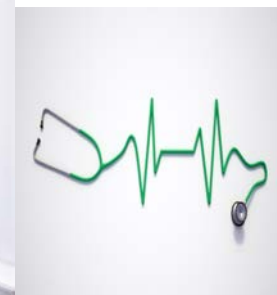


A woman with brown hair tied back, wearing a light blue t-shirt, dark blue shorts, white socks, and black and white sneakers, is running on a black treadmill. The treadmill has a black frame and a black running belt. The background is a solid blue color.

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



Saludmed 2016, 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](http://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**





# 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...**





- Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed

# INTRODUCCIÓN



**NOTA:** Reproducido de: Memorial Hermann. (2013, 3 de abril). *VO<sub>2</sub> Max Test - What to Expect* [Archivo de video]. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=fn3Yr-LS\\_l0](https://www.youtube.com/watch?v=fn3Yr-LS_l0)

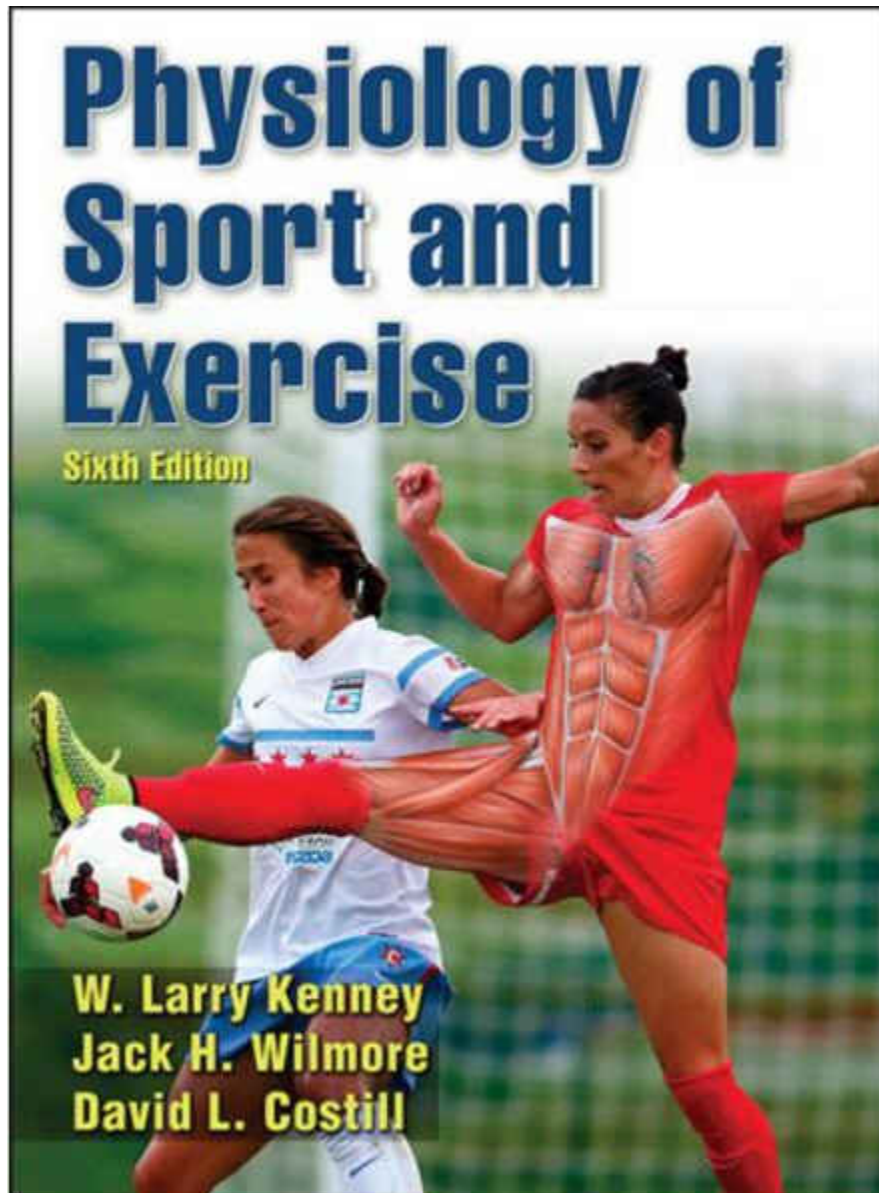


*\* Lista Focalizada \**

- 1.
- 2.
- 3.



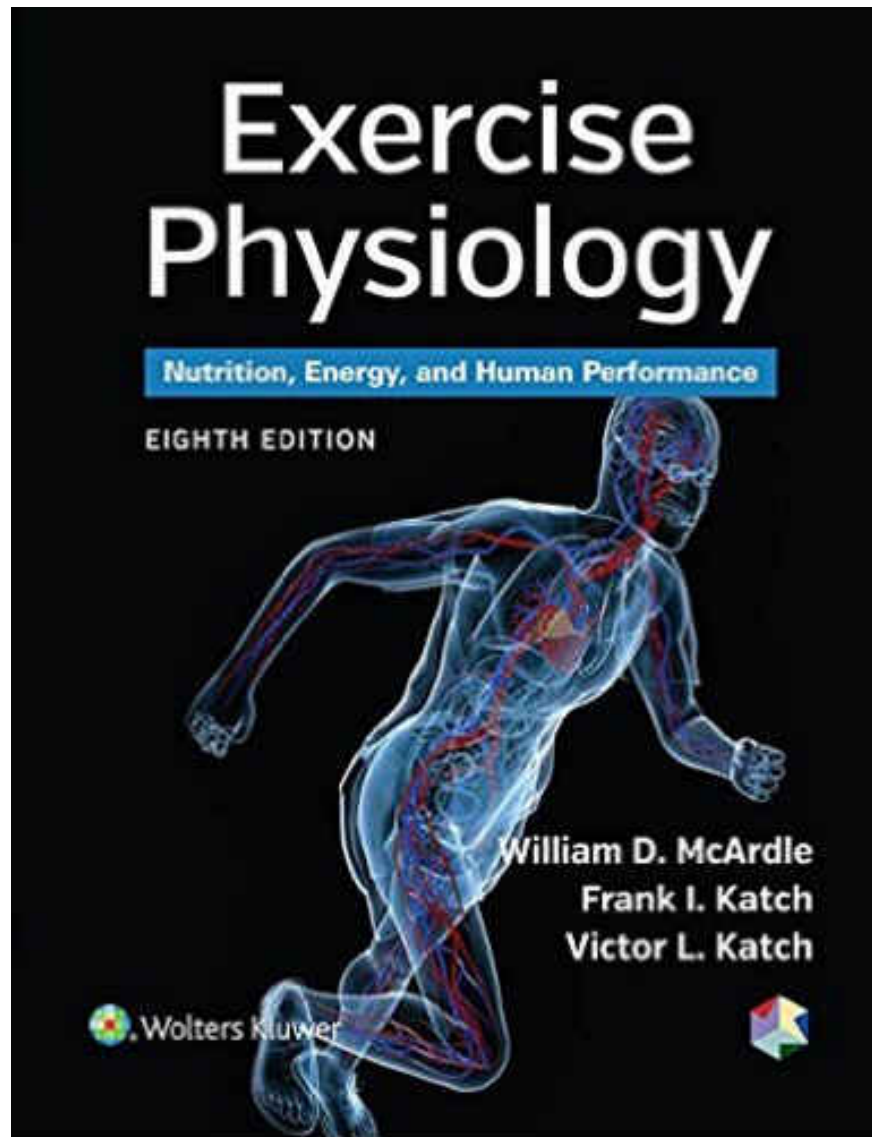
2015



Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2015). ***Physiology of Sport and Exercise*** (6ta. ed.). Champaign, IL: Human Kinetics. 667 pp.

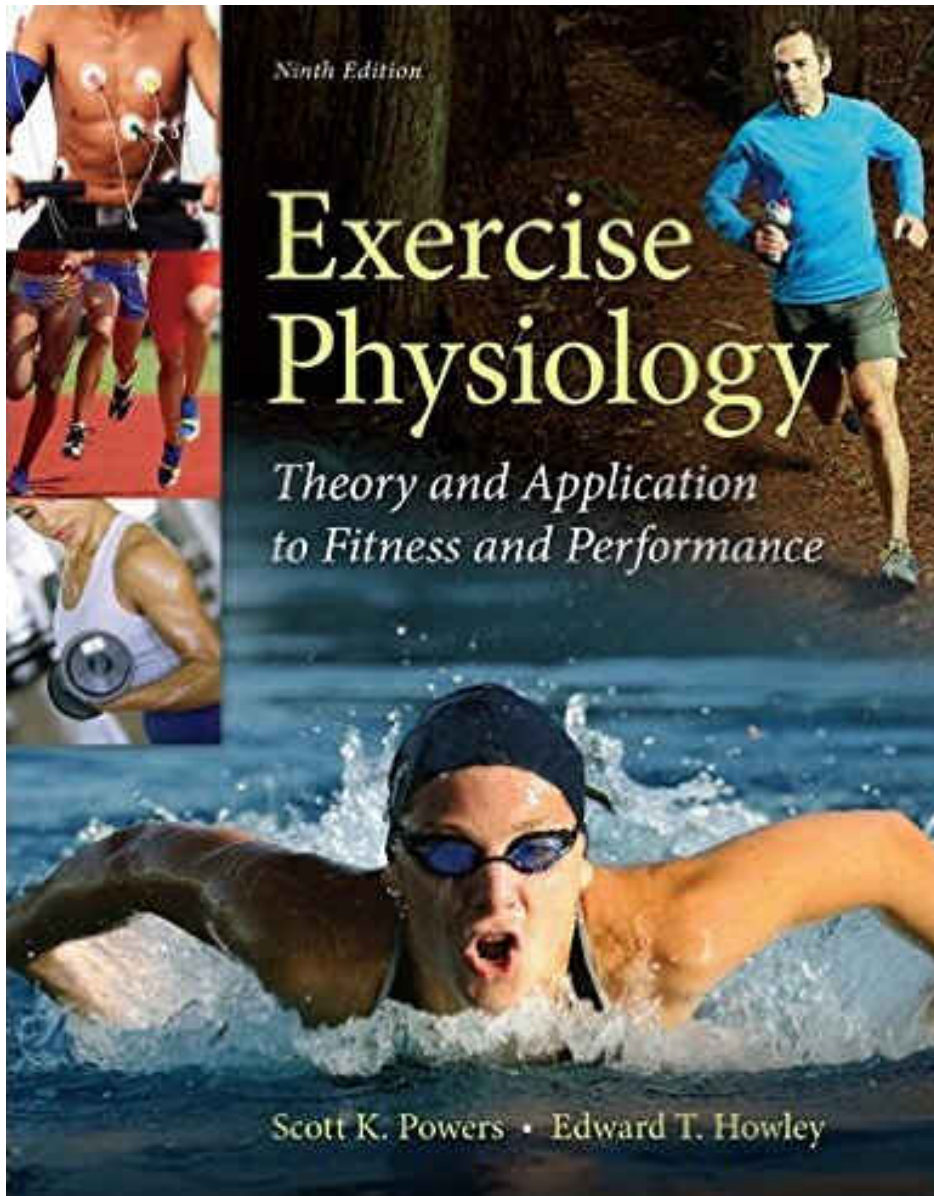


2015



McArdle, W. D., Katch, F I., & Katch, V. L. (2015). ***Exercise Physiology Nutrition, Energy, and Human Performance*** (8va. ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins. 1028 pp.

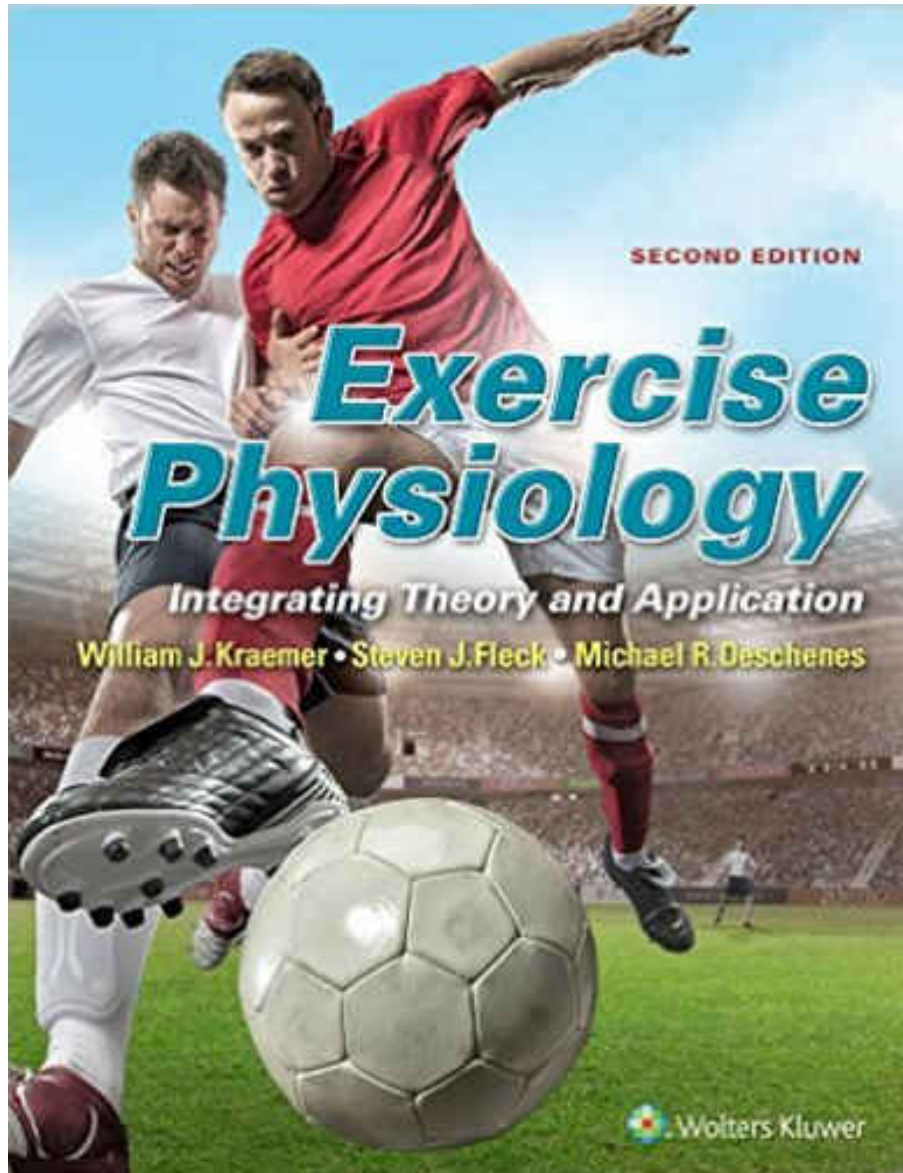
2015



Powers, S. K., &  
Howley, E. T. (2015).  
***Exercise  
Physiology:  
Theory and  
Applications to  
Fitness and  
Performance*** (9na.  
ed.). New York:  
McGraw-Hill  
Companies. 589 pp.



