

RESPUESTAS DEL SISTEMA ENDOCRINO DURANTE UN EJERCICIO AGUDO

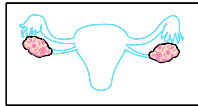
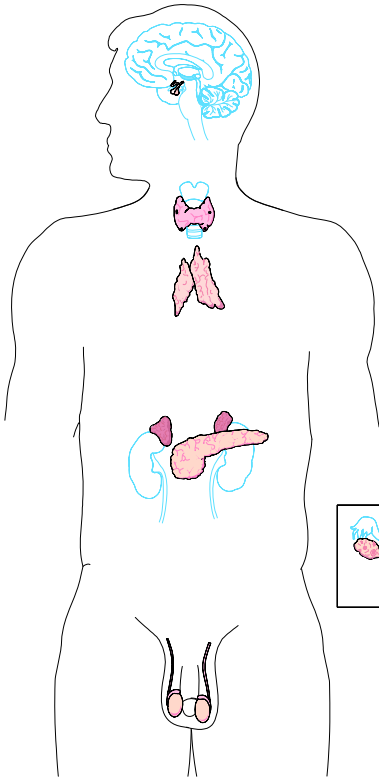
Prof. Edgar Lopategui Corsino
M.A., Fisiología del Ejercicio



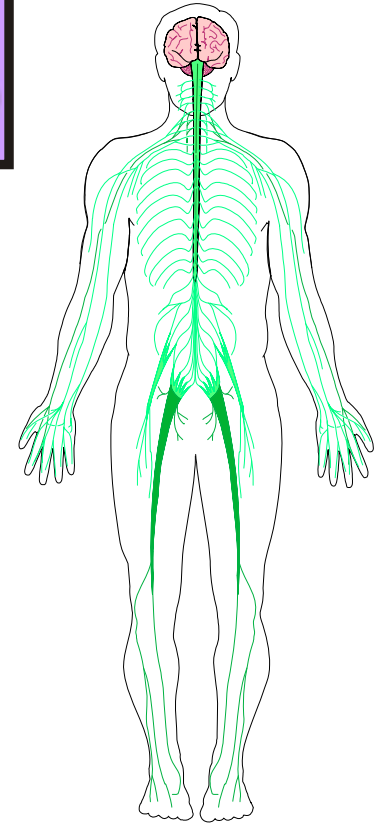
Saludmed 2016, por [Edgar Lopategui Corsino](#), se encuentra bajo una licencia "[Creative Commons](#)", de tipo: [Reconocimiento-NoComercial-Sin Obras Derivadas 3.0. Licencia de Puerto Rico](#). Basado en las páginas publicadas para el sitio Web: www.saludmed.com.

SISTEMAS:

Endocrino y Nervioso

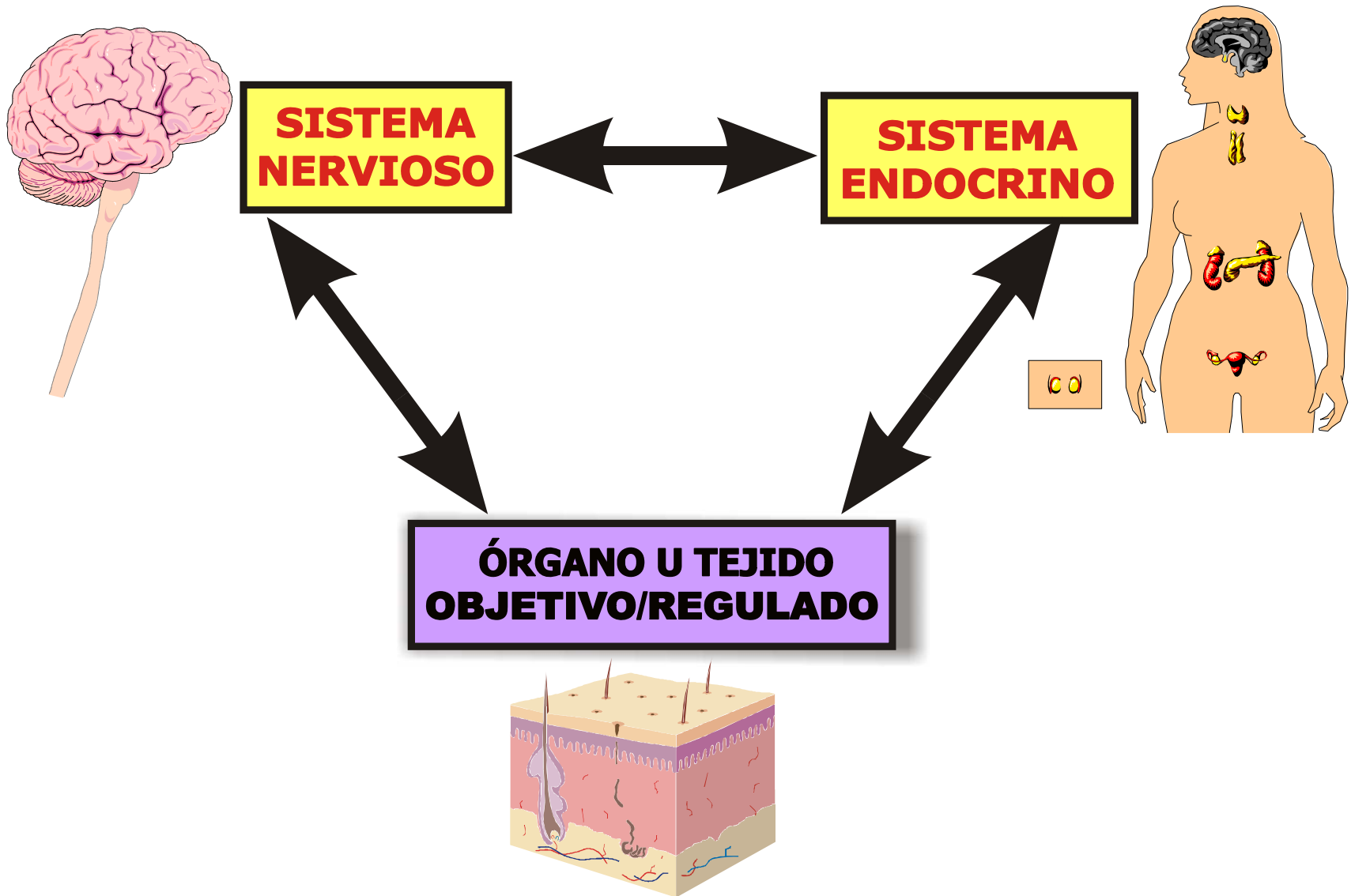


**TRABAJAN
Coordinadamente**
para:



**Iniciar y Controlar
el Movimiento
y todos los
PROCESOS FISIOLÓGICOS QUE INTERVIENEN**

SISTEMA DE CONTROL INTEGRADO



SISTEMA ENDOCRINO

Incluye:

**Tejidos o Glándulas
(Glándulas Endocrinas)**

Segregan:

**HORMONAS
(Mensajeros Químicos)**

Directamente a la:

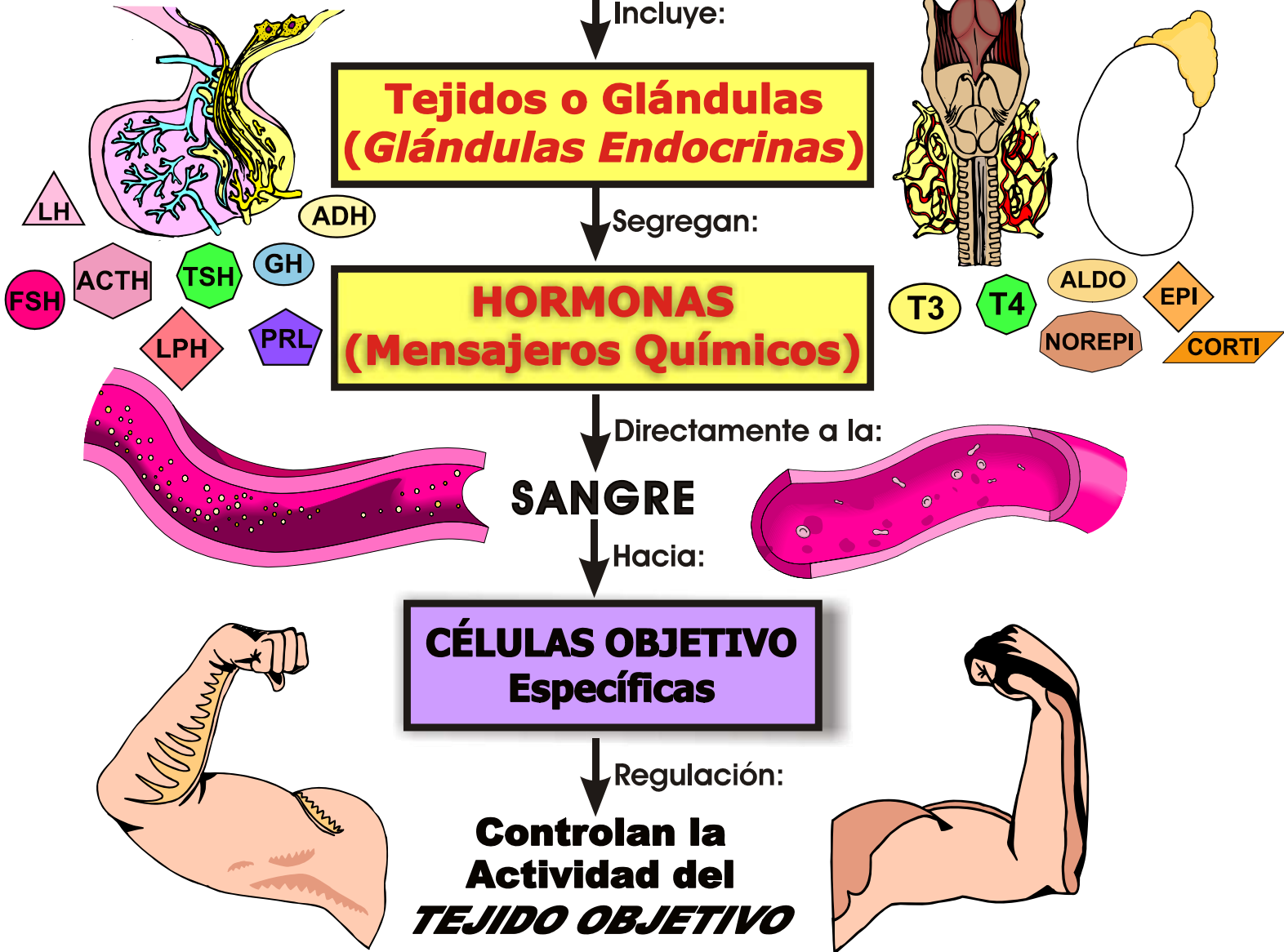
SANGRE

Hacia:

