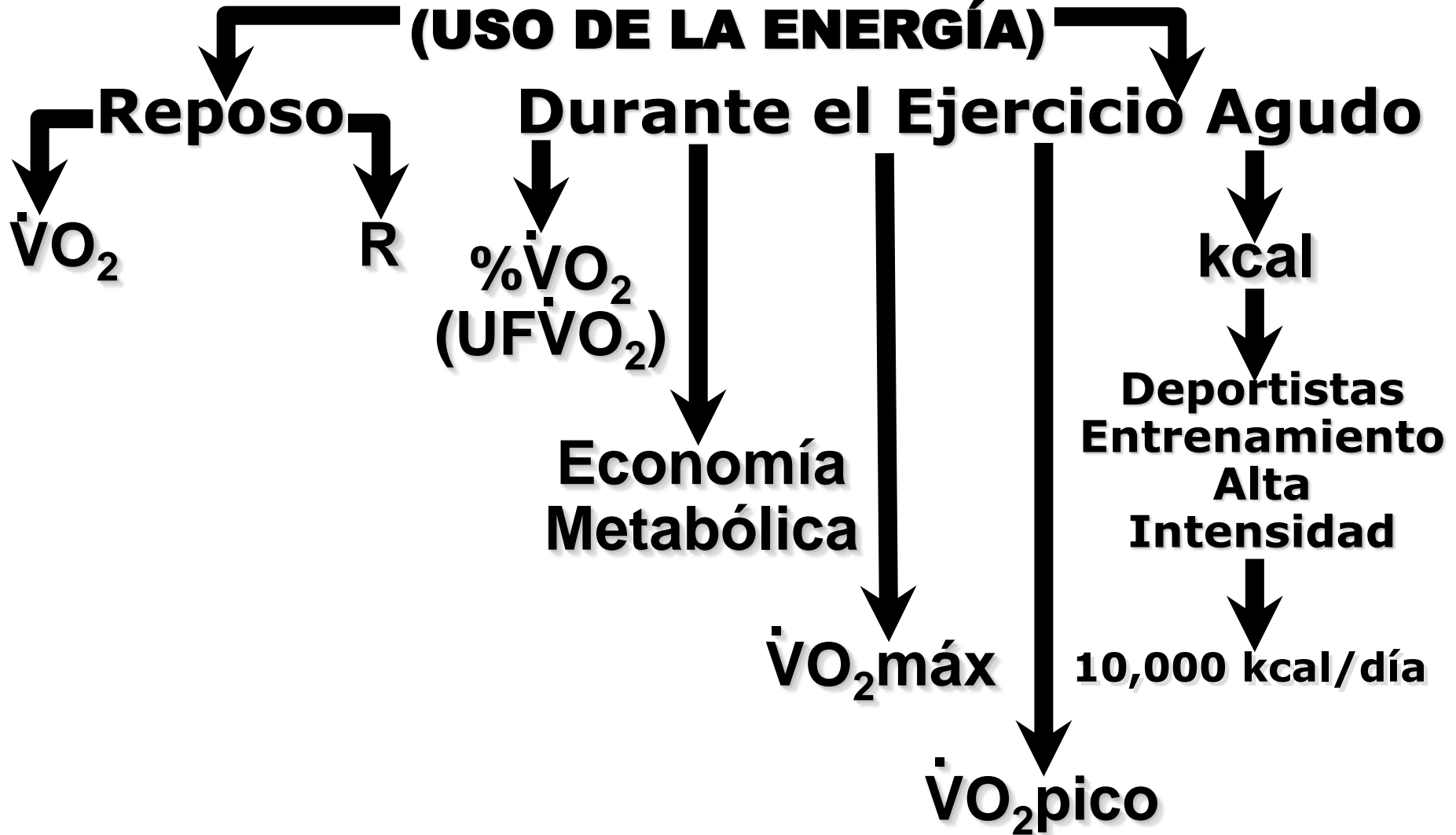
2.