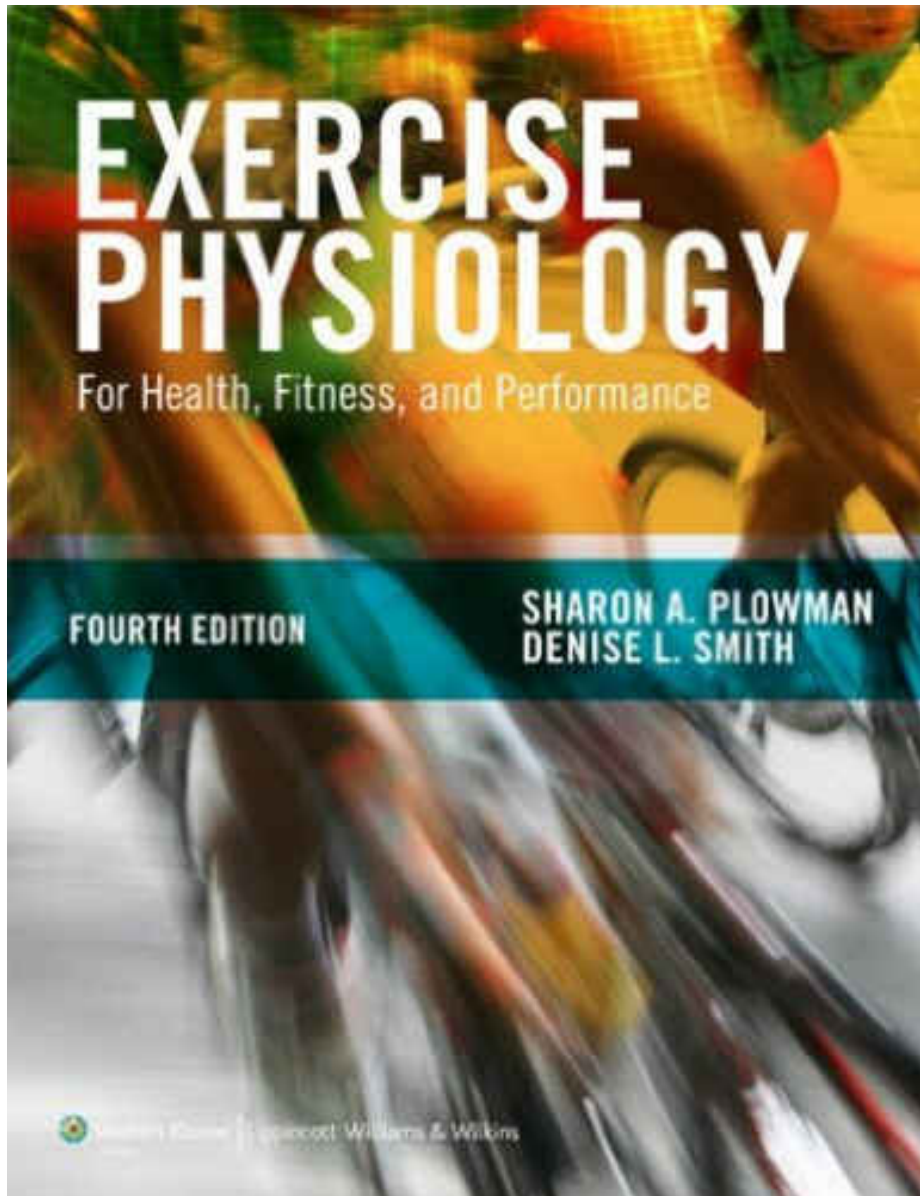
2015



Kraemer, W. J., Fleck, S. J. & Deschenes, M. R. (2015). ***Exercise Physiology Integrating Theory and Application*** (2da. ed., Internacional). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins. 512 pp.

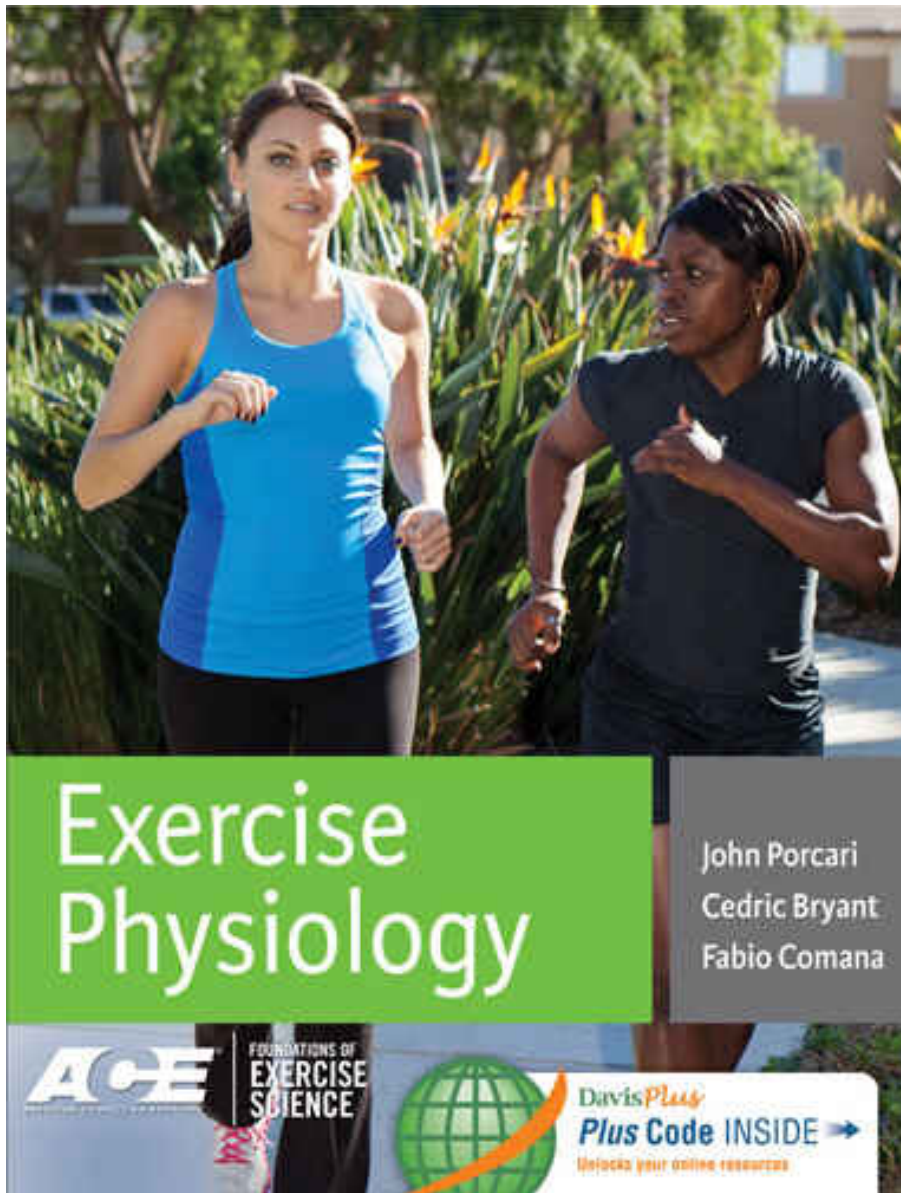


2015



Plowman, S. A., &  
Smith, D. L. (2015).  
***Exercise Physiology  
for Health, Fitness,  
and Performance***  
(4ta. ed.). Philadelphia,  
PA: Wolters  
Kluwer/Lippincott  
Williams & Wilkins.

2015



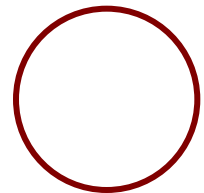
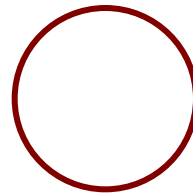
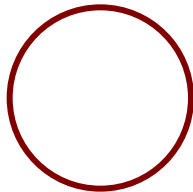
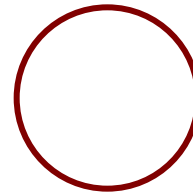
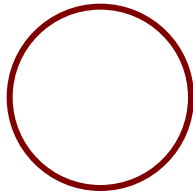
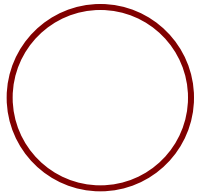
Porcari, J. P., & Bryant, C., Comana, F. (2015).  
***Exercise Physiology.***  
Philadelphia, PA: F.A. Davis Company. 905 pp.