**CÉLULAS OBJETIVO
Específicas**

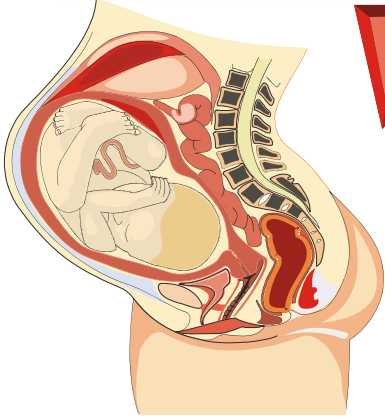
Regulación:

**Controlan la
Actividad del
TEJIDO OBJETIVO**

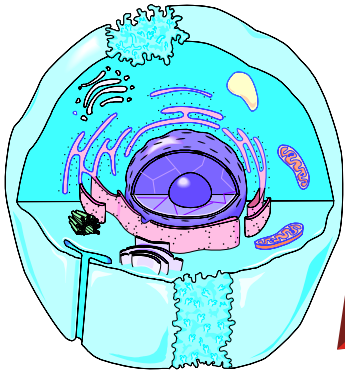


HORMONAS

Reproducción

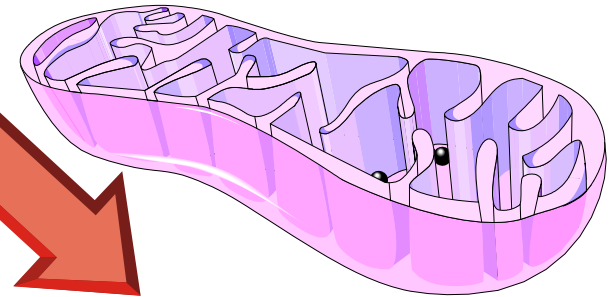


Crecimiento y Desarrollo



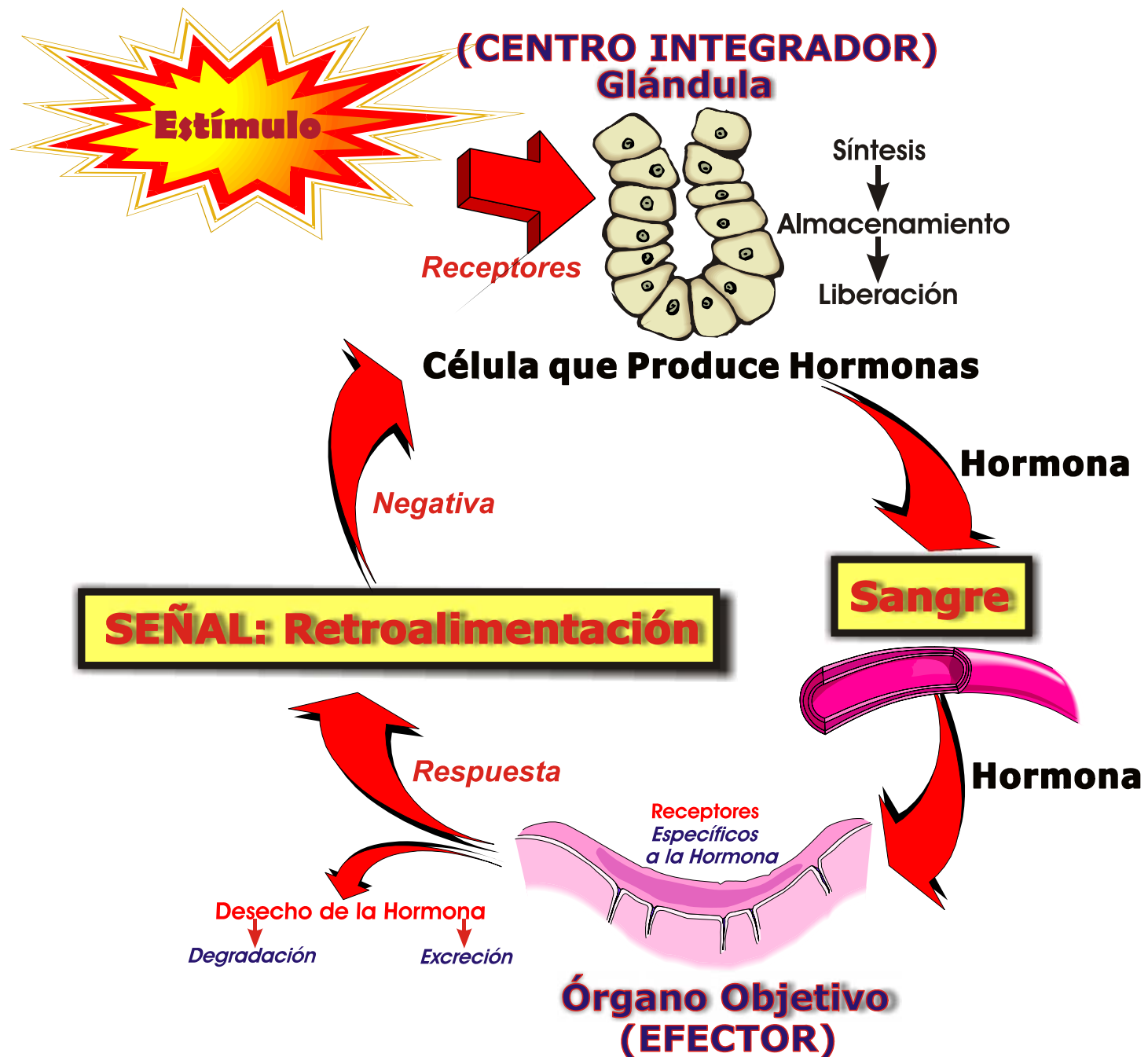
Mantenimiento del Medio Interno

Producción, Utilización y Almacenamiento de Energía



GLÁNDULAS/CÉLULAS ENDOCRINAS ESPECIALIZADAS





FUNCIONES *ENDOCRINAS* Y *EXOCRINAS*

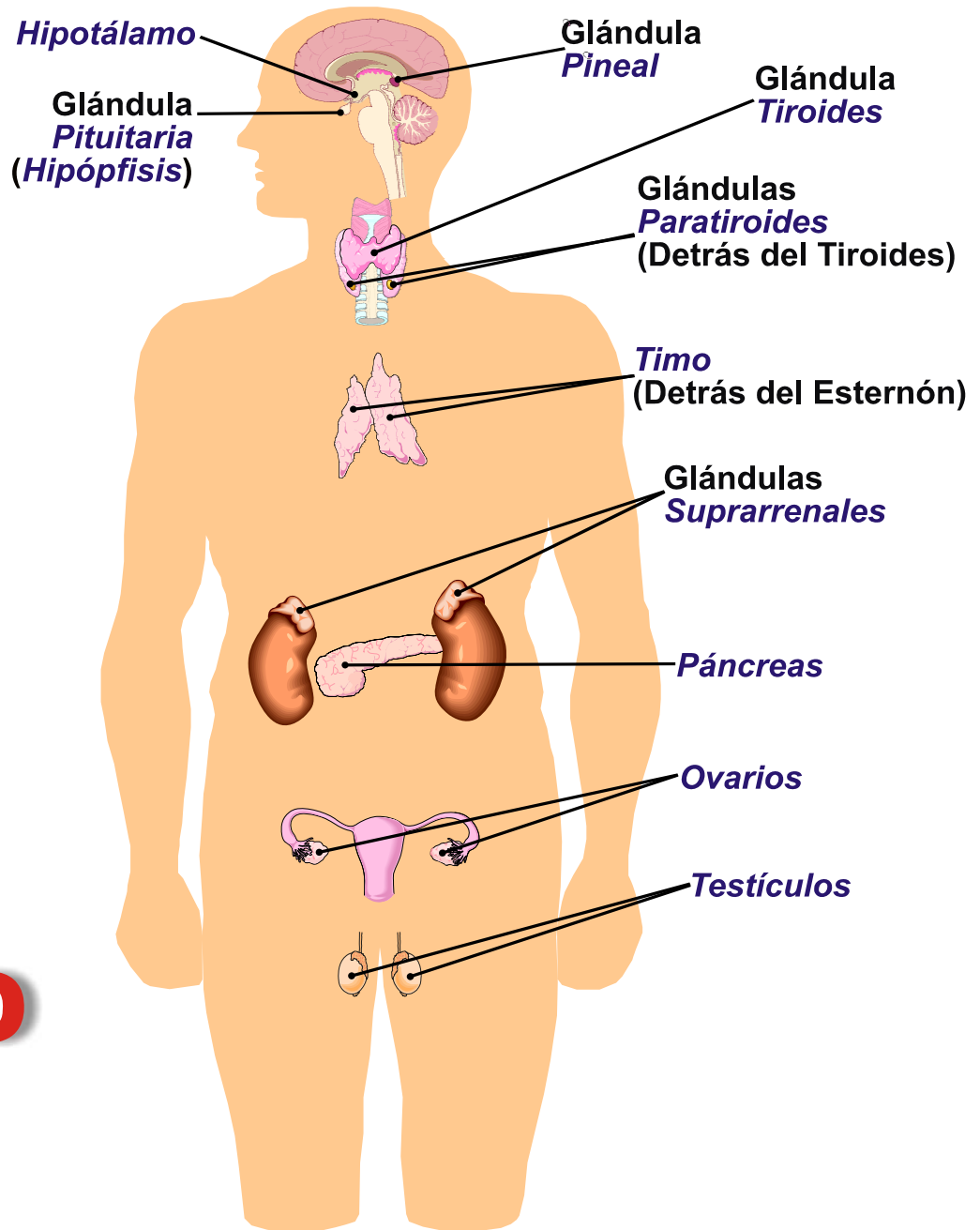
- ♦ El sistema endocrino se compone de glándulas *endocrinas*:

Glándulas sin conductos que secretan hormonas directo al torrente sanguíneo

- ♦ Las glándulas *exocrinas* secretan sus productos dentro de conductos (Ej: glándulas sudoríparas)
- ♦ El páncreas posee ambas funciones: *exocrina*—enzimas digestivas; *endocrina*—insulina y glucagón

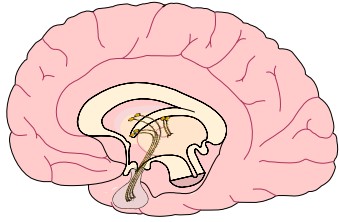
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. ?), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