CONSUMO ENERGÉTICO



CONSUMO ENERGÉTICO (USO DE LA ENERGÍA)



NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CONSUMO ENERGÉTICO

EQUIVALENTES CALÓRICOS

► Equivalentes energéticos de los alimentos:

CHO:	4.1 kcal/g
Grasas:	9.4 kcal/g
Proteína:	4.1 kcal/g

► Energía por litro de oxígeno consumido:

CHO:	5.0 kcal/L
Grasas:	4.7 kcal/L
Proteínas:	4.5 kcal/L

Ejemplo: $\dot{V}O_2$ reposo = $0.300 \text{ L/min} \times 60 \text{ min/hr} \times 24 \text{ hr/día} = 432 \text{ L/día} \times 4.8 \text{ kcal/L} = 2,074 \text{ kcal/día}$

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CONSUMO ENERGÉTICO

PROBLEMA:

- ♦ ¿Cuál es el consumo calórico en reposo diario para un individuo promedio (70 kg)?

CONOCIDO/DADO:

$$\dot{V}O_2 \text{ Reposo} = 0.3 \text{ L O}_2/\text{min} = 432 \text{ L O}_2/\text{día}$$

$$R = 0.80 = 4.80 \text{ kcal/L O}_2 \text{ consumido}$$

SOLUCIÓN:

Calorías Diarias, *kcal/día*

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{L O}_2}{\text{día}} \times \frac{\text{kcal}}{\text{L O}_2} \\
 &= \frac{432 \cancel{\text{L O}_2}}{\text{día}} \times \frac{4.80 \text{ kcal}}{\cancel{\text{L O}_2}} \\
 &= \boxed{2.074 \text{ kcal/día}}
 \end{aligned}$$

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CONSUMO ENERGÉTICO: *AVALÚO – Preguntas:*

- 1. ¿Cuáles son los factores metabólicos utilizados para estimar el expendio energético en reposo y durante el movimiento humano (actividad física, ejercicios o práctica de deportes)?**
- 2. ¿Cuáles son los equivalentes energéticos (kilocaloría por gramo) de las tres principales sustancias nutricias que se encuentran en los alimentos de consumo diario?**



TASA METABÓLICA BASAL



CONSUMO ENERGÉTICO (USO DE ENERGÍA)

Reposo

Expresiones

Tasa Metabólica Basal (TMB)

Varía:

Promedio para
Actividades Cotidianas Normales

1,800 – 3,000 kcal

Tasa Metabólica en Reposo
(TMR)
(No Requiere que Duerma 8 horas)

Varía:

1,200 – 2,400 kcal/día

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CONSUMO ENERGÉTICO (USO DE ENERGÍA)

Reposo

Tasa Metabólica Basal (TMB)

**Cantidad Mínima de Energía
Requerida para
Mantener las Funciones Fisiológicas Esenciales
del Cuerpo Humano**

Medición/Estimación

**Reposo, Posición Supina
Medido Después de
8 hr. de Sueño y
12 hr. de Ayuno**

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



CONSUMO ENERGÉTICO: *TASA METABÓLICA*

- La tasa en la cual el cuerpo gasta energía en descanso y durante el ejercicio.
- Medida como un consumo de oxígeno total del organismo y su equivalente calórico.
- La tasa metabólica basal o en reposo (TMB) es la energía mínima requerida para las funciones fisiológicas esenciales (varía entre 1,200 y 2,400 kcal/24 hr).
- La energía mínima requerida para las actividades diarias normales puede fluctuar de 1,800 a 3,000 kcal/24 hr.

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



TASA METABÓLICA BASAL (TMB)



NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



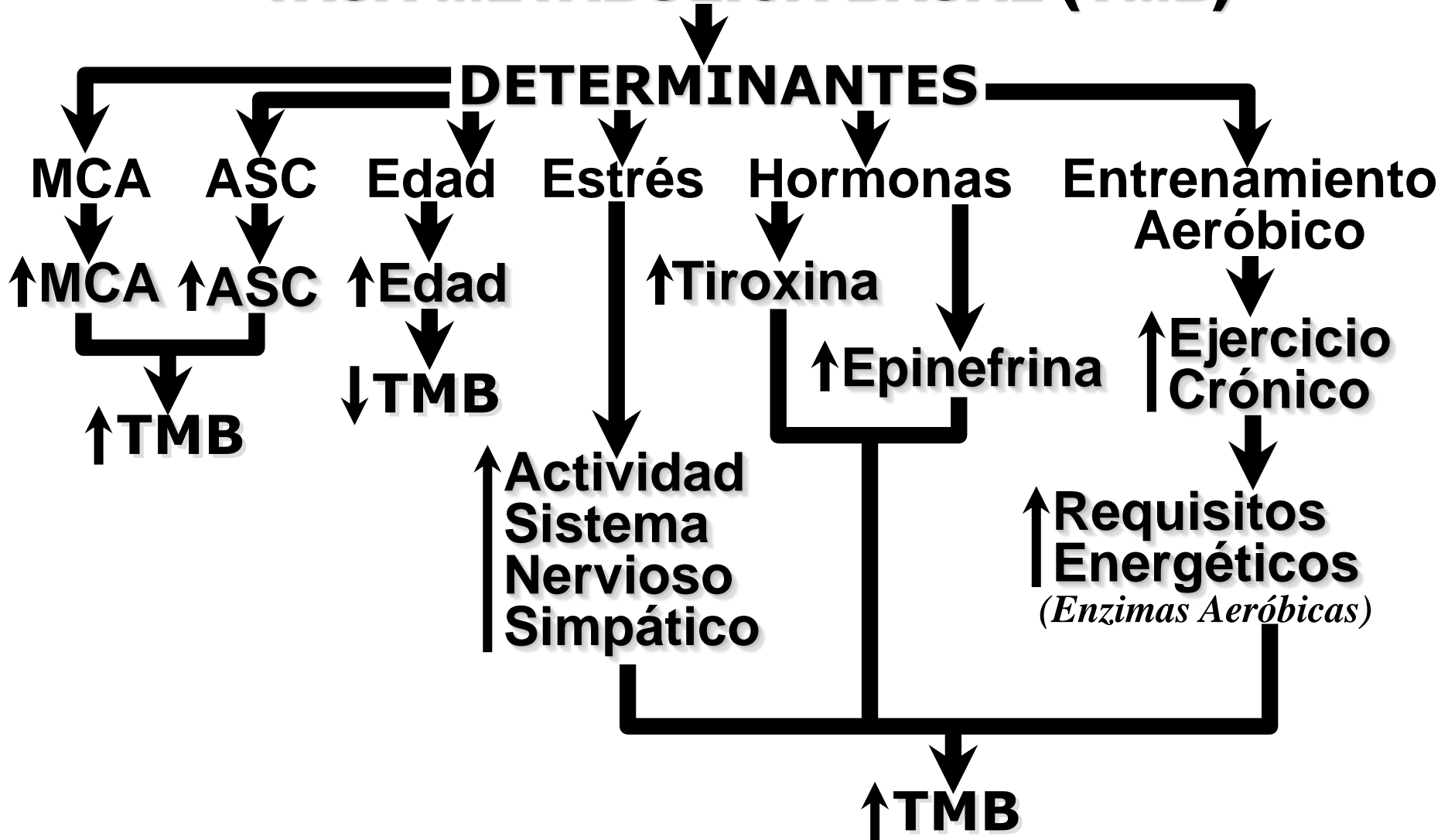
FACTORES QUE AFECTAN LA TMB/TMR

- Entre mayor sea la **masa libre de grasa**, más alto será la TMR.
- Entre mayor sea el **área de superficie corporal**, más alto será la TMR
- Conceptos básicos
- Guías de actividad física
- Comportamiento sedentario y tiempo sentado
- Efectos adversos a la salud del comportamiento sentado

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



TASA METABÓLICA BASAL (TMB)



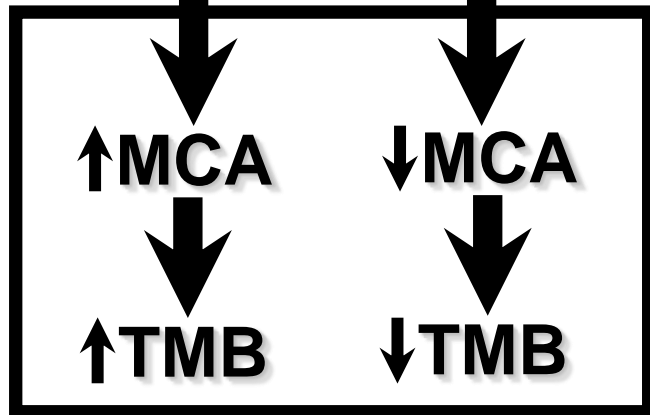
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