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed





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





# BIOENERGÉTICA: *CONCEPTOS BÁSICOS*

## *\* Energía \**

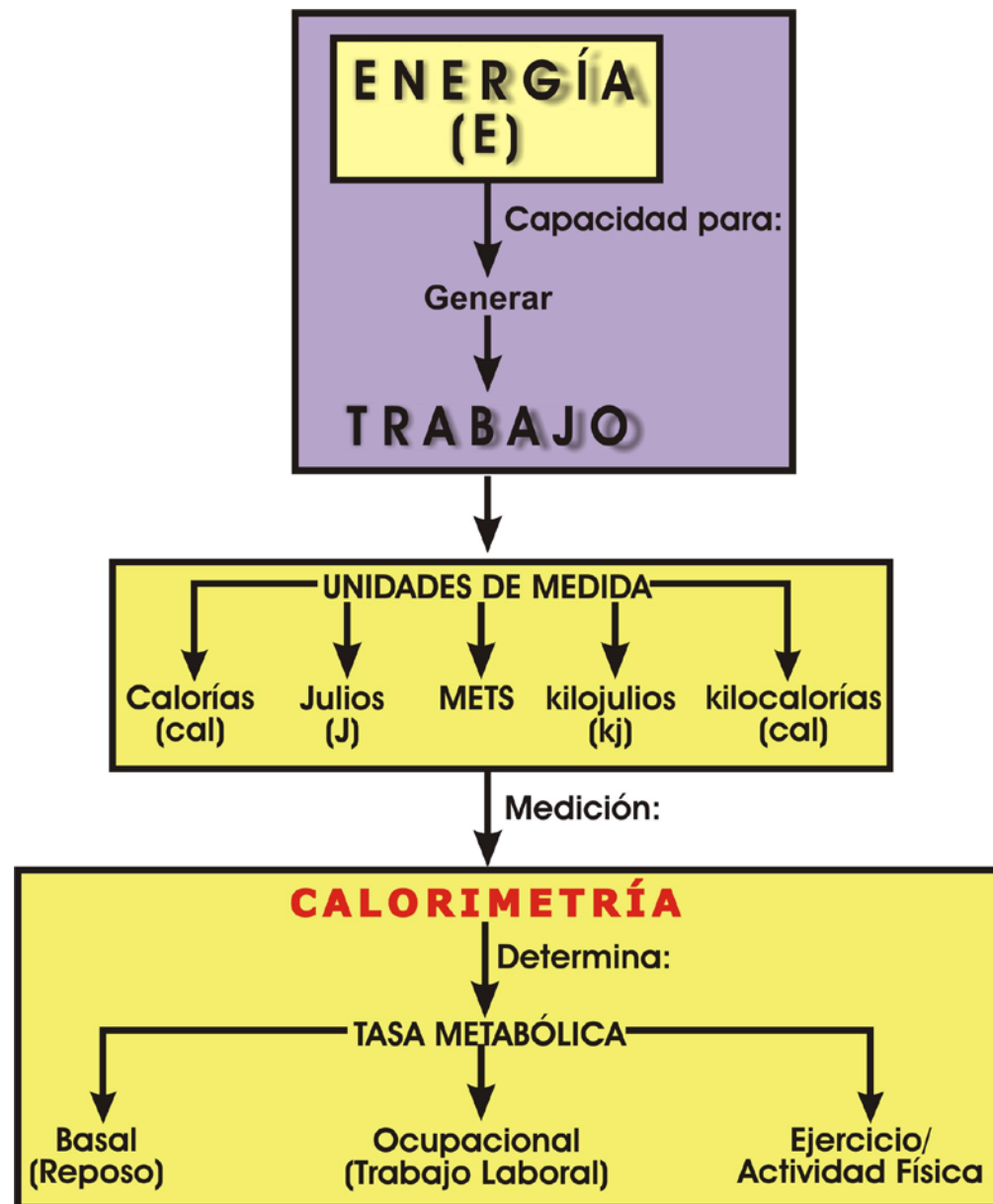
### *Definición*

# 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 esta 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])

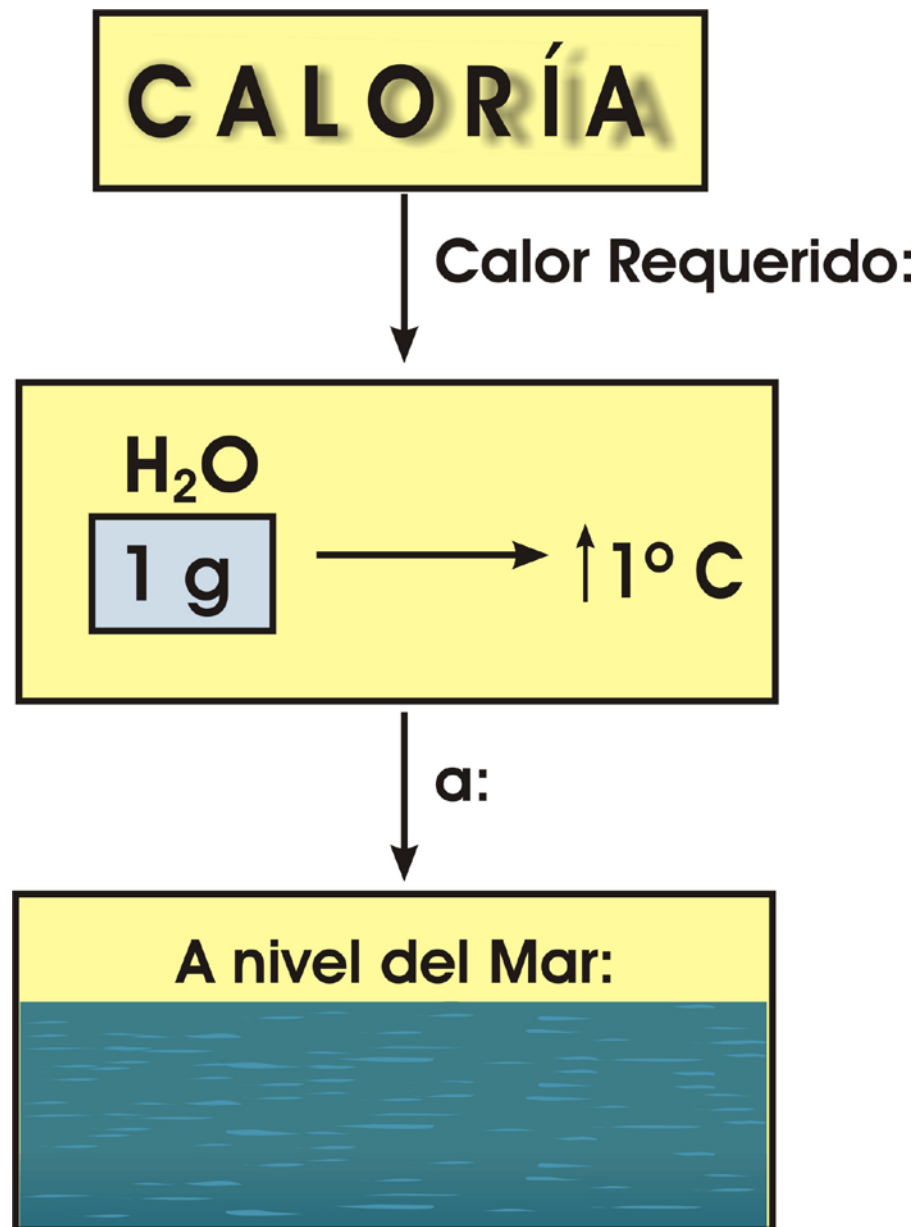
**NOTA.** Adaptado de: *Exercise Physiology Integrating Theory and Application*. (p. 54), por W. J. Kraemer, S. J. Fleck, y M. R. Deschenes, 2012, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2012 por: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolte Kluwer business. *Sports and Exercise Nutrition*. 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  
Elevar La Temperatura de 1 **kilogramo**  
de Agua a 1 Grado Centígrado

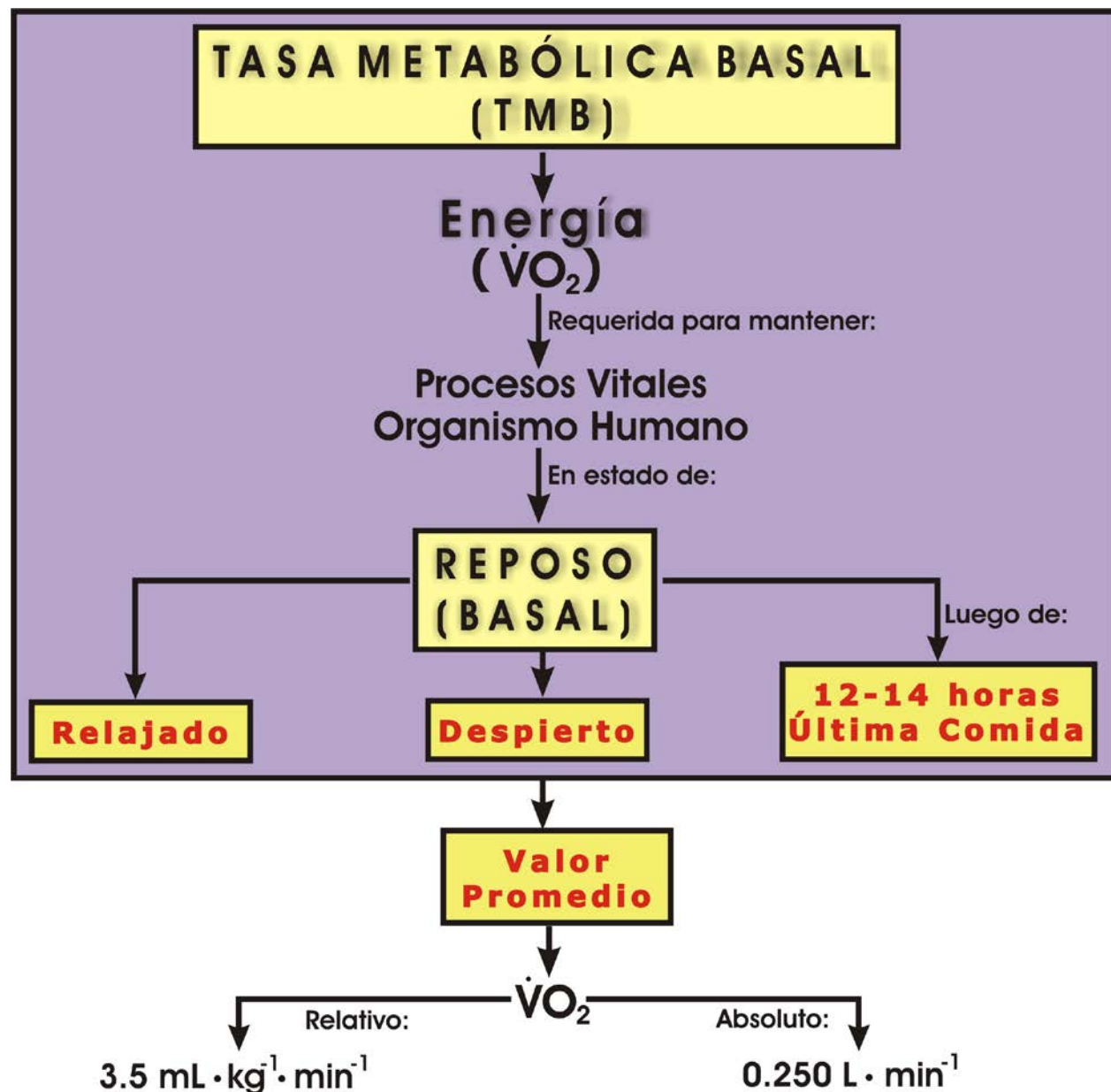
(de 14.5°C a 15.5°C),

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

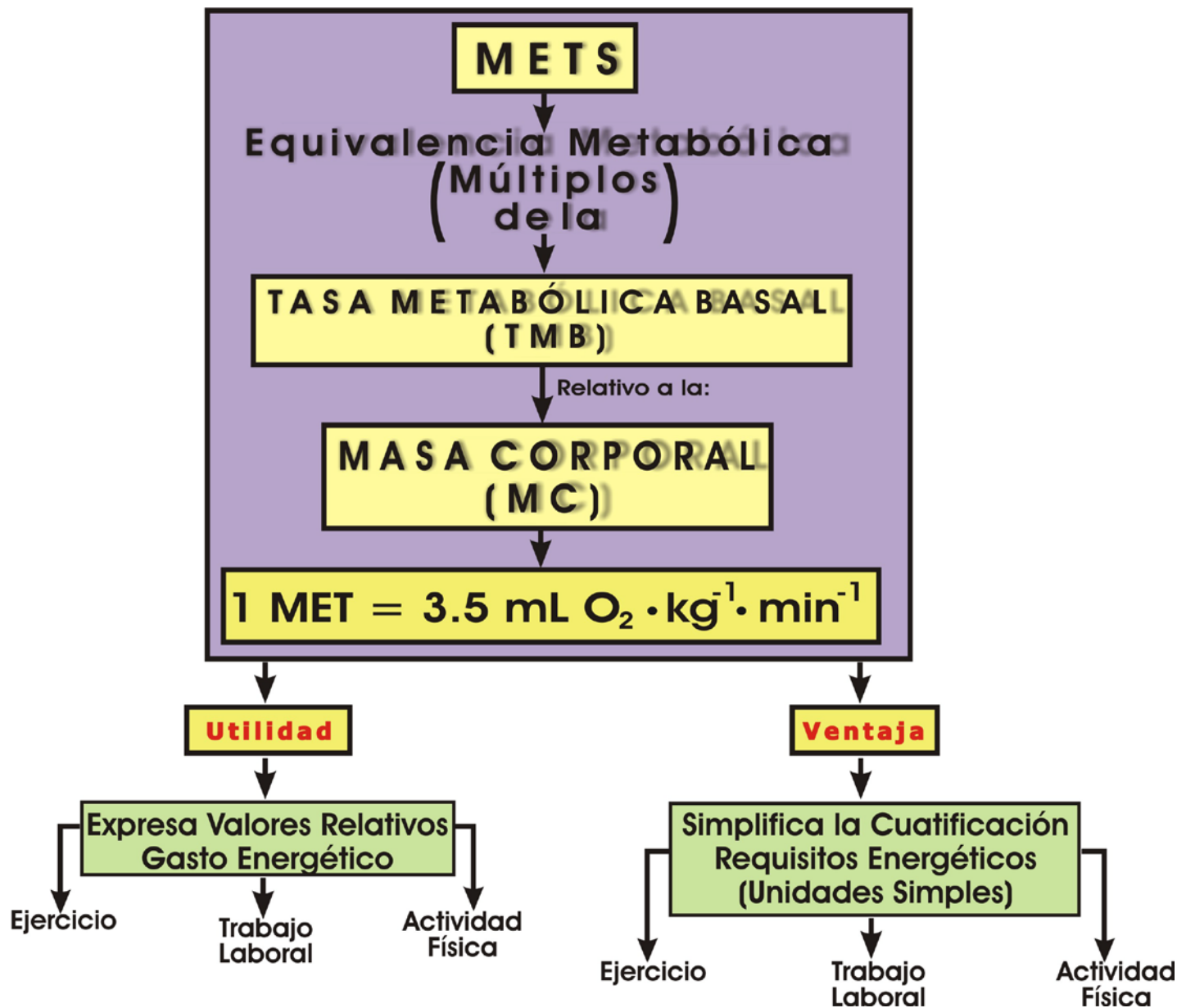
**TASA METABÓLICA BASAL (TMB)**  
**( $\dot{V}O_2$  en Reposo:  $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )**

es igual a (1 MET)

**$3.5 \text{ mL de } O_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$**   
**(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>



- AVALÚO -

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

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

# CALORIMETRÍA

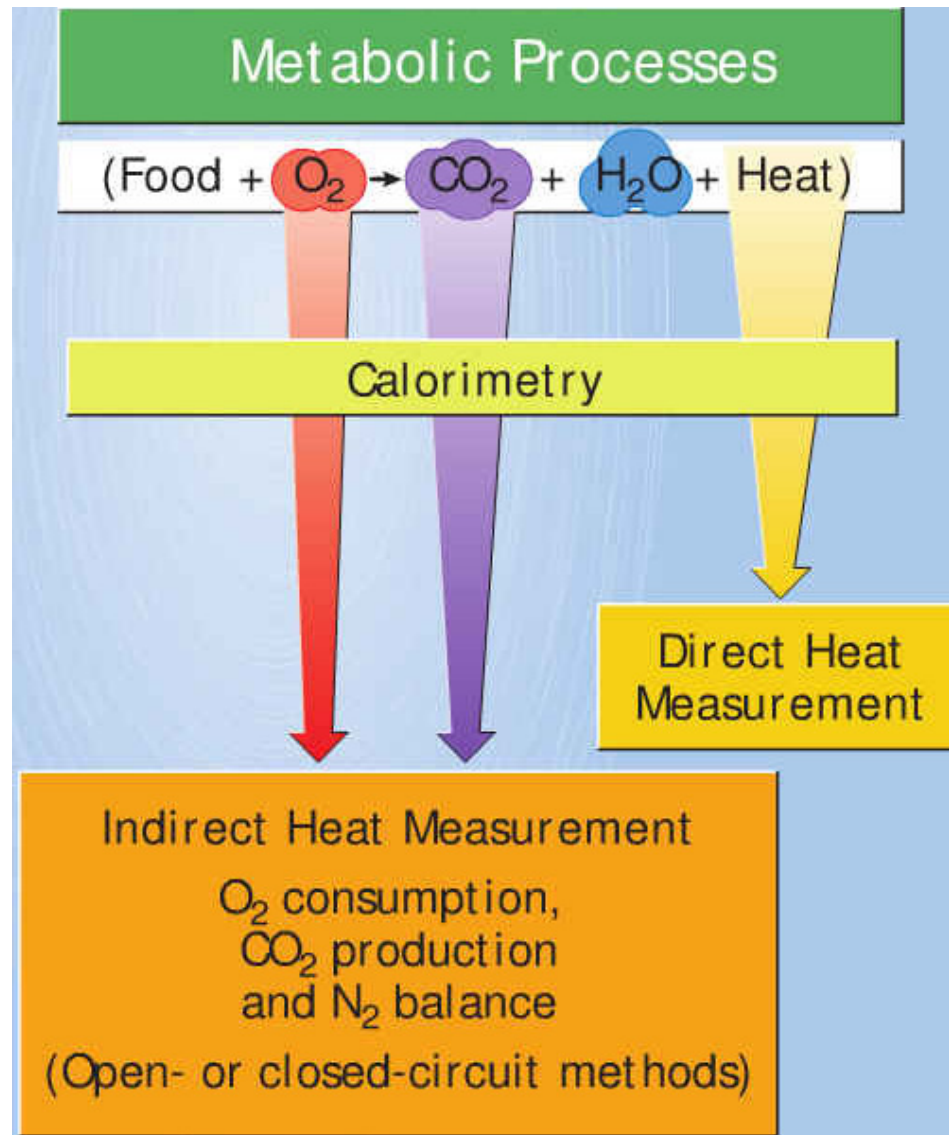


## CONCEPTO: Tipos

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

**Calcula el gasto energético que se obtiene de la producción de la proporción o relación del intercambio respiratorio (RER) del  $\text{VCO}_2$  y el  $\text{VO}_2$**