ÓRGANOS DEL SISTEMA ENDOCRINO

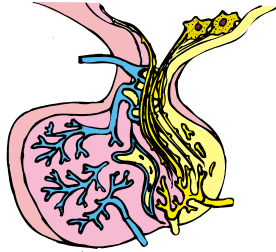


GLÁNDULAS ENDOCRINAS

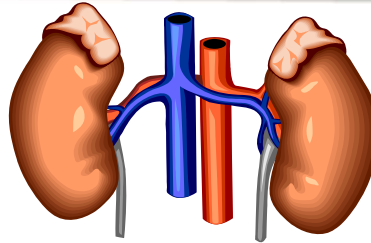
Hipotálamo



**Pituitaria
(Hipófisis)**



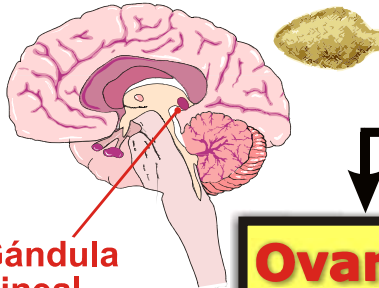
Suprarrenales



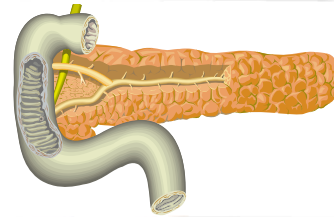
Tiroides



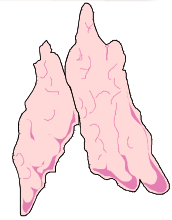
Pineal



Páncreas



Timo

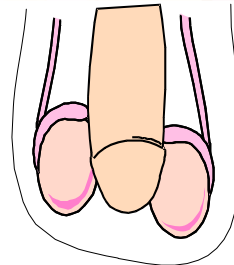


Gónadas

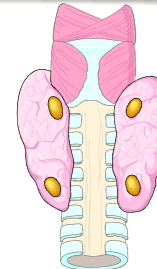
Ovarios



Testículos



Paratiroides

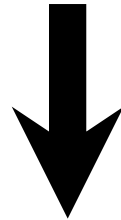


SISTEMA ENDOCRINO: *ACCIONES HORMONALES*

HORMONAS



ACCIONES



(Interacción con)

Receptores Específicos

en

TEJIDO OBJETIVO

HORMONAS

- ♦ ***Mensajeros químicos*** de las glándulas endocrinas que viajan en la sangre para que hagan contacto directo con todas las células
- ♦ Los tejidos no endocrinos pueden liberar hormonas (e.g., terminaciones nerviosas)
- ♦ Las hormonas viajan en la sangre hacia sus ***órganos objetivos*** específicos
- ♦ Los ***receptores*** son específicos para las hormonas, de manera que solo la hormona correcta podrá acoplarse al receptor correcto—cada célula tiene de 2,000 a 10,000 receptores específicos

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

HORMONAS

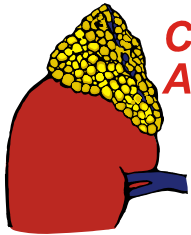
Tipos:

CLASIFICACIÓN QUÍMICA

Esteroides

Ej: *Cortisol*:

Glucocorticoides



Corteza Adrenal

Ej: *Aldosterona*:

Mineracorticoides



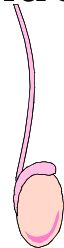
Corteza Adrenal

Gonacorticoides

Andrógenos

Ejemplo:

Testosterona



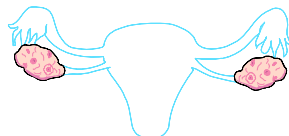
Testículos

Estrógeno



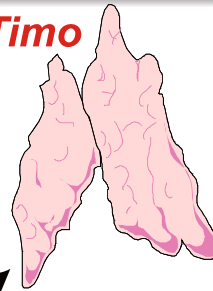
Placenta

Progesterona

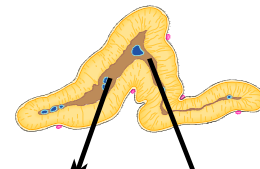


Ovarios

Timo



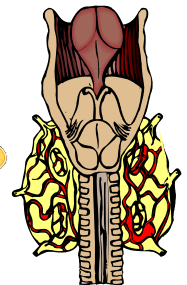
Médula Adrenal



Epinefrina

Norepinefrina

Tiroides



No Esteroides

(Subclasificación)

Ej: *Timosina*:

Proteínas/Hormonas Pépticas

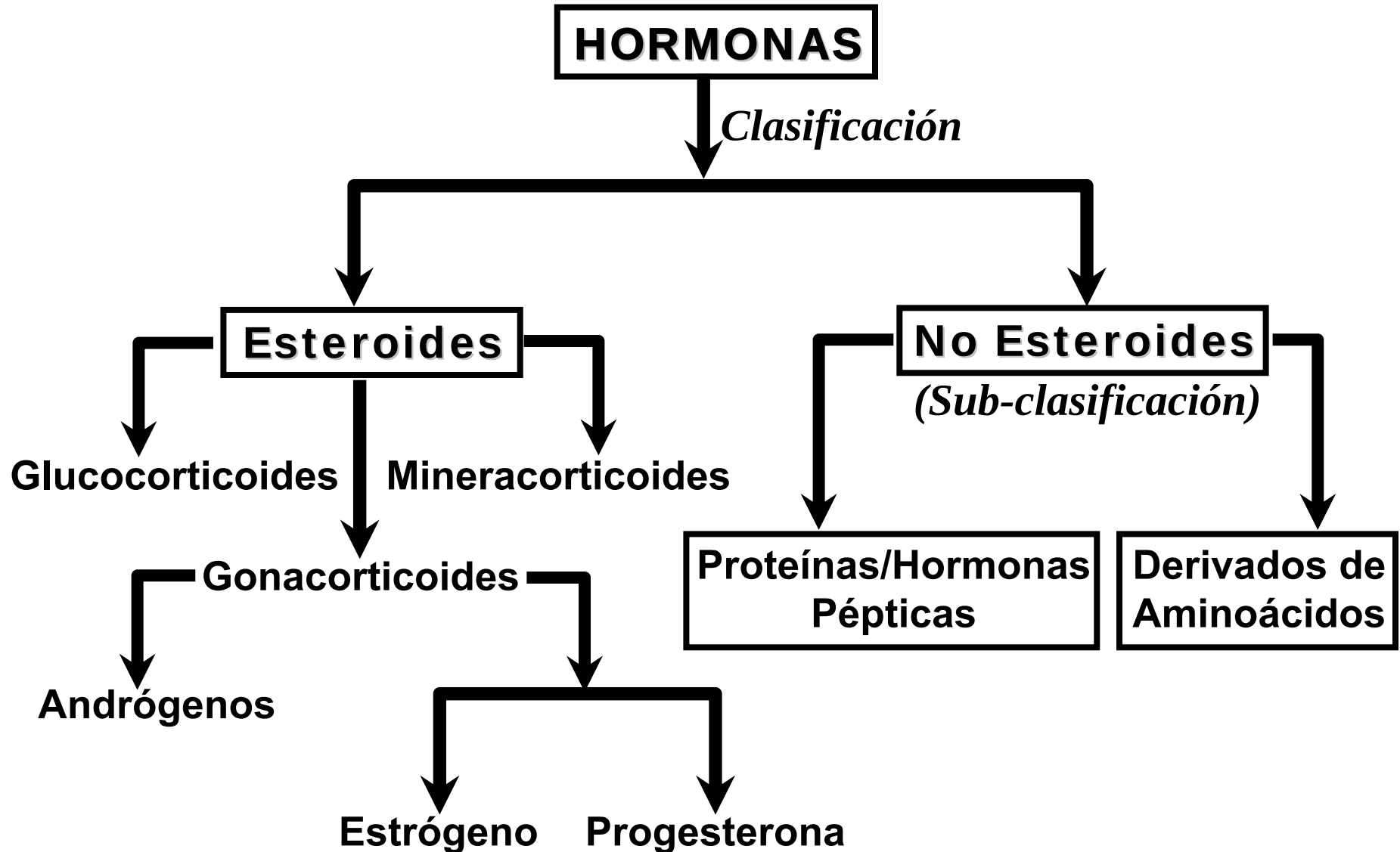
Ej: *Tiroides*:

Tiroxina:

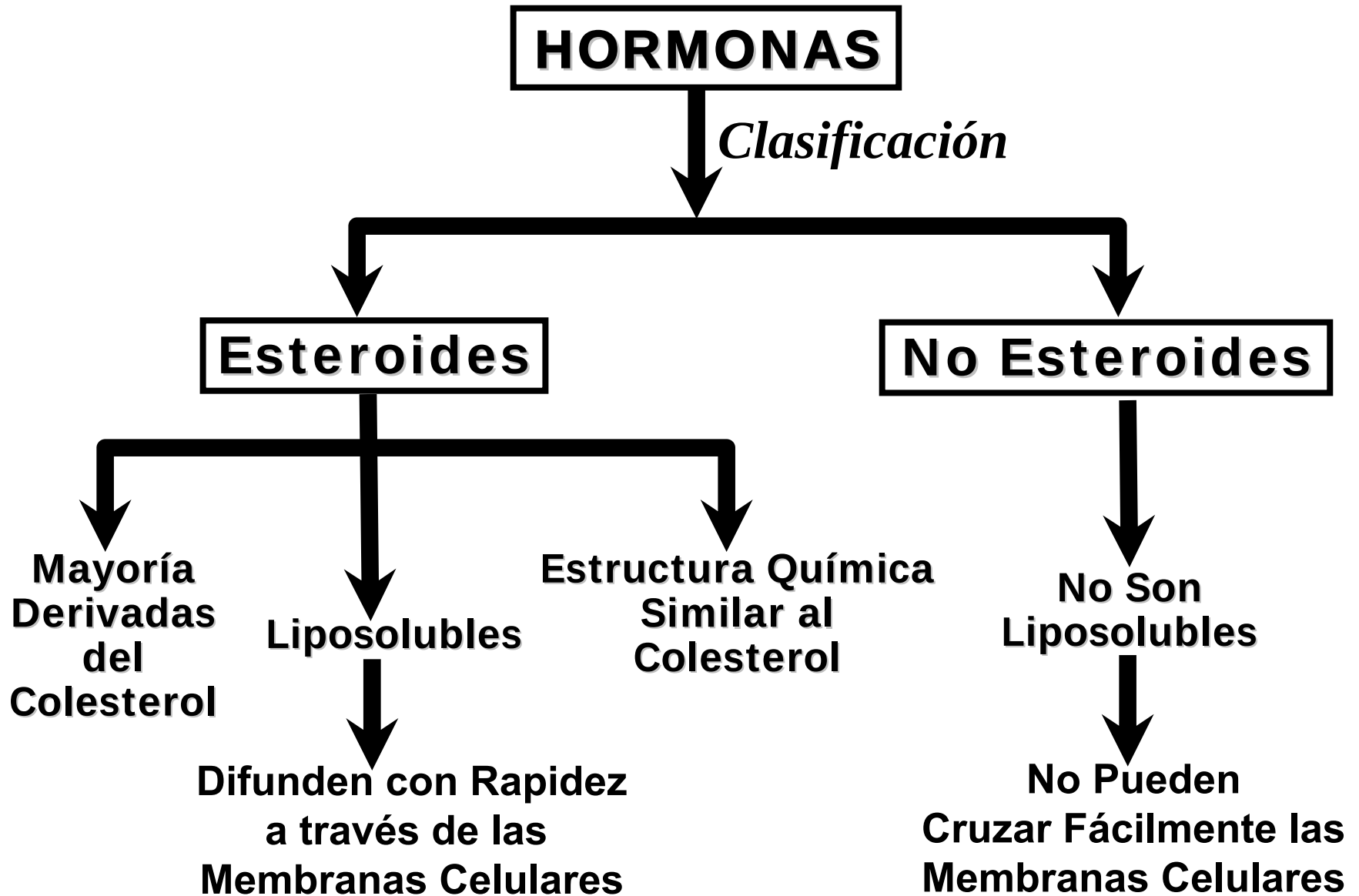
Triyodotironina:

Derivados de Aminoácidos

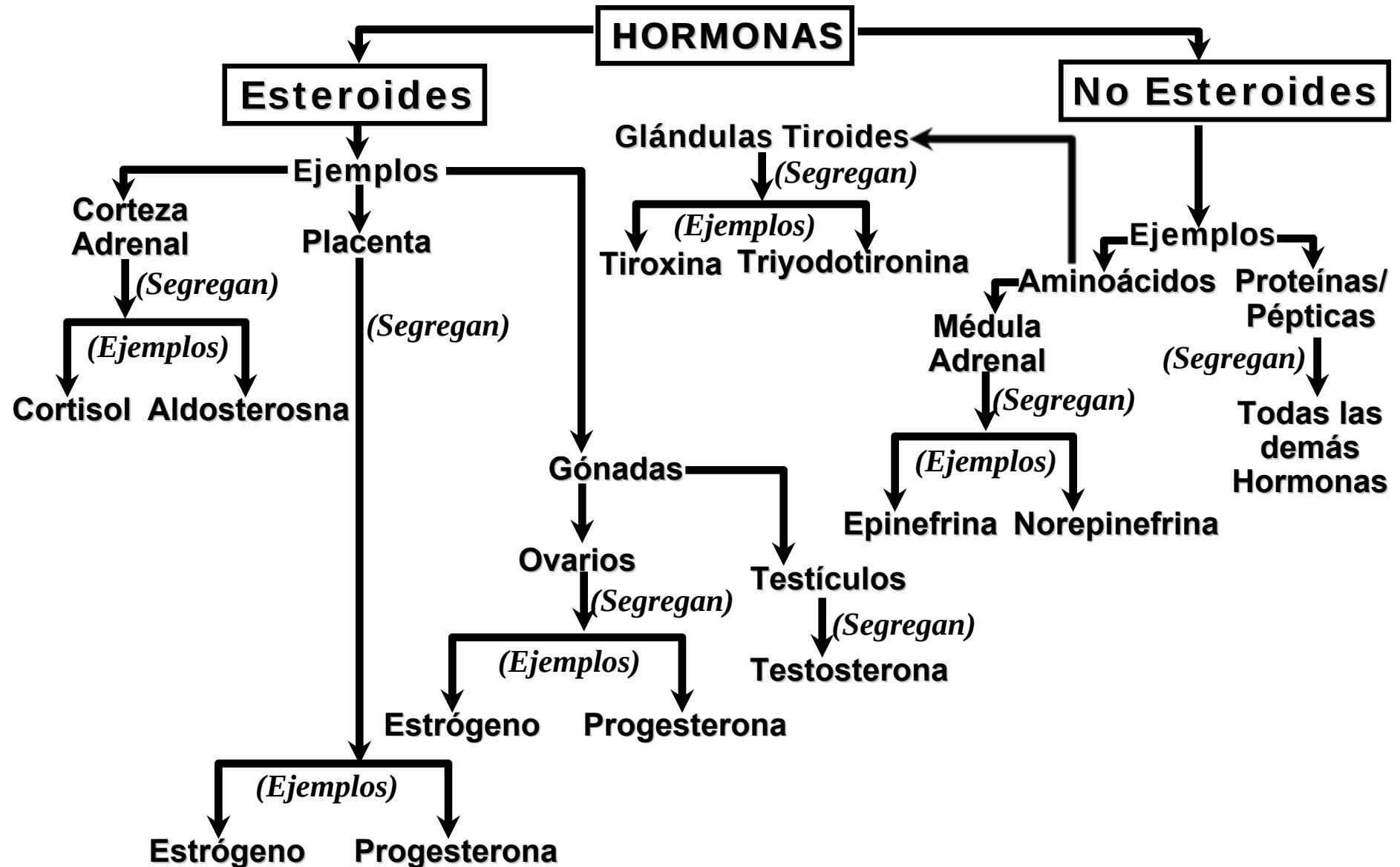
SISTEMA ENDOCRINO: *CLASIFICACIÓN QUÍMICA DE LAS HORMONAS*



SISTEMA ENDOCRINO: *CLASIFICACIÓN QUÍMICA DE LAS HORMONAS*



SISTEMA ENDOCRINO: *CLASIFICACIÓN QUÍMICA DE LAS HORMONAS*



HORMONAS ESTEROIDES

- ♦ **Liposolubles:** Solubles en los tejidos grasos
- ♦ Se difunden con facilidad a través de las membranas de las células; los receptores localizados dentro de la célula
- ♦ La estructura química se deriva, o es similar, al ***colesterol***
- ♦ Son secretadas por la ***corteza suprarrenal*** (Ej: cortisol), ovarios (Ej: estrógeno), ***testículos*** (Ej: testosterona), ***placenta*** (Ej: estrógeno)

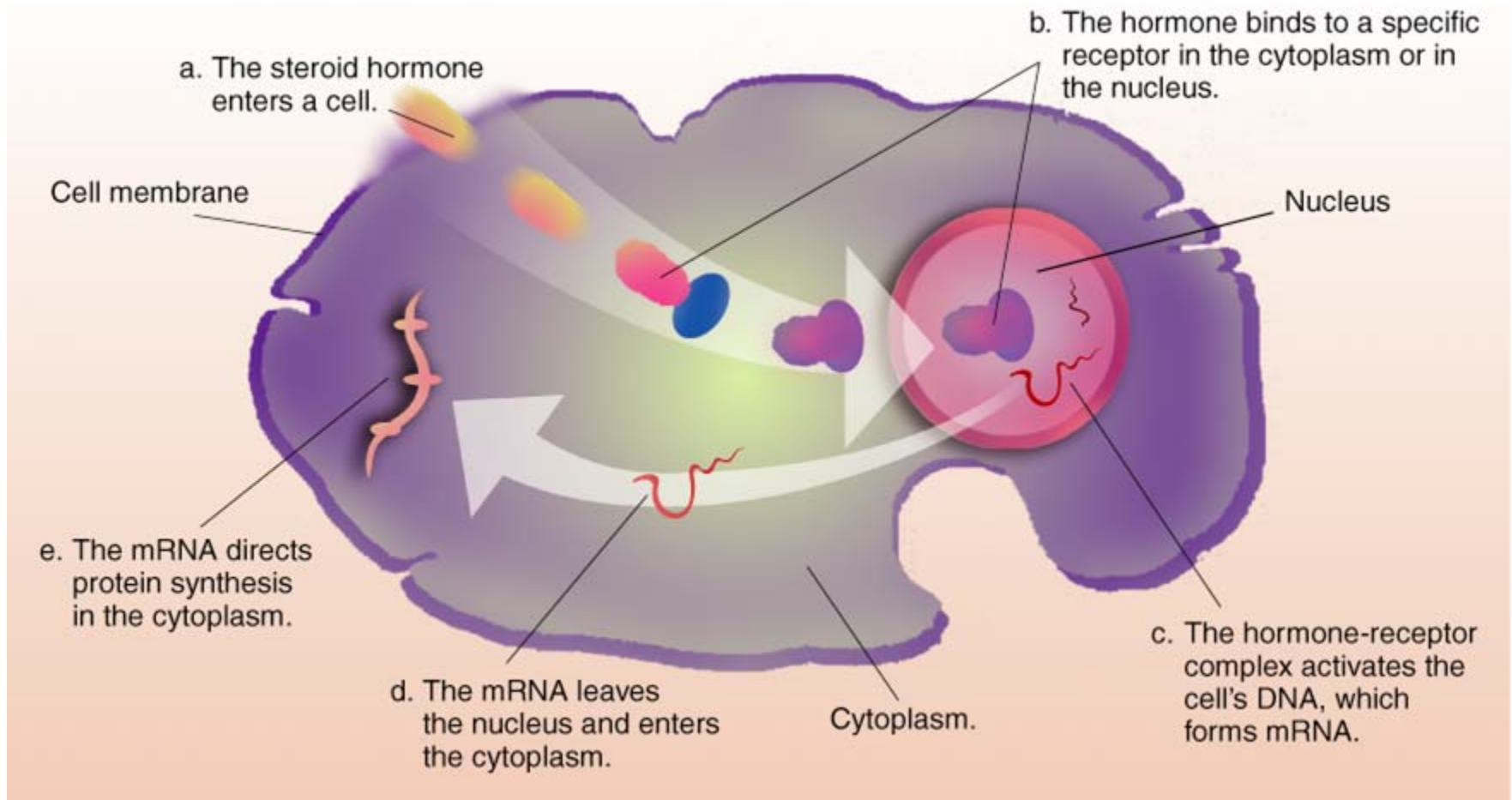
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. ?), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

HORMONAS NO ESTEROIDES

- ♦ No son liposolubles
- ♦ Se se pueden difundir con facilidad a través de las membranas celulares
- ♦ **Dos tipos:** *derivadas de los aminoácidos* (Ej: epinefrina) y *hormonas proteínicas o pépticas* (Ej: insulina)