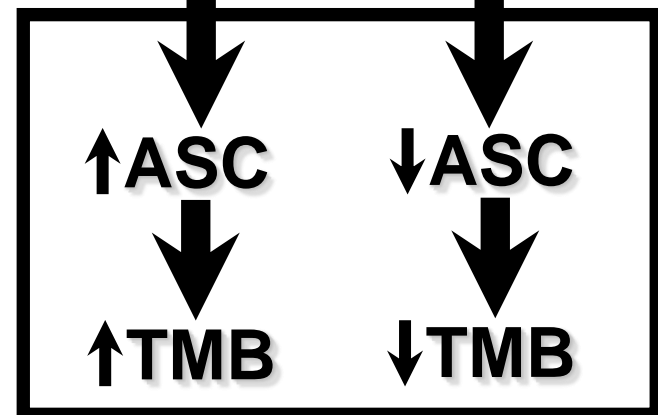
TASA METABÓLICA BASAL (TMB)

DETERMINANTES
(Relación Directamente Proporcional)
(Positiva o Lineal)

**Masa Corporal Activa
(MCA)**



**Área de Superficie Corporal
(ASC)**



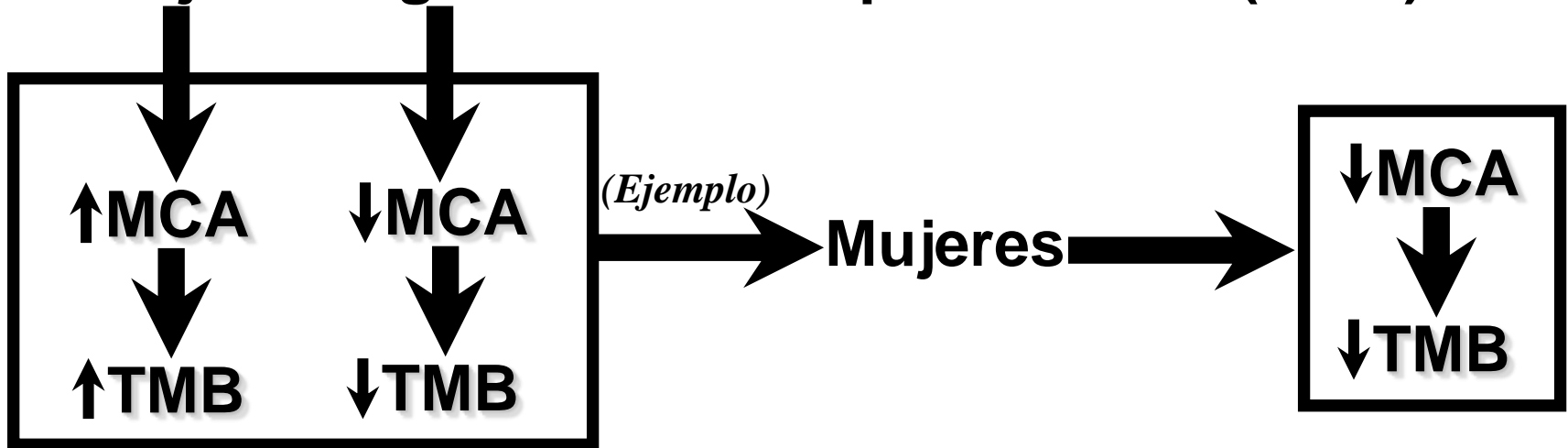
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



TASA METABÓLICA BASAL (TMB)

DETERMINANTE
(Relación Directamente Proporcional)
(Positiva o Lineal)

Cantidad de
Tejido Magro o Masa Corporal Activa (MCA)



NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



TASA METABÓLICA BASAL (TMB)

DETERMINANTE
(Relación Directamente Proporcional)

(Positiva o Lineal)

Área de Superficie Corporal (ASC)

↑ASC

↑Pérdida de Calor
| Vía Periferia (Piel)