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed



# 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<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>)*

**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<sub>2</sub> Producido**

**Convertido en  
Consumo Energético**

**NOTA.** Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 130-132), 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:

## TASA METABÓLICA Consumo Energético

DURANTE UN ESTADO

Basal  
(Reposo)

En:  
cal J METS kj kcal

Ejercicio/  
Actividad Física

## VÍAS (MÉTODOS)

Calorimetría Respiratoria  
(Bomba Calorímetro)

Espirometría en Circuito Abierto

## Calorimetría: DIRECTA

Medición Real del Consumo Energético:

CALOR  
Producido/Liberado

Medición:

Procesos Metabólicos  
(Respiración Celular)

Energía Total Liberada

Medida vía:

VÍA  
Conducción Radiación Evaporación

## Calorimetría: INDIRECTA

Medición Indirecta Energía vía:

INTERCAMBIO RESPIRATORIO  
( $\dot{V}CO_2$  y  $\dot{V}O_2$ )

Que resulta de la:

Oxidación y Combustión  
de  
Sustancias Nutricias

FUNDAMENTO:

1 Litro de  $\dot{V}O_2 \approx 5$  kcal

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.





- # ETRIA DIRECTA



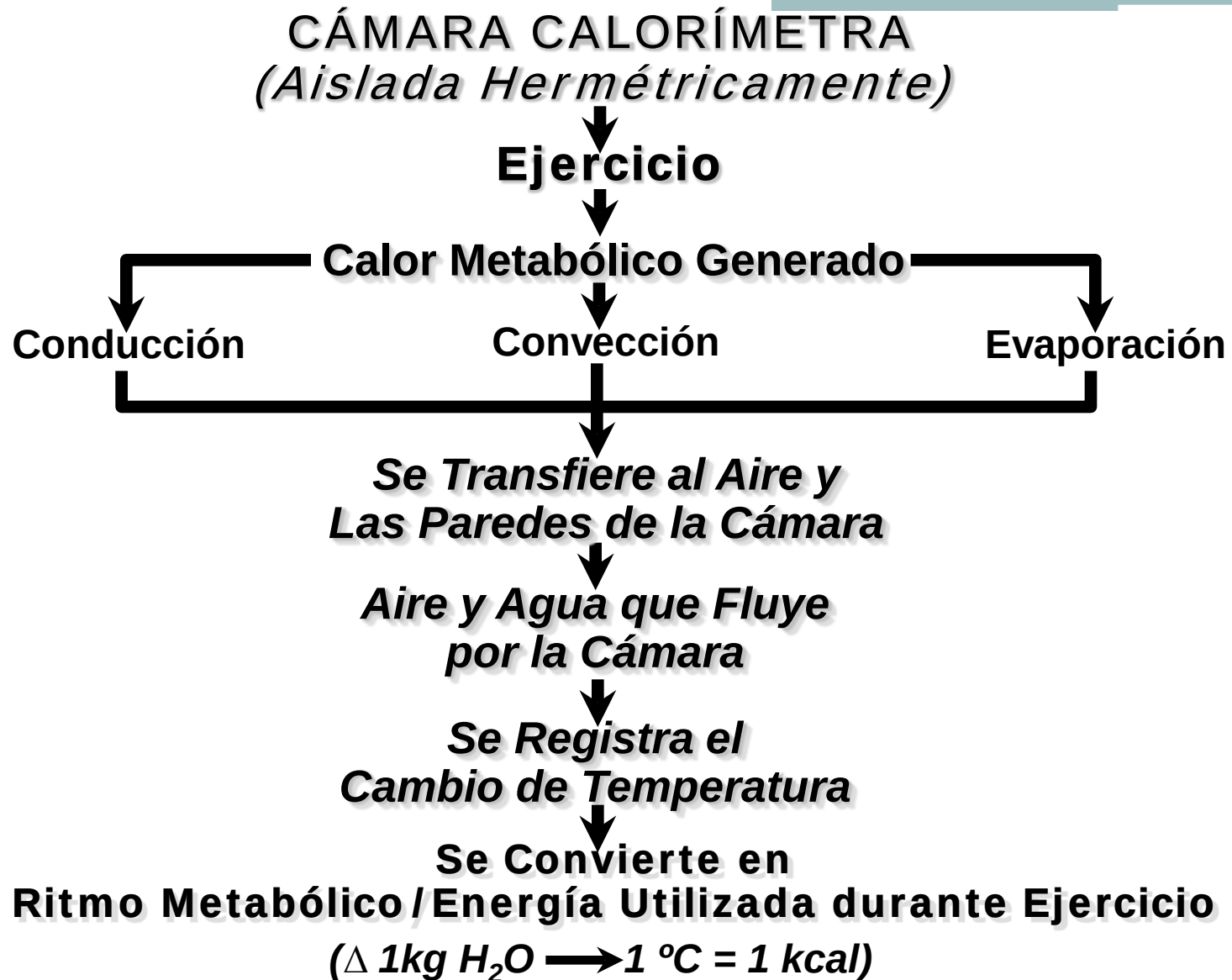
- NOTA.** Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 133), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

# SE ESTÍMA EL RITMO E INTENSIDAD DE LA ENERGÍA

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed

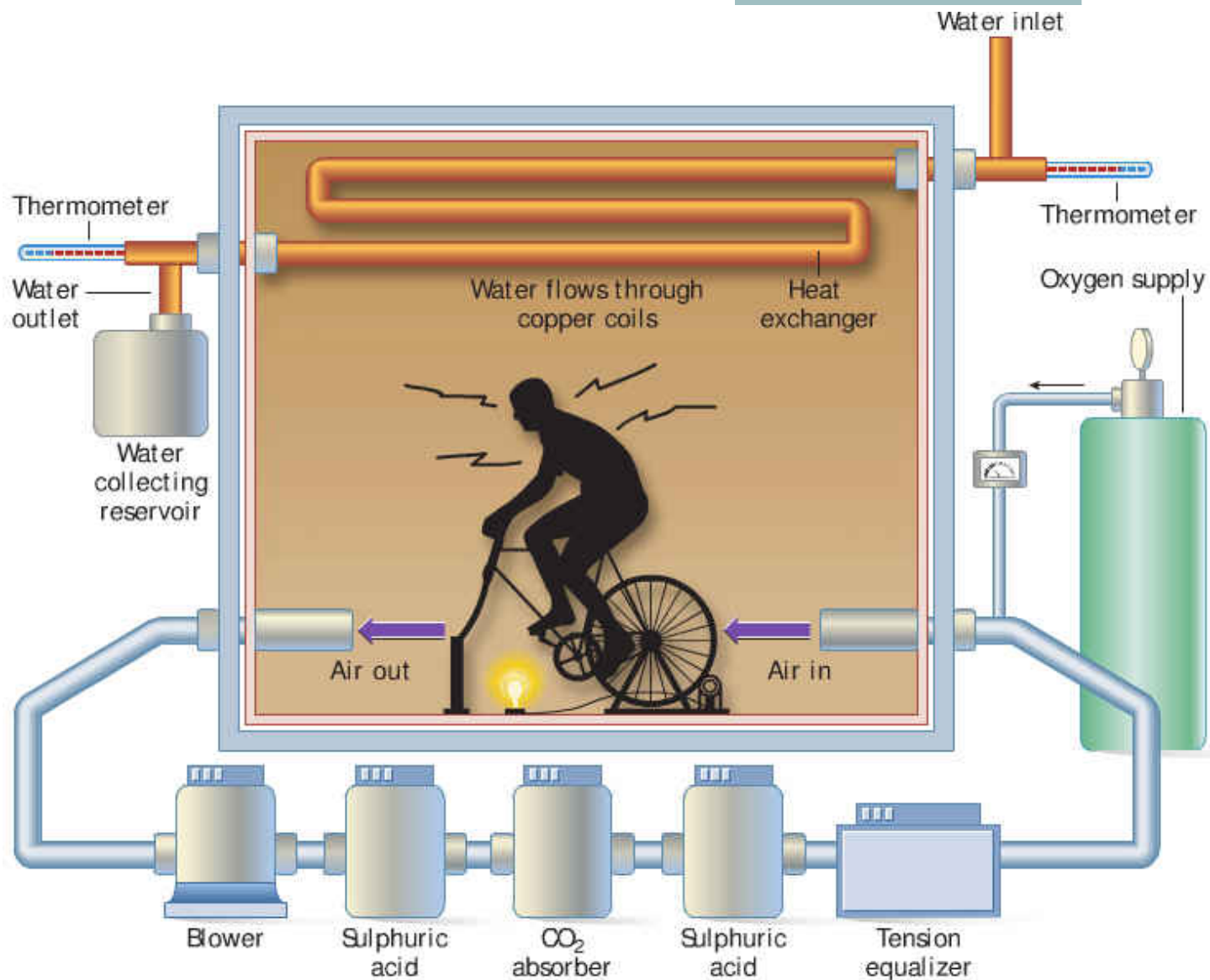
# CÁMARA COLORIMÉTRICA (BOMBA CALORÍMETRA)

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed



**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.





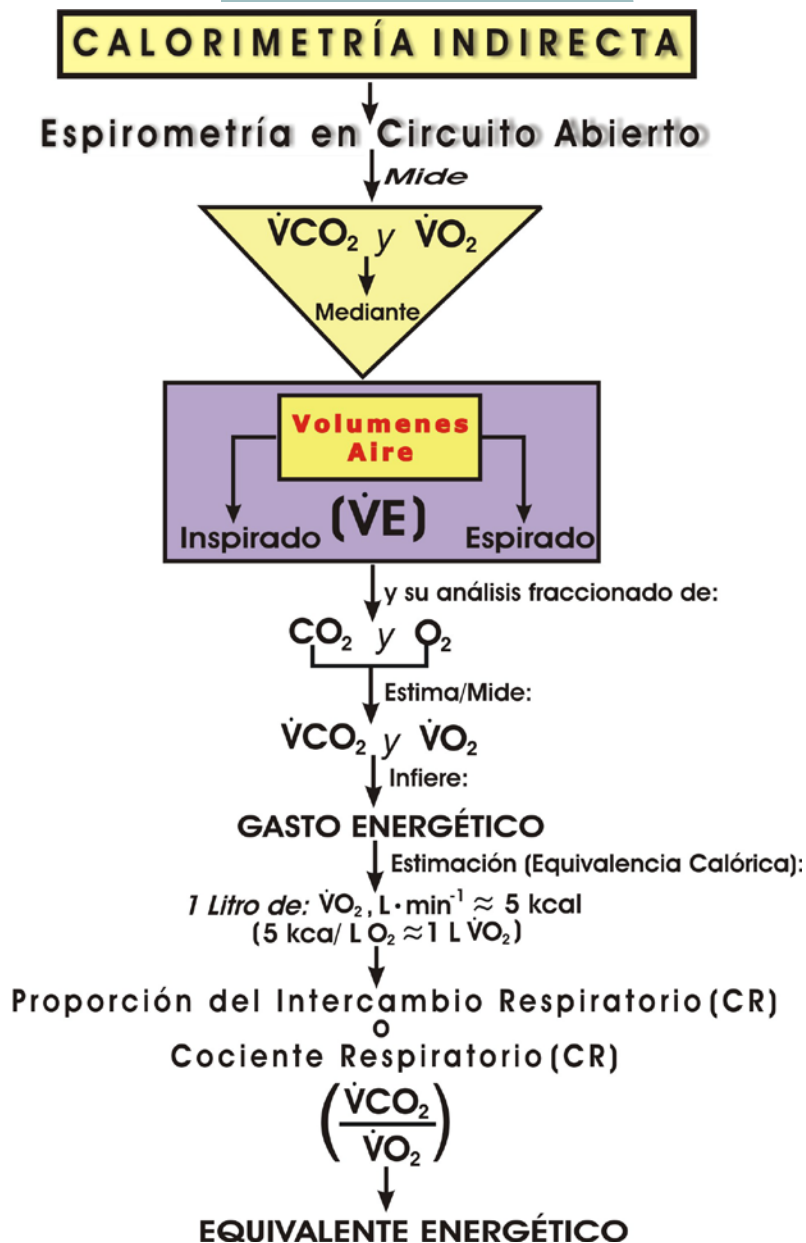
**NOTA.** Reproducido de: *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. 7ma. ed.; (p. 180), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2010, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2010 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business