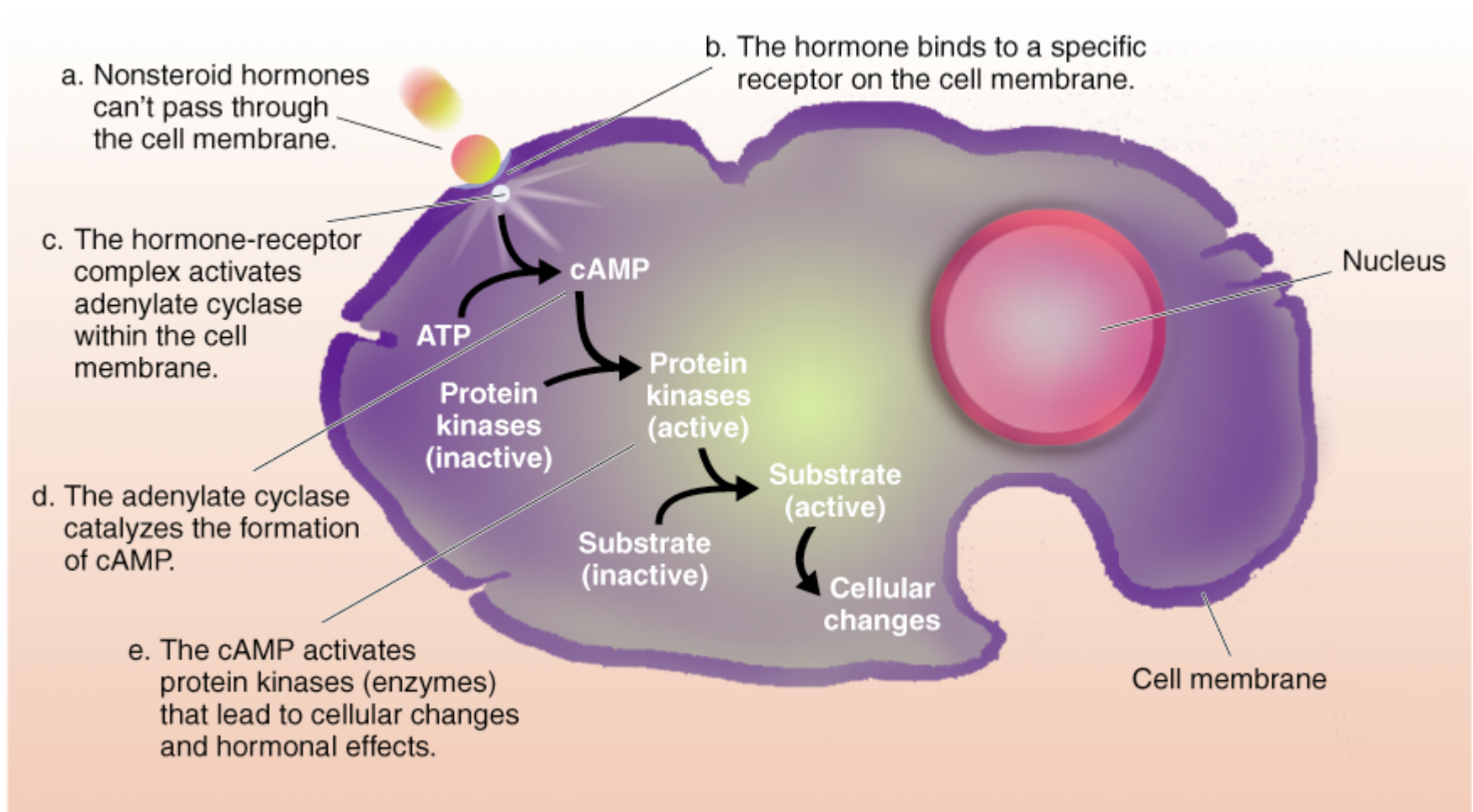
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. ?), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

ACCIÓN DE UNA HORMONA ESTEROIDE



NOTA. Reproducido de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 160), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

ACCIÓN DE UNA HORMONA NO ESTEROIDE



NOTA. Reproducido de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 160), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

CONTROL DE LA LIBERACIÓN DE HORMONAS

- ♦ La fluctuación de los niveles plasmáticos de hormonas específicas.
- ♦ La secreción se regula mediante un sistema de ***realimentación negativo***.
- ♦ Las células también pueden alterar su número de receptores vía ***regulación descendente o ascendente***.

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

ALTERACIÓN DEL NÚMERO DE RECEPTORES

Regulación descendente—Reducción en el número de receptores celulares; menos hormonas se pueden unir a la célula, lo cual induce a un aumento en las concentraciones del plasma sanguíneo de tales hormonas

Regulación ascendente—Aumento en el número de receptores celulares; más hormonas se pueden unir a la célula, lo cual resulta en una disminución en las concentraciones del plasma sanguíneo de tales hormonas

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

RESUMEN

NATURALEZA DE LAS HORMONAS

- ♦ Las hormonas son clasificadas como esteroides (liposolubles y formadas a partir del colesterol) o no esteroides (no son liposolubles y formadas de los aminoácidos, péptidos o proteínas).
- ♦ Las hormonas son secretadas en la sangre y viajan hacia tejidos/células particulares, donde solamente ejercen un efecto sobre aquellas células objetivo que poseen los receptores específicos para tal hormona.
- ♦ Las hormonas esteroides pasan a través de las membranas celulares y se unen a sus receptores dentro de la célula. Éstas hormonas sintetizan proteínas mediante un proceso llamado activación directa de genes.

(continúa)

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

RESUMEN

NATURALEZA DE LAS HORMONAS

- ♦ Las hormonas no esteroideas se unen a receptores particulares en la membrana celular, lo cual activa un segundo mensajero dentro de la célula que a su vez activa un conjunto de mecanismos celulares.
- ♦ Un sistema de ***realimentación negativa*** regula la liberación de la mayoría de las hormonas.
- ♦ El número de receptores para una hormona puede alterar la sensibilidad celular ante ciertas hormonas. La regulación ascendente representa el aumento de los receptores y la regulación descendente se refiere a la reducción de los mismos.

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

HIPOTÁLAMO



Sistema Circulatorio Especializado



Transporta:

**Factores (Hormonas) Liberadoras o Inhibidoras
(del Hipotálamo)**



Hacia:

**PITUITARIA
(HIPÓFISIS)**

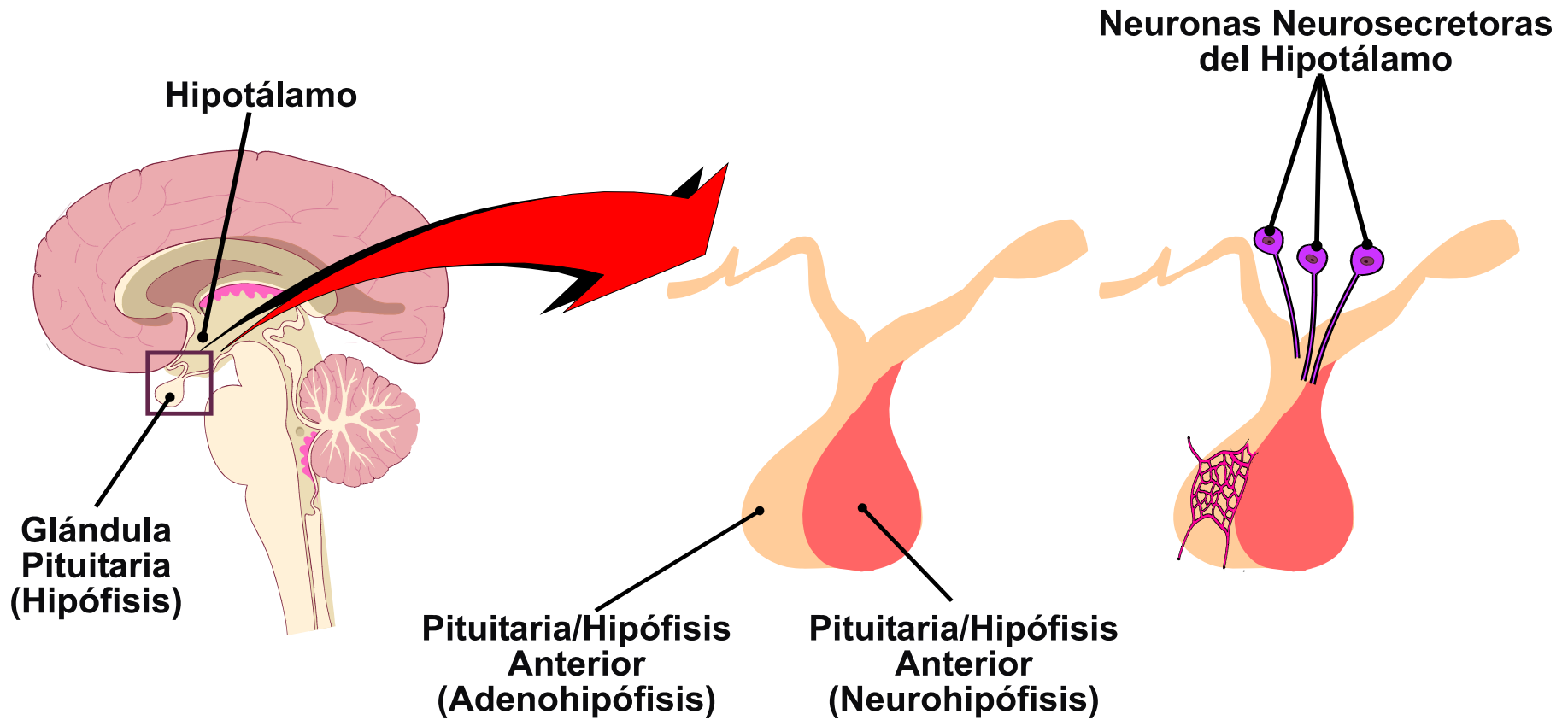


**Lóbulo Anterior
(Adenohipófisis)**

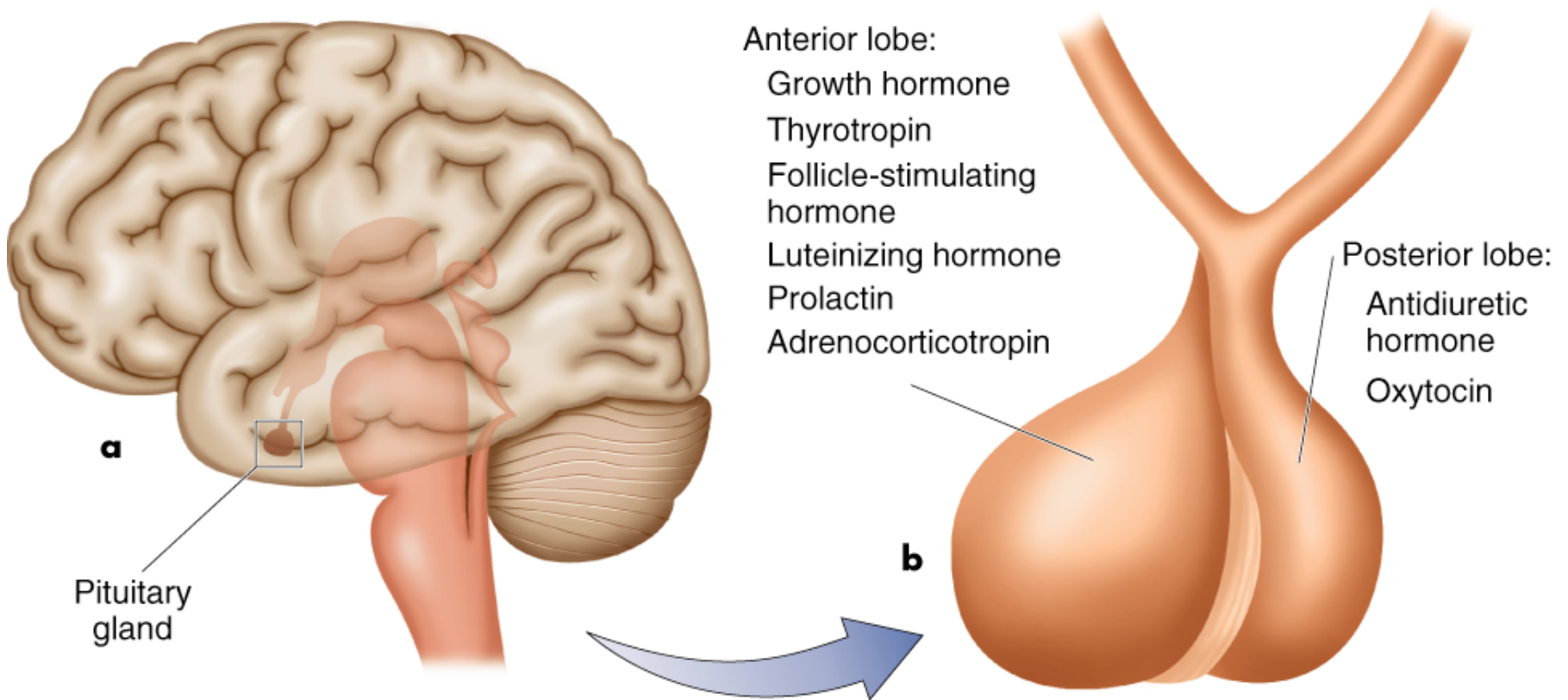


Siete (7) Hormonas

ACTH, GH/STH, TSH, FSH, LH/ICSH, PRL, MSH



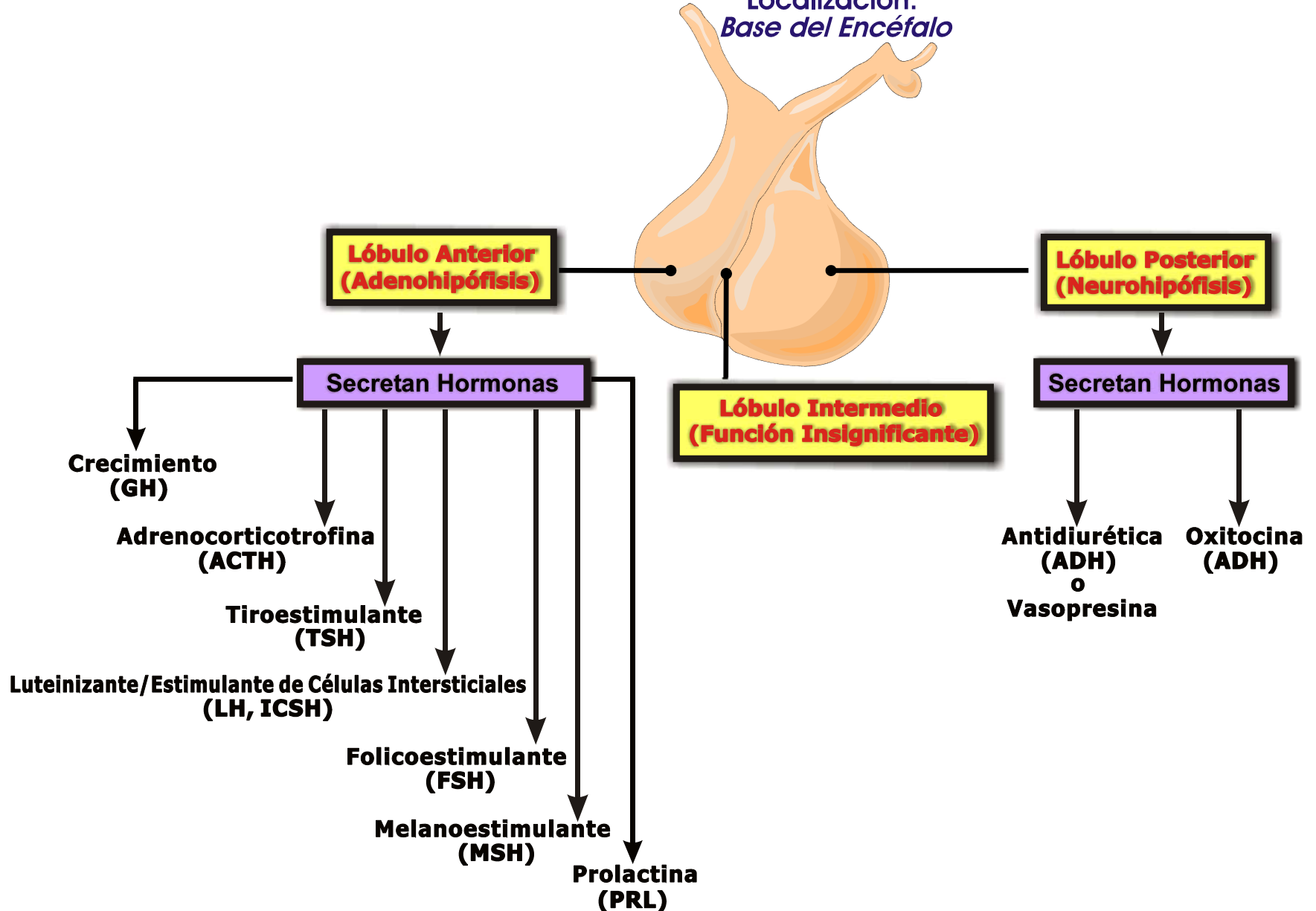
HORMONAS DE LA GLÁNDULA PITUITARIA



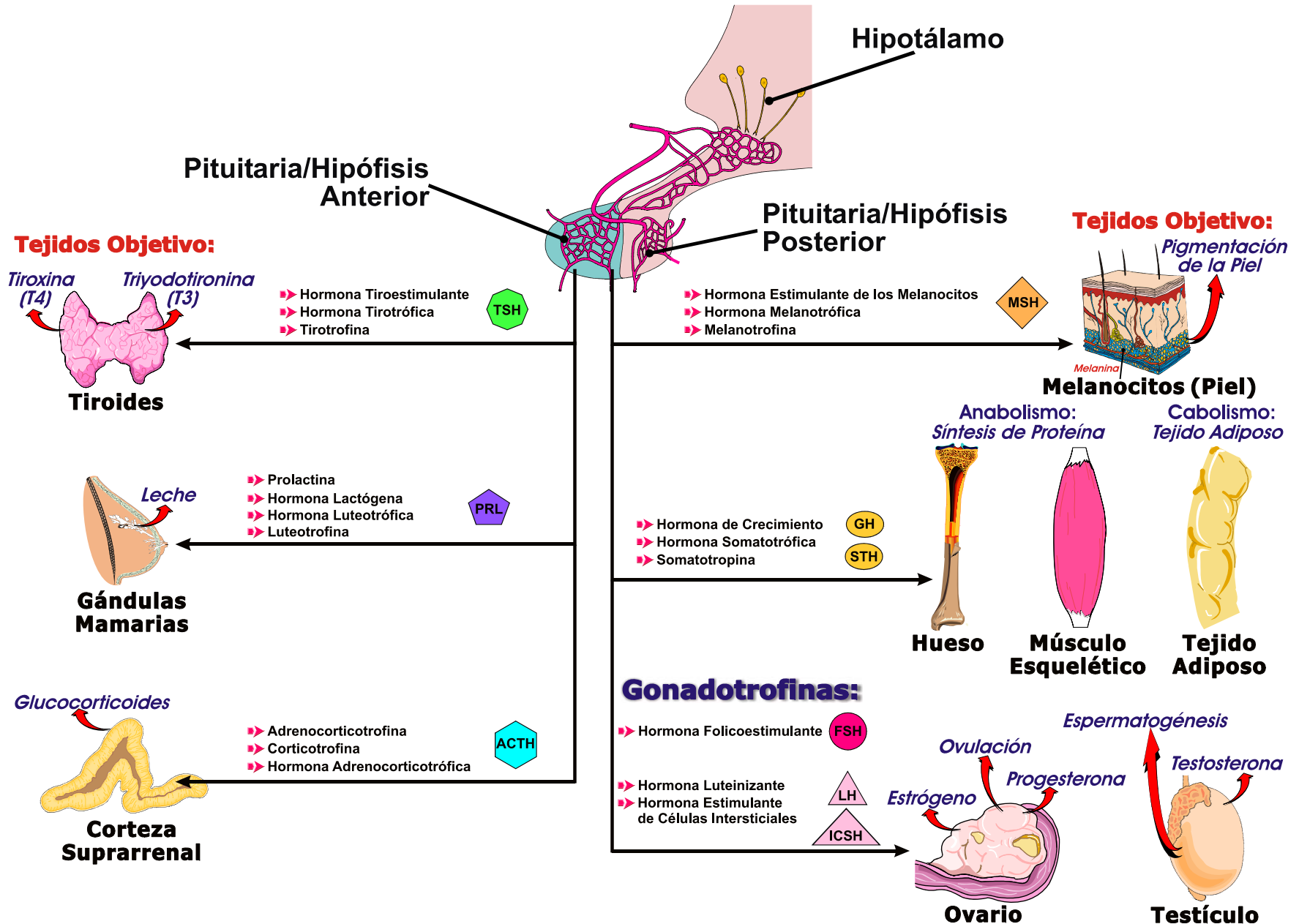
NOTA. Reproducido de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (p. 163), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

HIPÓFISIS (PITUITARIA)