↑Requisitos de Energía
| para Mantener la
| Temperatura Corporal

↑TMB

NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



TASA METABÓLICA BASAL: AVALÚO

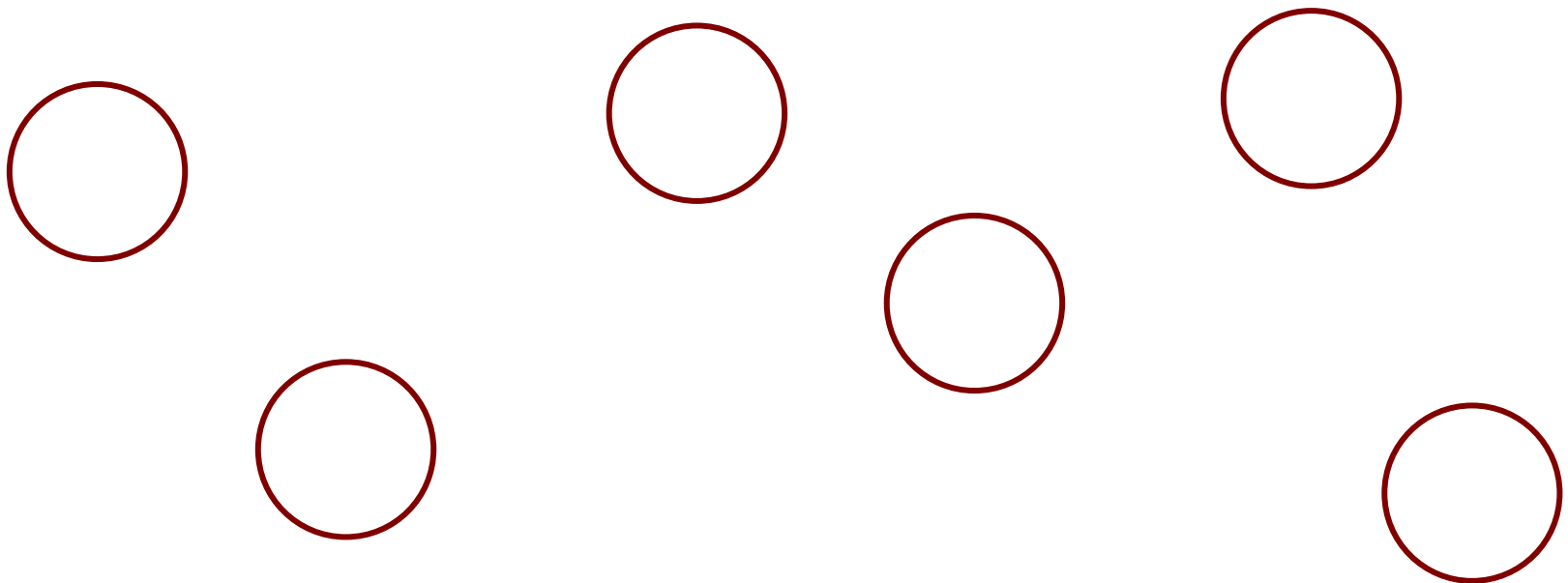
*** Ensayo Breve (One-Minute Paper)***

- 1. ¿Cuál fue el punto más importante presentado bajo el tópico?**

- 2. ¿Qué preguntas sin contestar aún posees?**



Dibuje sobre estos cuerpos celulares, que tú piensas es el largo y cantidad de dendritas tú posees ahora para los conceptos discutidos en la clase de hoy. ¿Porqué tú crees tu tienes esta longitud y cantidad de dendritas.





CALORIMETRÍA: AVALÚO

*** *Reacción Escrita Inmediata (REI)* ***

- 1. Algo nuevo que aprendí hoy es...**
- 2. Ya sabía...**
- 3. Se me hizo difícil entender...**
- 4. Lo más que me gustó fue...**
- 5. Lo menos que me gustó fue...**
- 6. Deseo aprender más sobre...**
- 7. De lo que aprendí, lo podría aplicar en...**
- 8. La próxima clase debe iniciarse repasando...**



CALORIMETRÍA - AVALÚO: Diagrama de "KWL" (CDA)

Completa todas las columnas de esta tabla:

DIAGRAMA "KWL" (CDA)		
Conozco "Know"	Deseo aprender "Want to know"	Aprendí "Learned"

:41.49

2693

GRACIAS

AA2



¿PREGUNTAS?