*\* 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.**

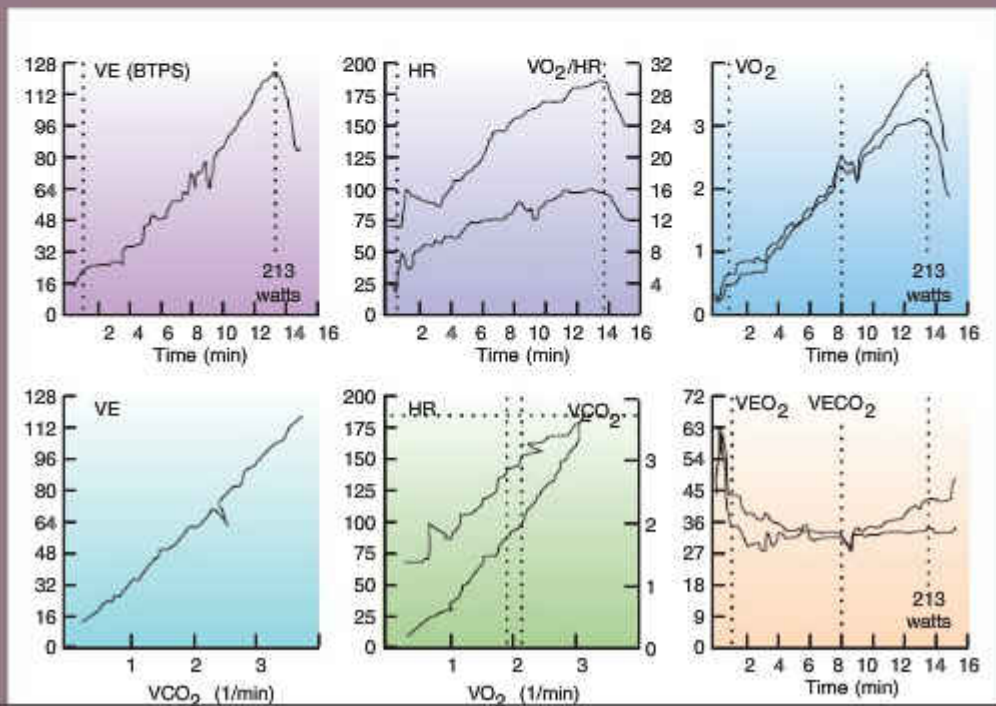
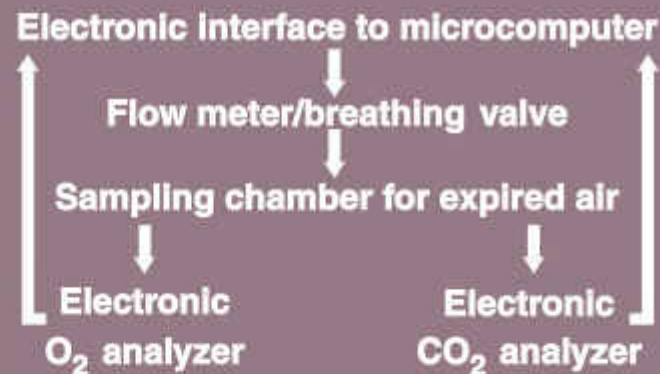


**NOTA.** Adaptado de: *Sports and Exercise Nutrition*. 7th. ed.; (pp. 191-196), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2010, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2010 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business;  
*Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. 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.

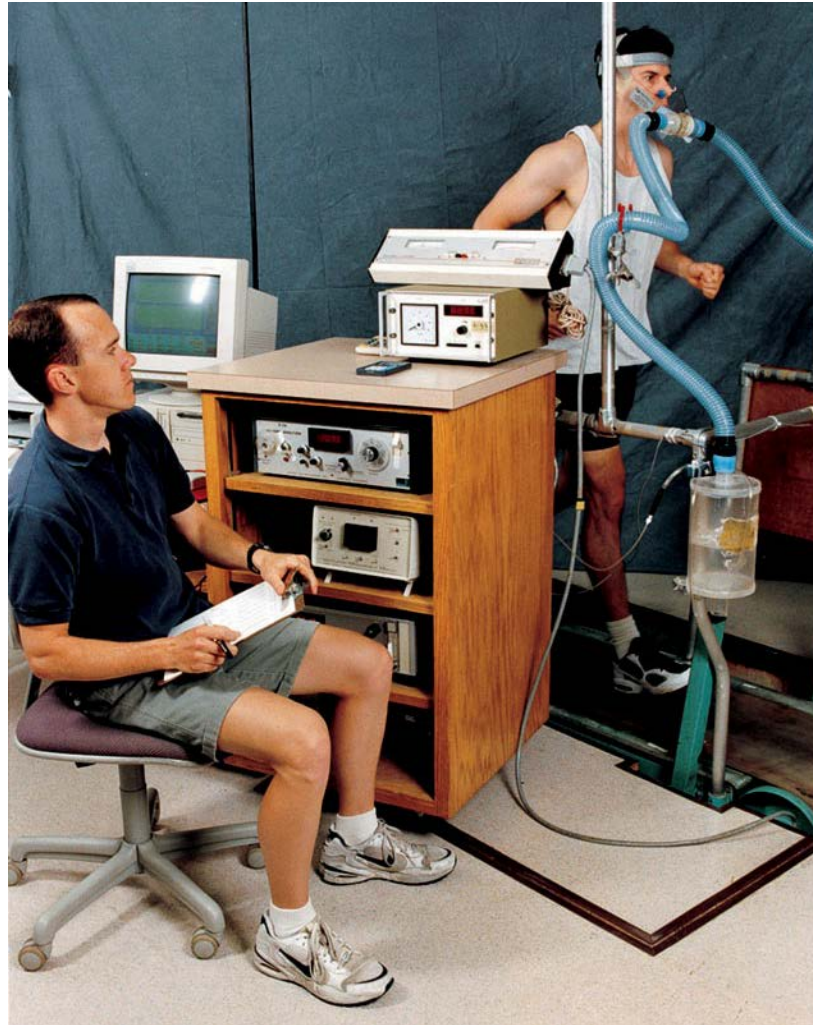




**NOTA.** Reproducido de de:  
*Sports and Exercise Nutrition*. 5ta.. ed.; (p. 194), por W. D. McArdle, F. I. Katch, & V. I. Katch, 2013, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. Copyright 2013 por Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.

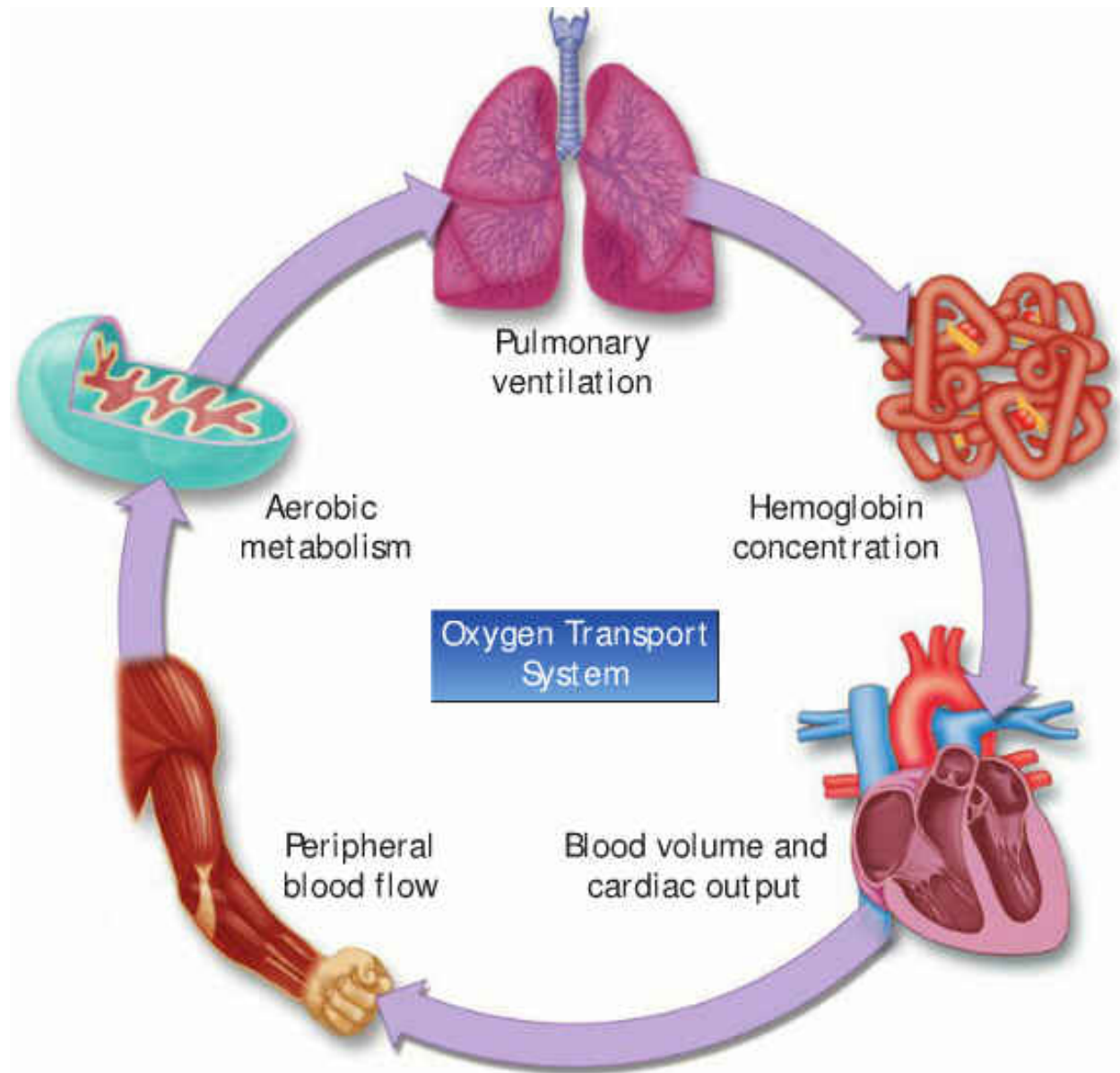


# MEDICIÓN DEL INTERCAMBIO RESPIRATORIO DE GASES



**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 Wolter 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

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

RELATIVA

A la Masa Corporal

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

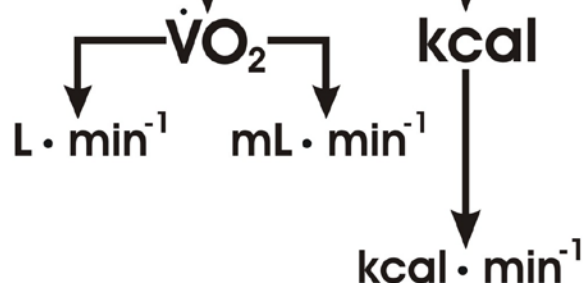


# GASTO CALÓRICO

Formas de

## Expresión

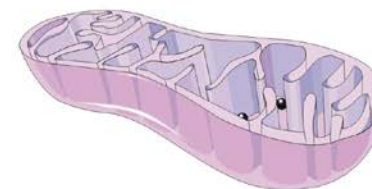
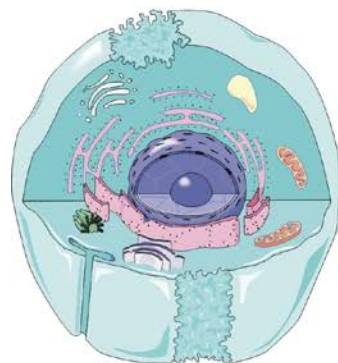
### Medidas ABSOLUTAS



### 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.



↓ 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.

## \* *ESPIROMETRÍA EN CIRCUITO ABIERTO* \*

$\dot{V}\text{CO}_2$ —volumen de  $\text{CO}_2$  producido por minuto (L/min).

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

$$\dot{V}CO_2 = (\dot{V}_E \times F_{ECO_2}) - (\dot{V}_I \times F_{ICO_2})$$

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.

**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.

Diagram illustrating the Fick principle for measuring pulmonary blood flow. The diagram shows two scenarios of gas exchange in the lungs, represented by vertical cylinders (inspired air) and smaller cylinders (expired air).

**Left Scenario (Normal):**

- Inspired air cylinder: 21%  $O_2$
- Expired air cylinder: 16%  $O_2$
- Flow rate:  $\dot{V}_I = 100 \text{ L/min}$
- Flow rate:  $\dot{V}_E = 100 \text{ L/min}$

**Right Scenario (Hypoxic):**

- Inspired air cylinder: 21%  $O_2$
- Expired air cylinder: 16%  $O_2$
- Flow rate:  $\dot{V}_I = 100 \text{ L/min}$
- Flow rate:  $\dot{V}_E = 100 \text{ L/min}$