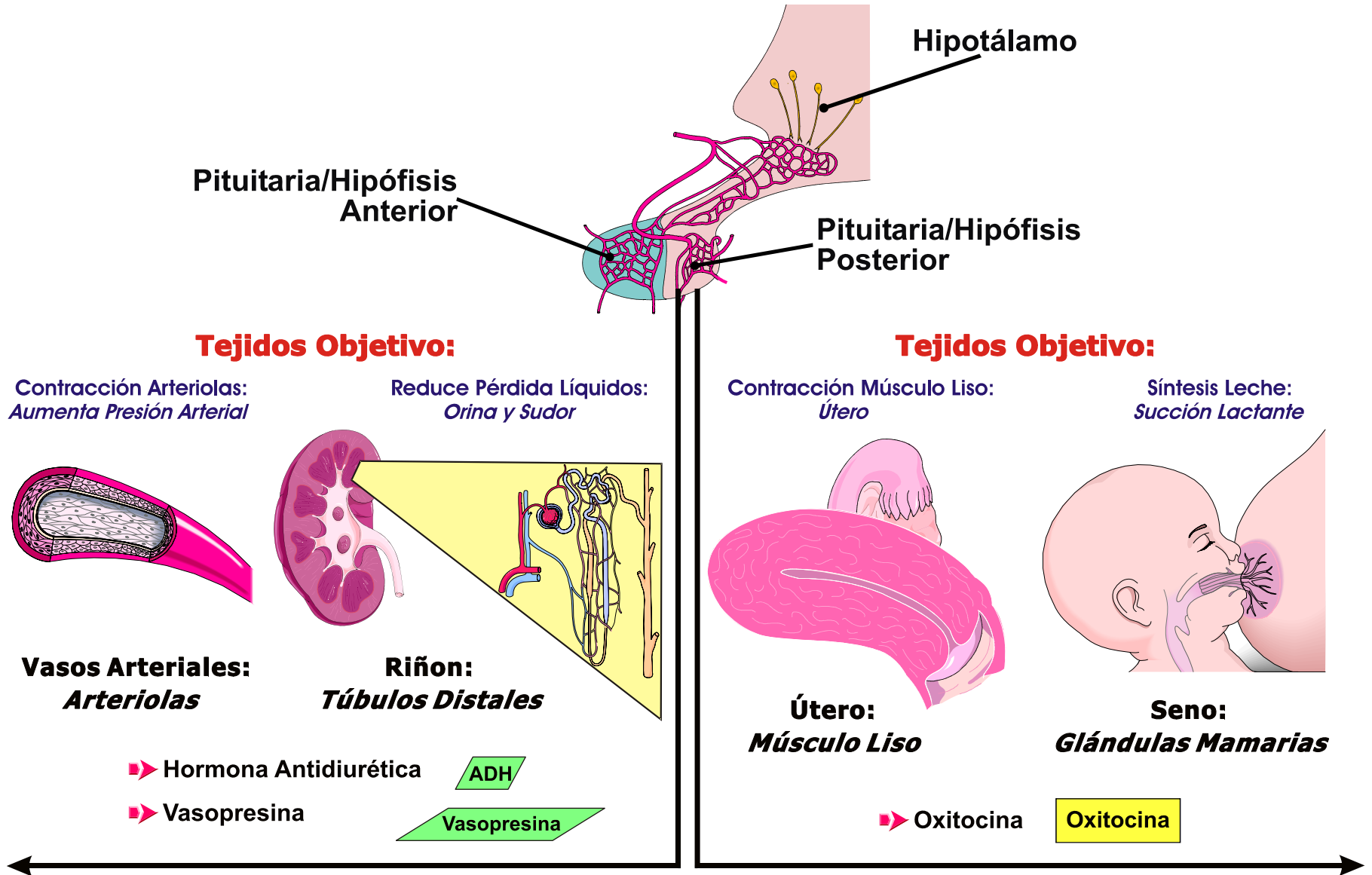
Localización:
Base del Encéfalo



HIPÓFISIS: Adenohipófisis



HIPÓFISIS: Neurohipófisis



EJERCICIO

Excita:

**Fuerte Estimulante del
HIPOTÁLAMO**

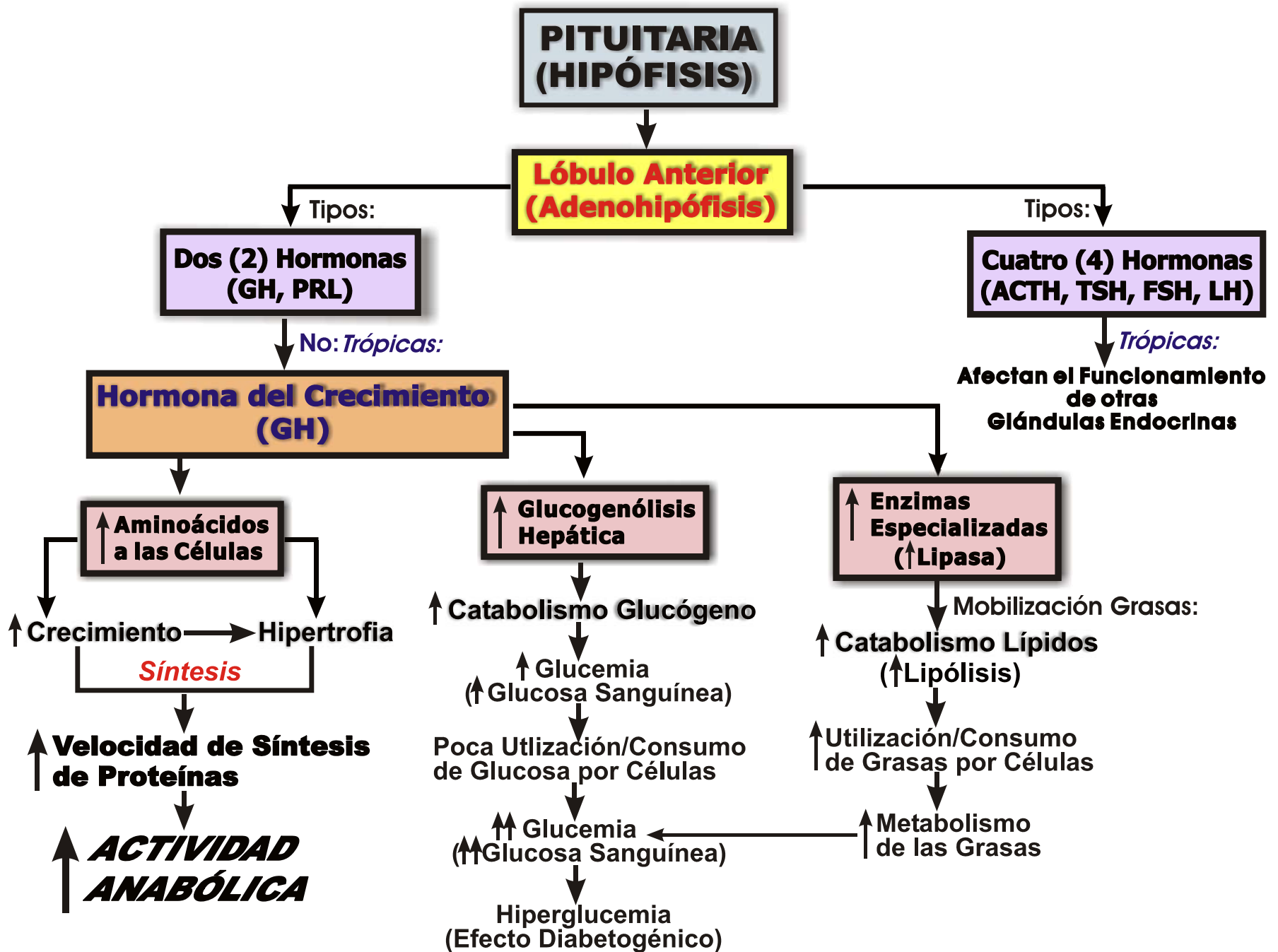
Estimula: *Factores (Hormonas) Liberadoras:*

ADENOHIPÓFISIS

Aumenta:

SECRECIONES HORMONAS ADENOHIPÓFISIS

**(↑ Ritmo de Liberación de todas las
Hormonas de la Pituitaria Anterior)**



HORMONA DE CRECIMIENTO

- ◆ Promueve el crecimiento muscular e hipertrofia al facilitar el transporte de aminoácidos
- ◆ Estimula directamente el metabolismo de las grasas (lipólisis)
- ◆ Sus niveles aumentan durante el ejercicio en proporción a la intensidad del ejercicio

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

EJERCICIO AERÓBICO

↓ ↑ Intensidad:

HIPOTÁLAMO



**PITUITARIA
(HIPÓFISIS)**



**Lóbulo Anterior
(Adenohipófisis)**



Estimula la Secreción de:

↑ **GH**



Luego del Ejercicio:

**Post-Ejercicio
(Recuperación)**



GH se Mantiene Elevada:

↑ **GH**
(Por algún Tiempo)

HORMONAS DE LA GLÁNDULA TIROIDES

Triiodotironina (T_3) and Tiroxina (T_4):

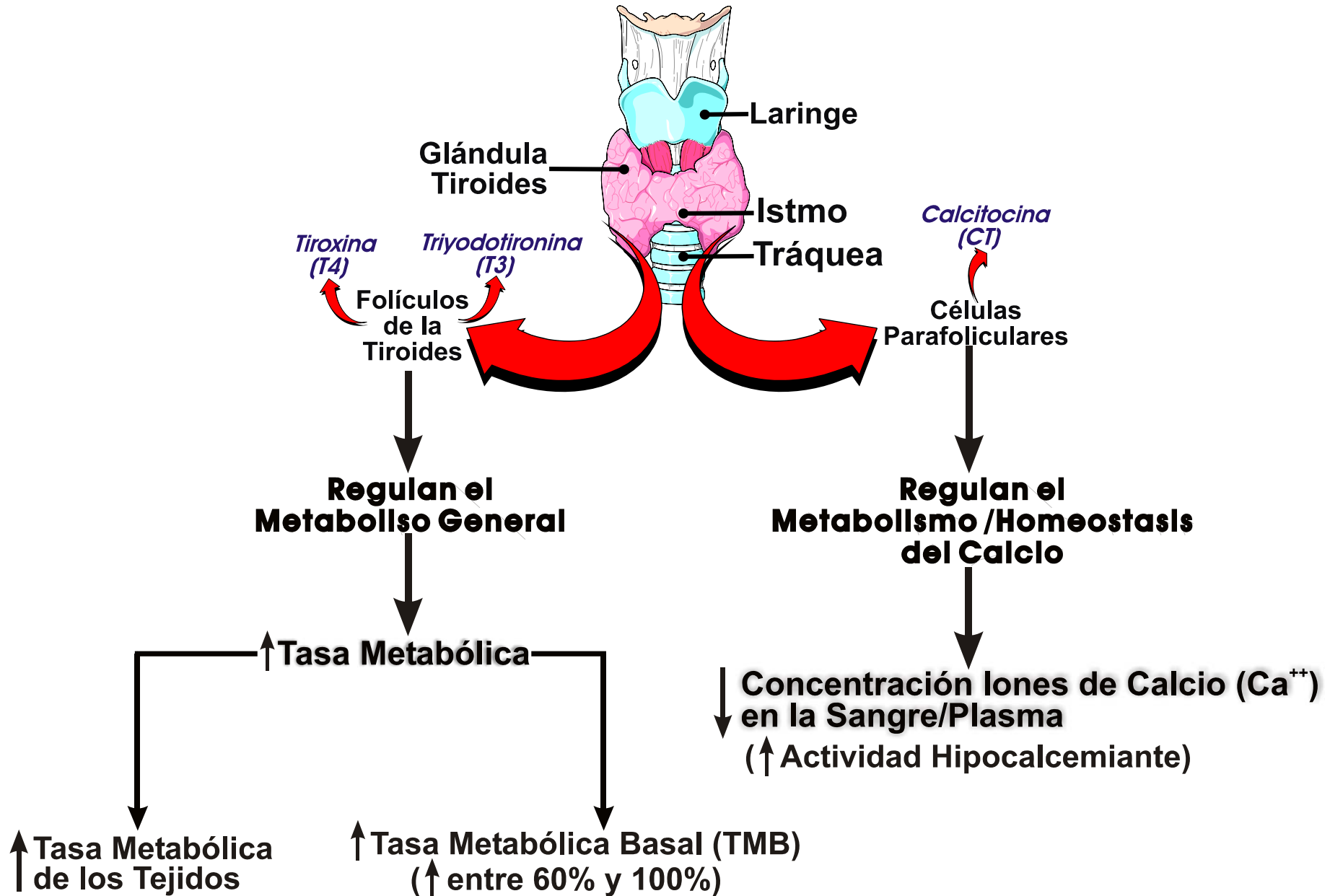
- ♦ Aumentan la síntesis de proteínas y enzimas
- ♦ Aumentan el tamaño y número de las mitocondrias en las células
- ♦ Promueven una rápida captación/consumo celular de la glucosa
- ♦ Mejoran la glucólisis y glucogénesis
- ♦ Aumentan la disponibilidad de los ácidos grasos libres para su oxidación