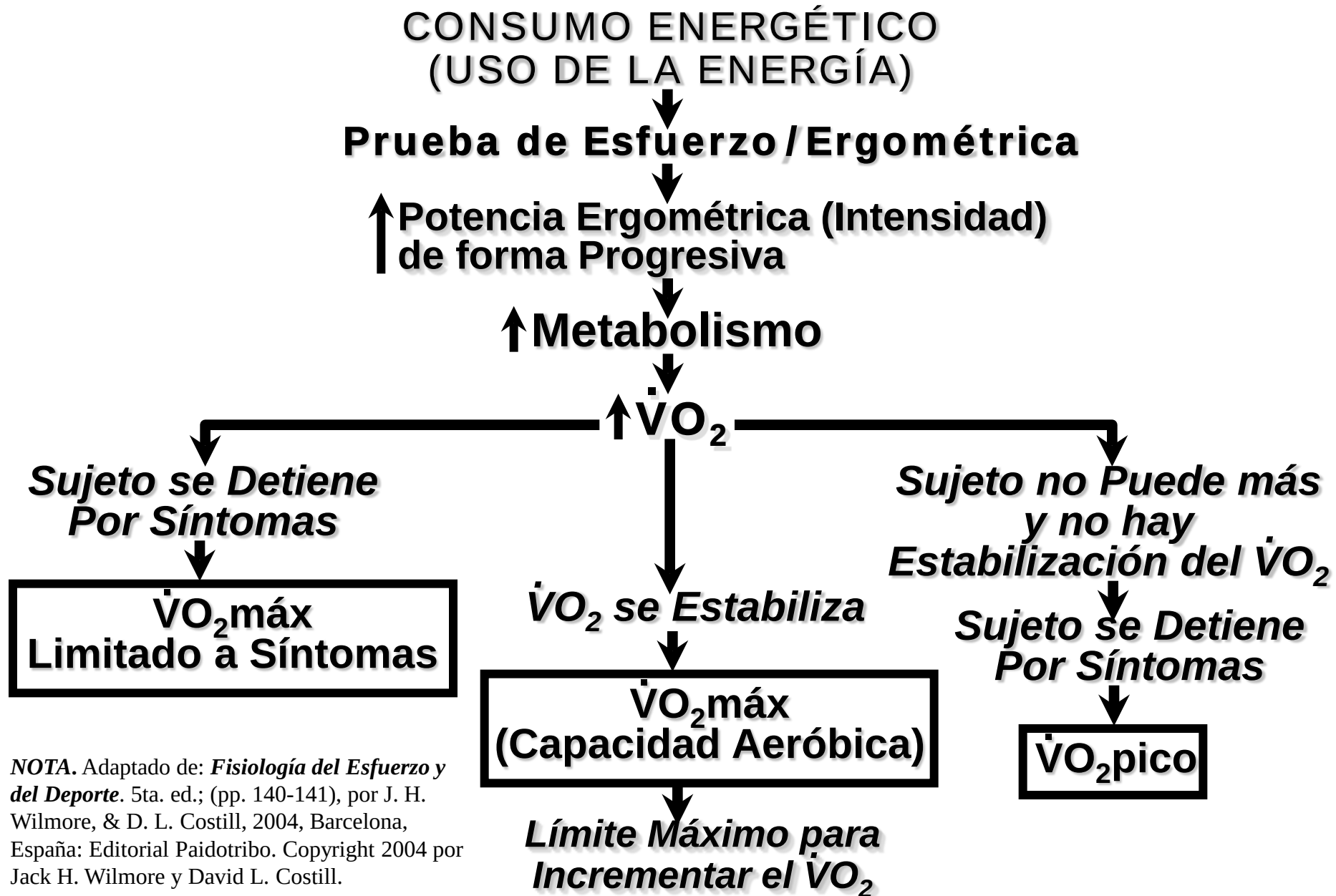
$$\begin{aligned}\dot{V}O_2 &= \dot{V}_I \times F_{I}O_2 - \dot{V}_E \times F_{E}O_2 \\ \dot{V}O_2 &= 100 \text{ L/min} \times 0.21 - 100 \text{ L/min} \times 0.16 \\ \dot{V}O_2 &= 21 \text{ L/min} - 16 \text{ L/min} = 5 \text{ L/min}\end{aligned}$$

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed





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



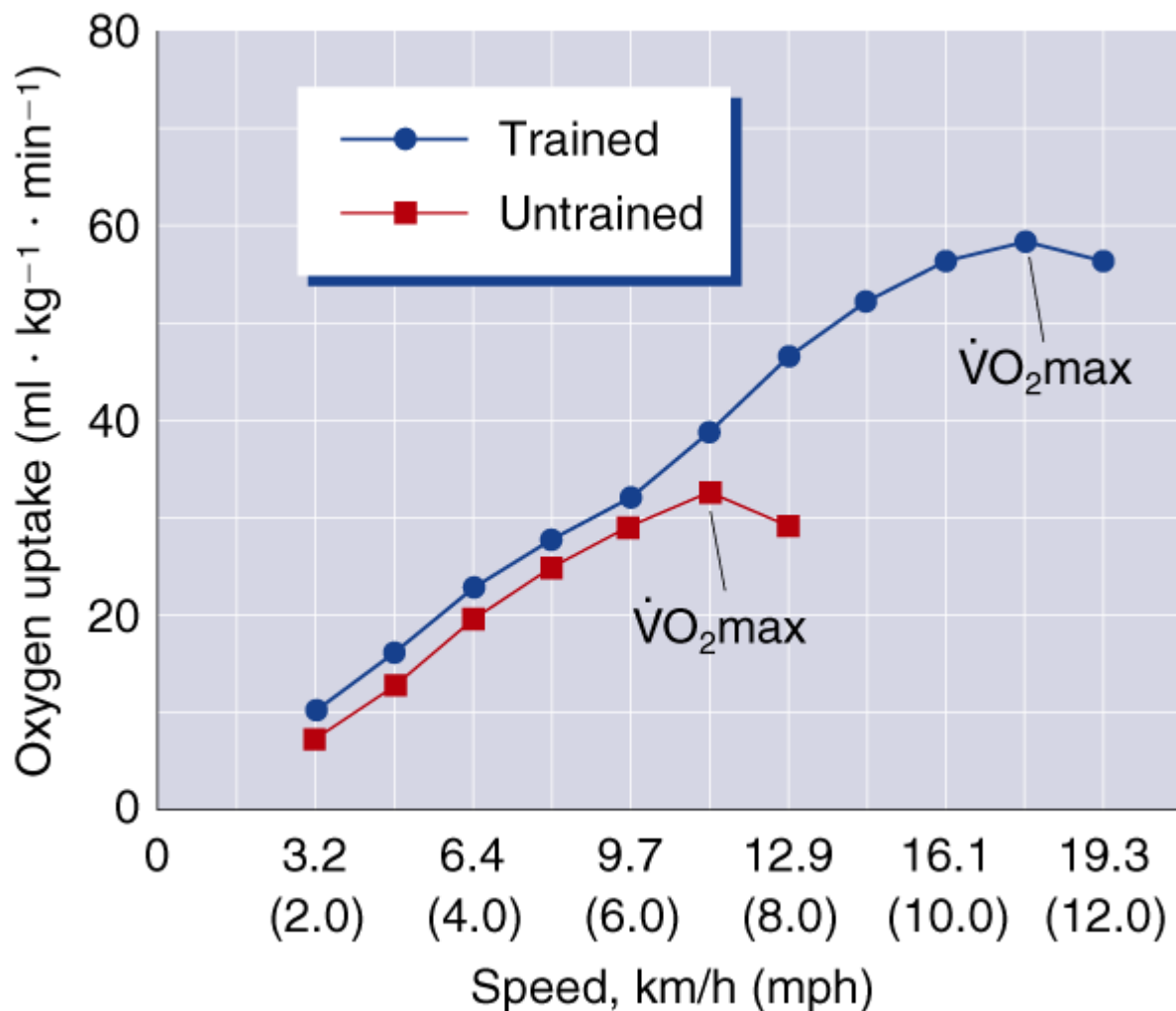
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 140-141), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

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



**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: $\dot{V}O_2m\acute{a}x$



**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<sub>2</sub>  
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):

Militiltros 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.

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed



# 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)**



# Calorímetro

Medición del Volumen de

$CO_2$  (Producido)

$O_2$  (Utilizado)

# Intercambio Respiratorio de Gases

**RELACIÓN (R) O PROPORCIÓN**  
**(R =  $V_{CO_2}$  liberado /  $VO_2$  Consumido)**

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed



↓                      ↓

**sas**    **Prote**

↓



Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed





**Tipo de Sustrato Oxidado**  
*(En Fibras Musculares)*

***(En Fibras Musculares)***



# Grasas

## MEZCLA/DIETA MIXTA

### Combinación de

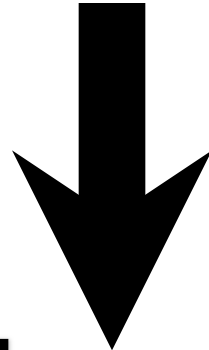
# Grasas

# Proteínas

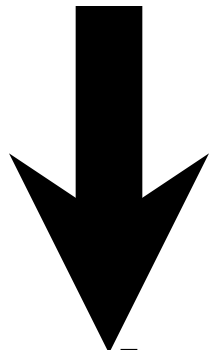
Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed



**Cantidad de O<sub>2</sub> Usado  
Durante el Metabolismo (R)**



**Determina**



**Tipo de Nutriente Oxidado**





## CALORIMETRÍA INDIRECTA

**Valor Calórico**  
(Kcal/ L O<sub>2</sub>)



**CHO**  
**(%)**

**Grasas**  
(%)

## Proteínas (%)

0

0

0

100

## Dieta Mixta

## Alcohol

## Inanición (Ayuno)



## PROPORCIÓN DE INTERCAMBIO RESPIRATORIO (RER)

| RER  | % Carbohydrate | % Triglyceride | kcal-LO <sub>2</sub> <sup>-1</sup> |
|------|----------------|----------------|------------------------------------|
| 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 DEDICADO DE LOS HIDRATOS DE CARBONO Y GRASAS

| RER  | Energía               | % kcal              |        |
|------|-----------------------|---------------------|--------|
|      | kcal/L O <sub>2</sub> | 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.



## A large, solid black arrow pointing downwards, centered on the page. The arrow has a wide base and tapers to a point at the bottom.

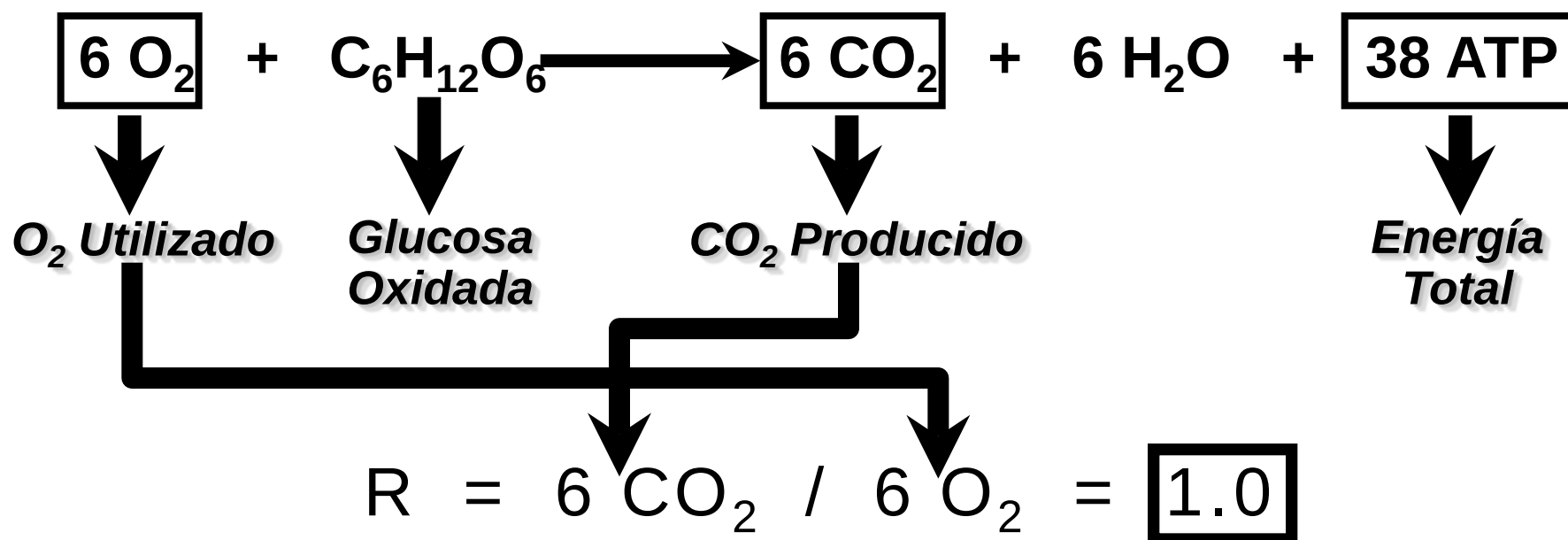
**NOTA.** Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. 131-132), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



La Cantidad de O<sub>2</sub> Necesario para  
Oxidar Completamente  
una Molecula de CHO o Grasas

Proporcional a

La Cantidad de Carbono (C) Existente en  
Tales Sustratos



**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.

# CHO



**Proporciona  
menos Energía**



**Necesita menos O<sub>2</sub>  
para ser  
Oxidado**

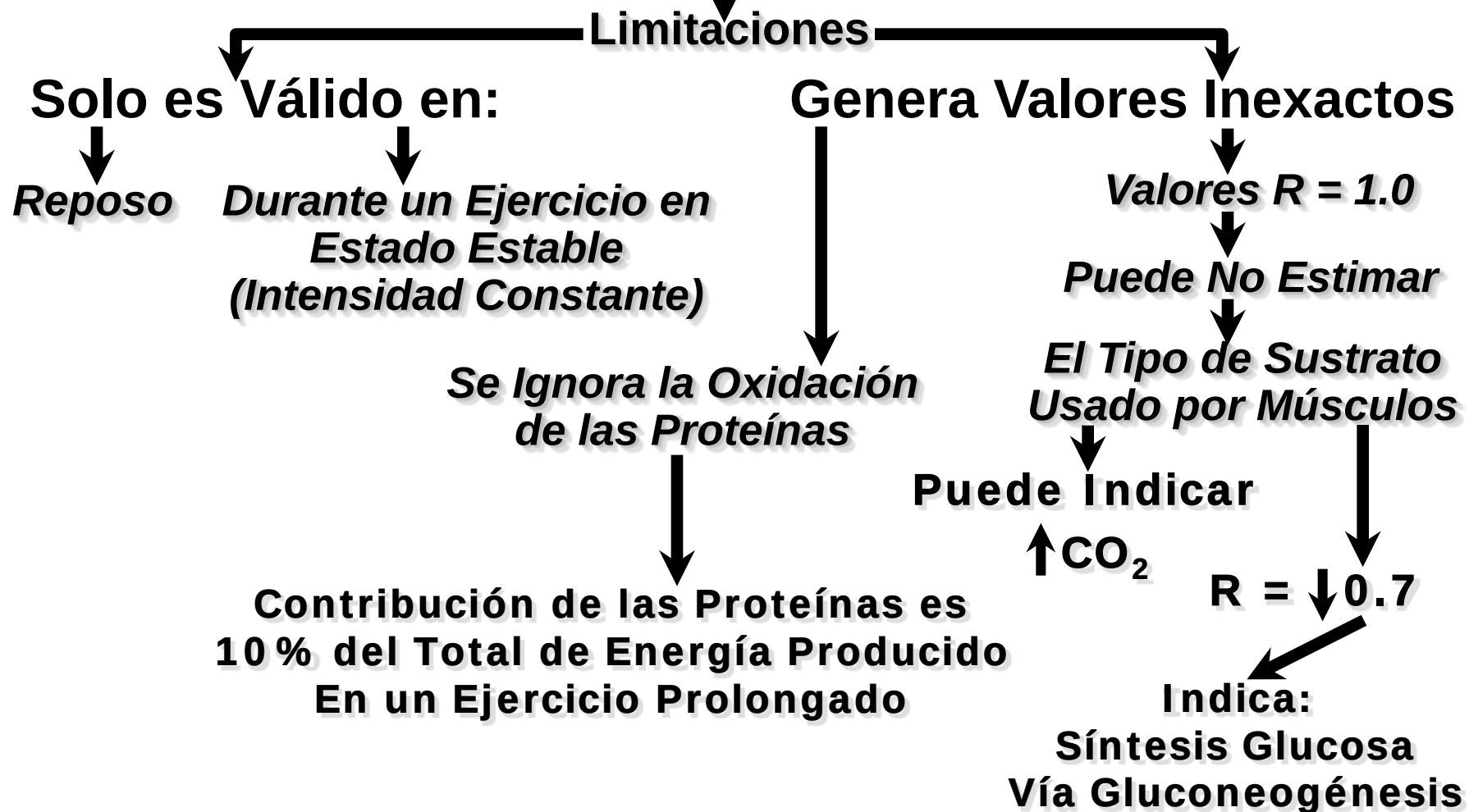


**↑ Valor de R**

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed

## CALORIMETRÍA INDIRECTA

### Proporción del Intercambio Respiratorio (R)



**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.



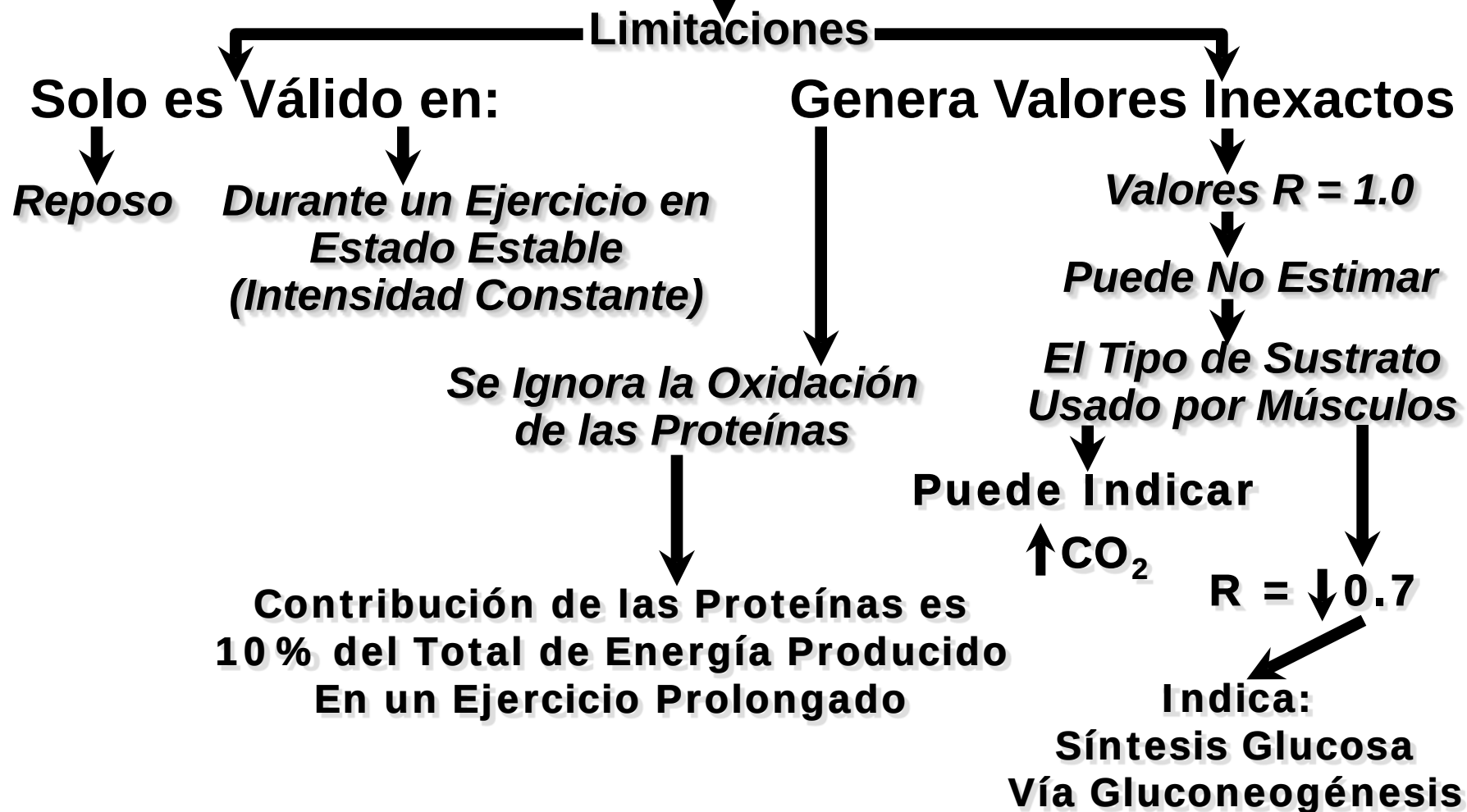
# O<sub>2</sub>

# Volumen

## ▶ Por Minuto

## CALORIMETRÍA INDIRECTA

### Proporción del Intercambio Respiratorio (R)



**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.



*\* 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?**

# ISÓTOPOS MARCADORES

## MEDICIONES: Isótopos Marcadores

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

**$^2\text{H}_2^{18}\text{O}$  es ingerida y se monitorea la tasa en la cual  $^2\text{H}$  y  $^{18}\text{O}$  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.**

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed



# CALORIMETRÍA INDIRECTA

## Isótopos Marcadores

**Radioactivos  
(Radioisótopos)**

**Ejemplo**

**Carbono -14 ( $^{14}\text{C}$ )**

**No Radioactivos  
(Isótopos Estables)**

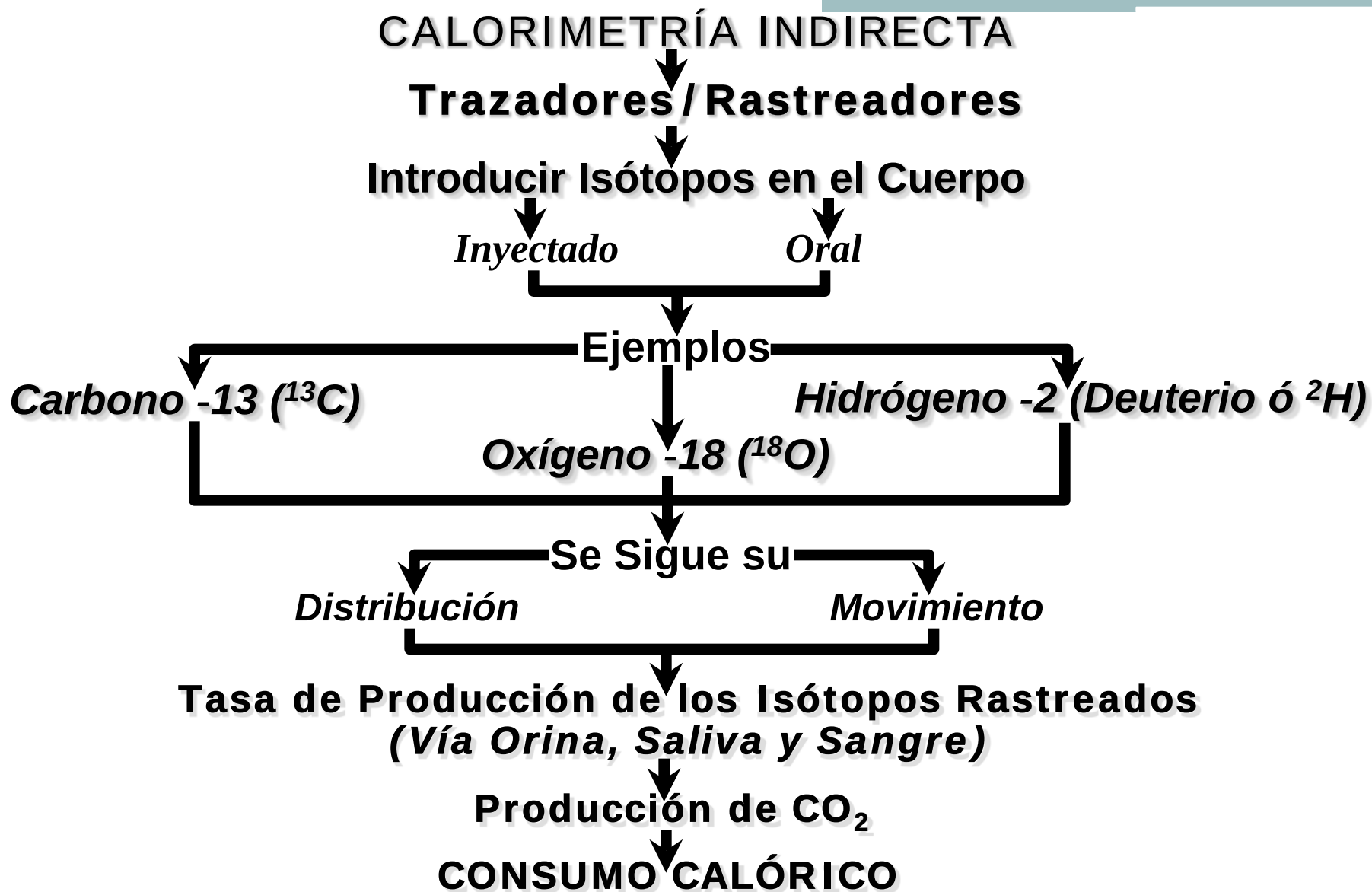
**Ejemplo**

**Carbono -12 ( $^{12}\text{C}$ )**

***Función***

**Rastrear  $\text{CO}_2$  Metabólico  
(Estimar Tasa Metabólica / Gasto Energético)**

**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.; (p. 134), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



```

graph TD
    A[CALORIMETRÍA INDIRECTA] --> B[Isótopos Marcadores]
    B --> C[PROCEDIMIENTO:]
    C --> D[Ingestión de Agua con Dos (2)]
    D --> E[Isótopos con Marcadores Radioactivos Dobles]
    E --> F["(2H2, 18O)"]
    F --> G[Deuterio (2H)]
    F --> H[Oxígeno-18 (18O)]
    G --> I[Difunde en Líquidos Corporales (Agua)]
    H --> J[Difunde en Agua]
    H --> K[Difunde en Glucógeno]
    I --> L[Muestreo de Orina, Saliva y Sangre (Ritmo de Producción)]
    J --> L
    K --> L
    L --> M[Determina]
    M --> N[Velocidad que los Isótopos Abandonan el Cuerpo]
    N --> O[Se Estima]
    O --> P[·VCO2 Producido]
    P --> Q[Convertido en (Ecuaciones Calorímetras)]
    Q --> R[ENERGÍA UTILIZADA]

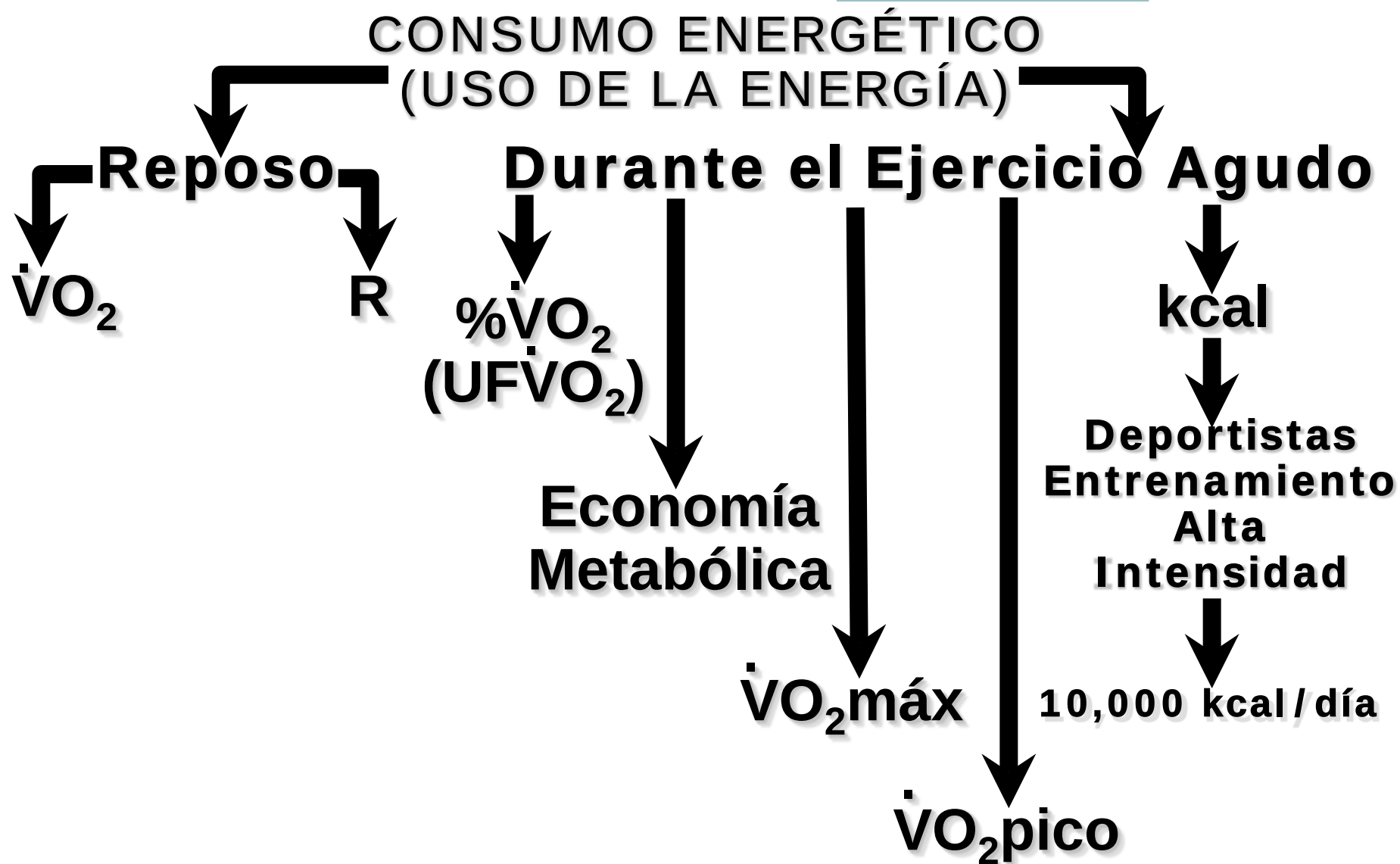
```

**Basado en el t3pico de calorimetr3a indirecta (is3topos marcadores), escriban dos preguntas con sus respectivas respuestas:**

**1.**

## 2.





**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 nutritivas que se encuentran en los alimentos de consumo diario?**





ología d  
right 20



2,40

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed



# Position

Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed



Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed



# TASA METABÓLICA BASAL (TMB)

## EXPRESIÓN (UNIDAD DE MEDIDA)

kilocalorías por  
kilogramo de  
Masa Corporal Activa  
por Minuto

$\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$   
( $\text{kcal} \cdot \text{MCA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )

kilocalorías por  
metro cuadrado de  
Área de Superficie Corporal  
por hora

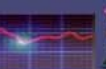
$\text{kcal} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$

(la más común)

kilocalorías por día

$\text{kcal} \cdot \text{día}^{-1}$

**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.

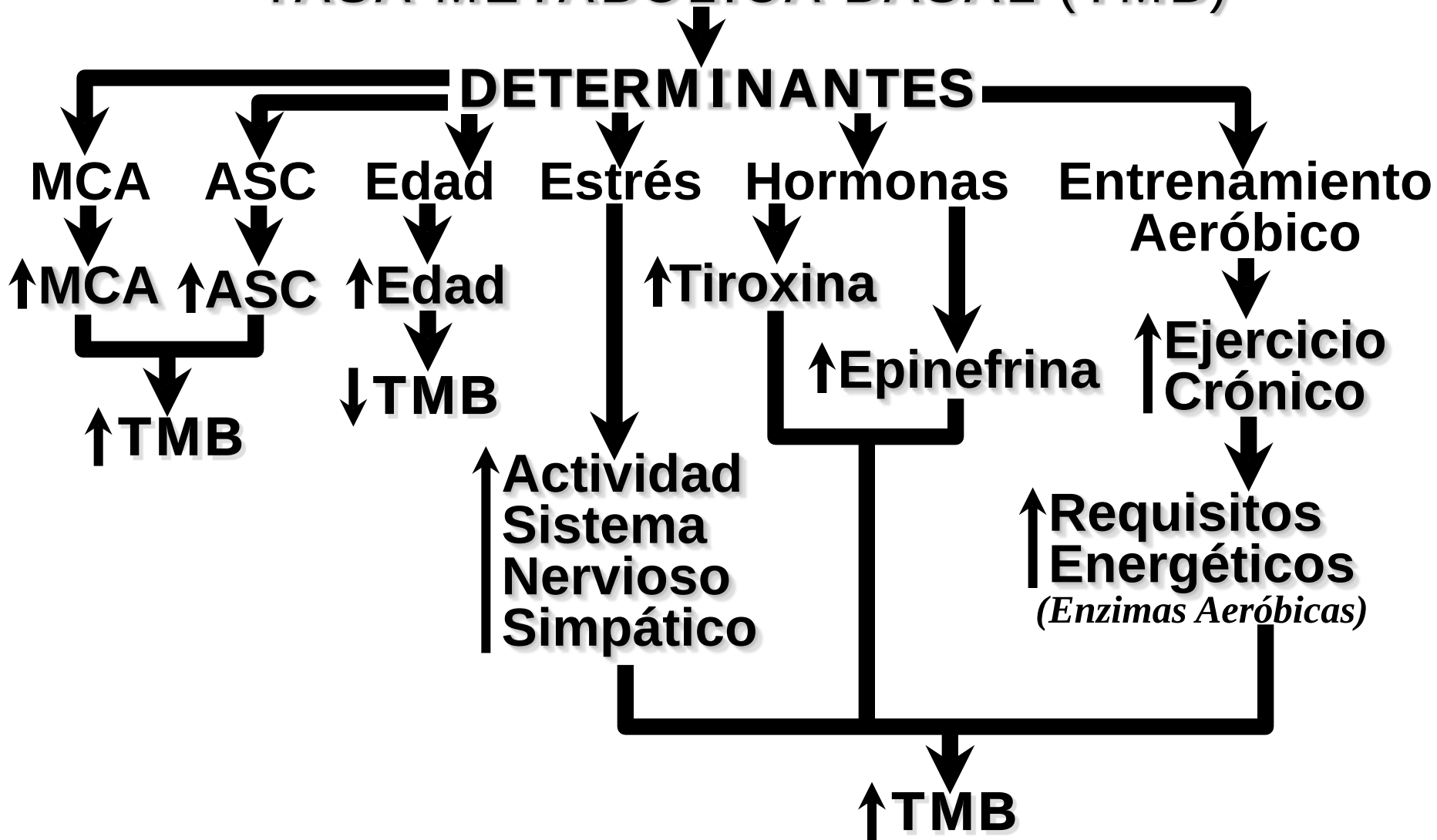


## FACTORES QUE AFECTAN LA TMB/TMR

- 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.

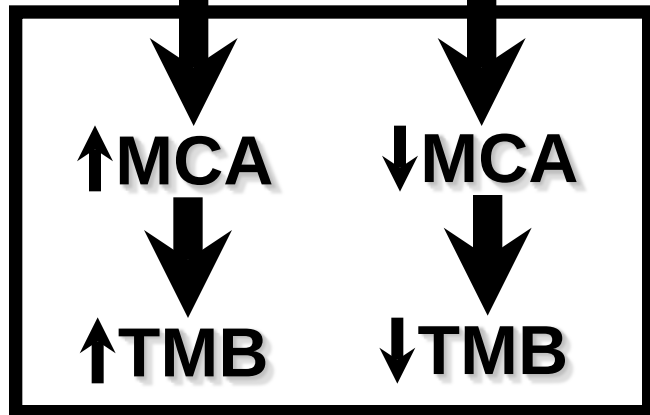
# TASA METABÓLICA BASAL (TMB)



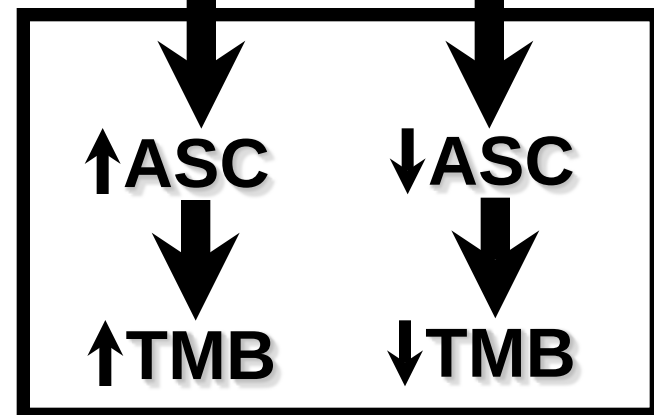
**NOTA.** Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



**(MCA)**



**(ASC)**



Copyright © 2016 Edgar Lopategui Corsino | Saludmed





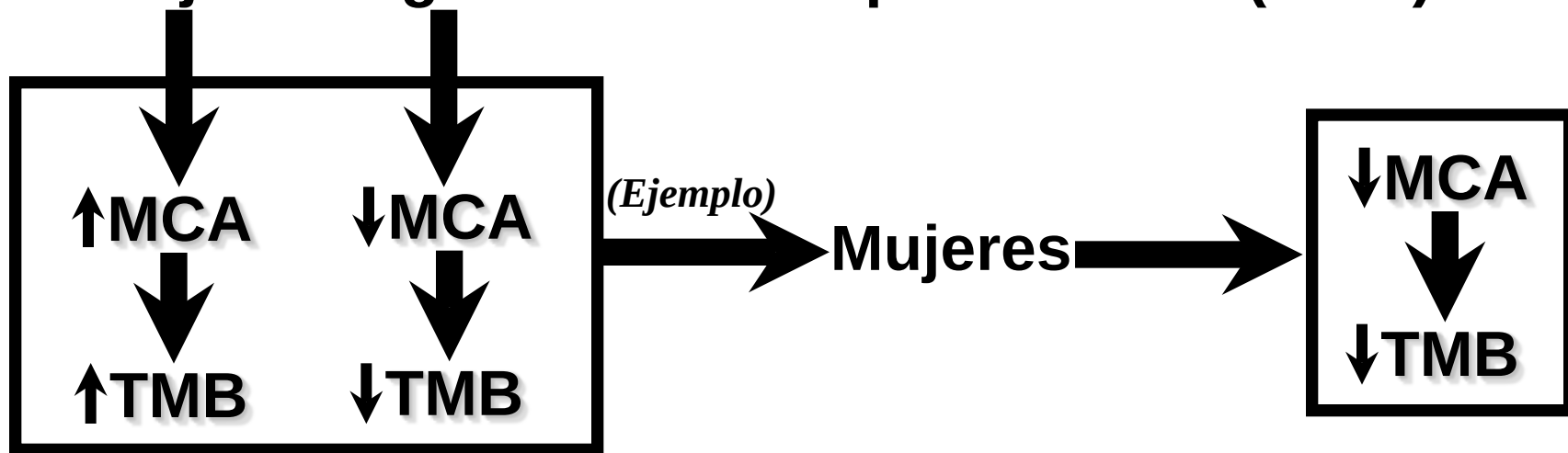
# TASA METABÓLICA BASAL (TMB)



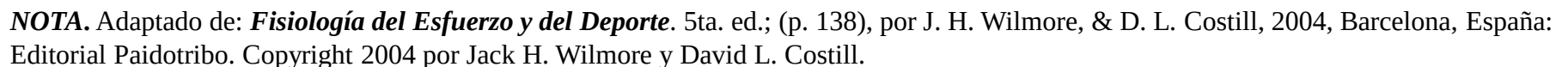
**DETERMINANTE**  
**(Relación Directamente Proporcional)**  
*(Positiva o Lineal)*



**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: AVALÚO

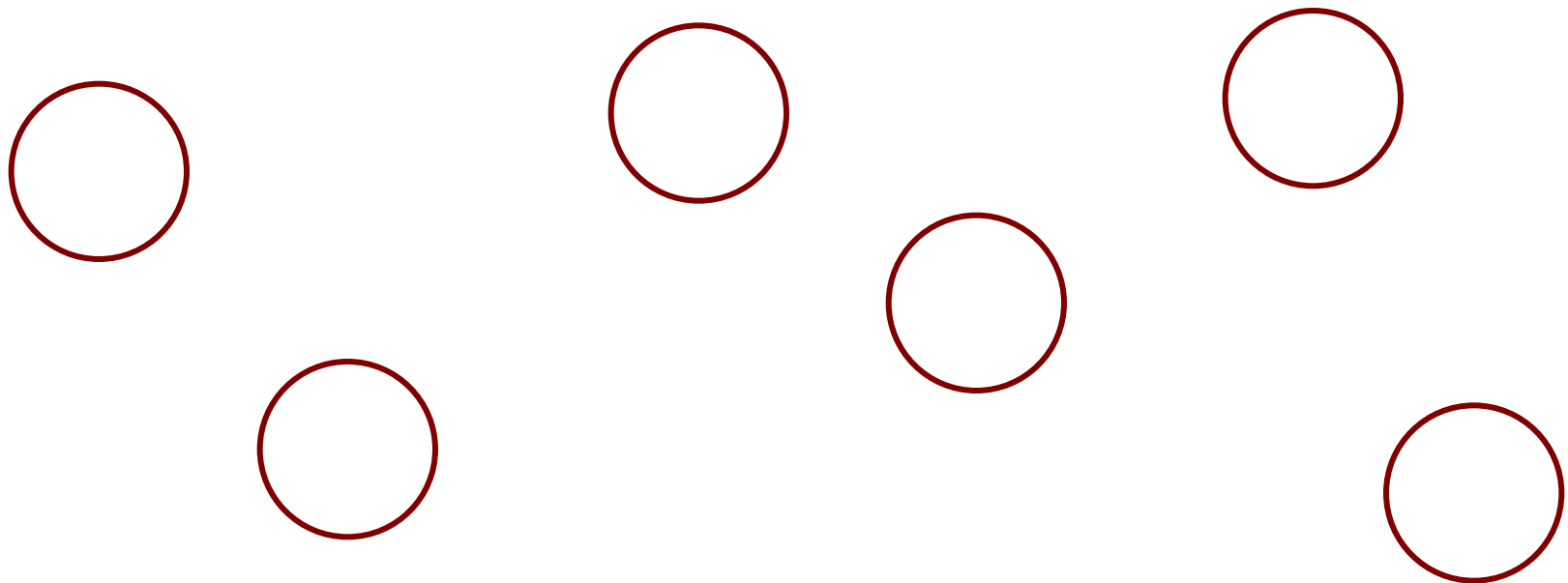
*\* Ensayo Breve (One-Minute Paper)\**

- # 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.**



*\* 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...**



**Completa todas las columnas de esta tabla:**

| DIAGRAMA "KWL" (CDA) |                                  |                      |
|----------------------|----------------------------------|----------------------|
| Conozco<br>"Know"    | Deseo aprender<br>"Want to know" | Aprendí<br>"Learned" |
|                      |                                  |                      |

:41.49

2693

GRACIAS

AA2





¿PREGUNTAS?