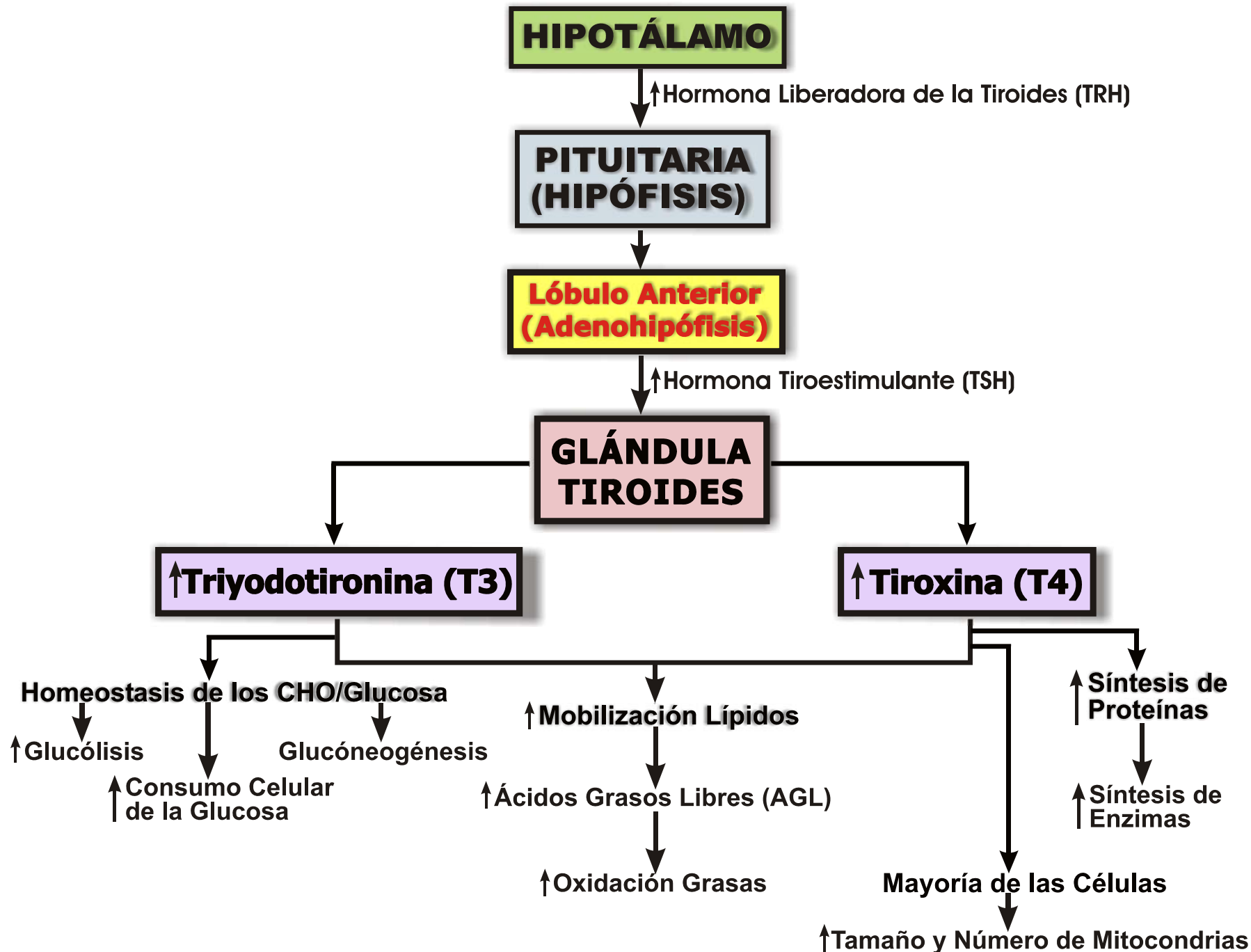
Calcitonina:

- ♦ Disminuye la concentración del calcio plasmático
- ♦ Actúan principalmente sobre los huesos y riñones

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

TIROIDES





EJERCICIO AGUDO



**Retraso en la Elevación
de los Niveles de la
Hormona Tiroestimulante (TSH)**

Eventualmente:



**↑ Tiroxina (T4)
en la Sangre**

EJERCICIO Submáximo Prolongado

Fase Inicial

**Aumento Brusco
de la
Tiroxina**

Fase Posterior

**Niveles Relativamente Constantes
de la
Tiroxina (T4)**

↓ Triyodotironina (T3)

GLÁNDULA TIROIDES

Células Parafoliculares o Células C:

Calcitocina (CT)

Regulación/Homeostasis Ósea/Hueso

↓ Osteoclastos

↑ Excreción Urinaria de Ca^{++}

↓ Resorción Ca^{++} en Hueso

↓ Resorción Ósea

↓ Formación de Hueso

NIÑOS

Importante Durante

Crecimiento Rápido

Desarrollo de Fortaleza Muscular

ADULTOS

Ofrece Alguna Protección contra la Reabsorción Excesiva de Hueso

DATOS IMPORTANTES

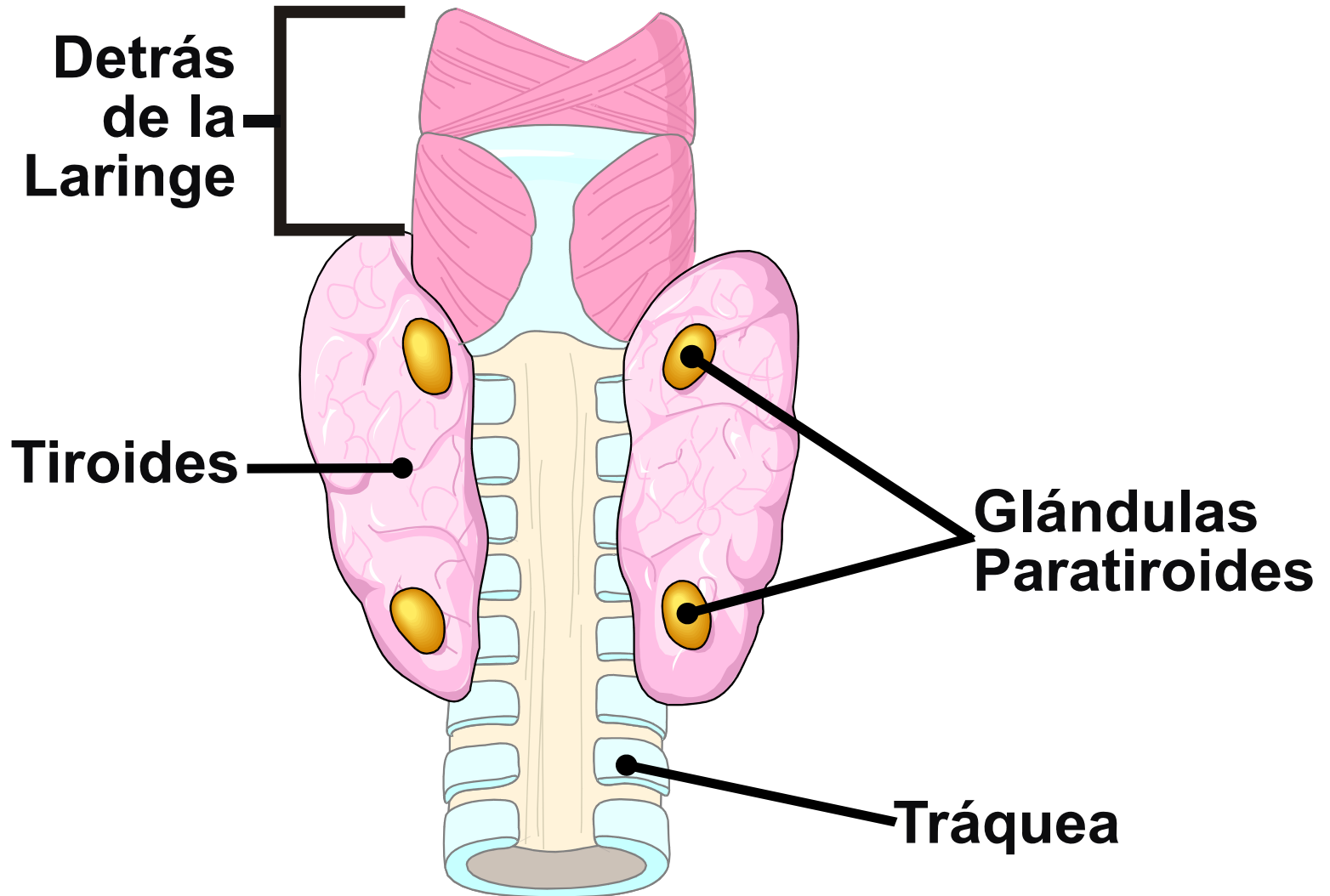
La glándula paratiroides produce la ***hormona paratiroide (PTH)***, la cual regula las concentraciones del calcio y fósforo en el plasma al dirigirse a los huesos, intestinos y riñones.

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

GLÁNDULA PARATIROIDES:



Localización



GLÁNDULA PARATIROIDES

(Localización: Región Posterior de la Glándula Tiroides)

Secretan:

**Hormona Paratiroides
(PTH o Paratohormona)**

Funciones

**Regulación de las
Sales Minerales
Principales**

**Carbonato
de Calcio**

**Fosfatos de
Calcio
(CaPO_4)**

**Promueve la Formación
de**

1,25-dihydroxyvitaminaD₃

GLÁNDULA PARATIROIDES

(Posterior a la Glándula Tiroides)

Secreta:

**Hormona Paratiroides o Paratohormonas
(PTH)**

Función:

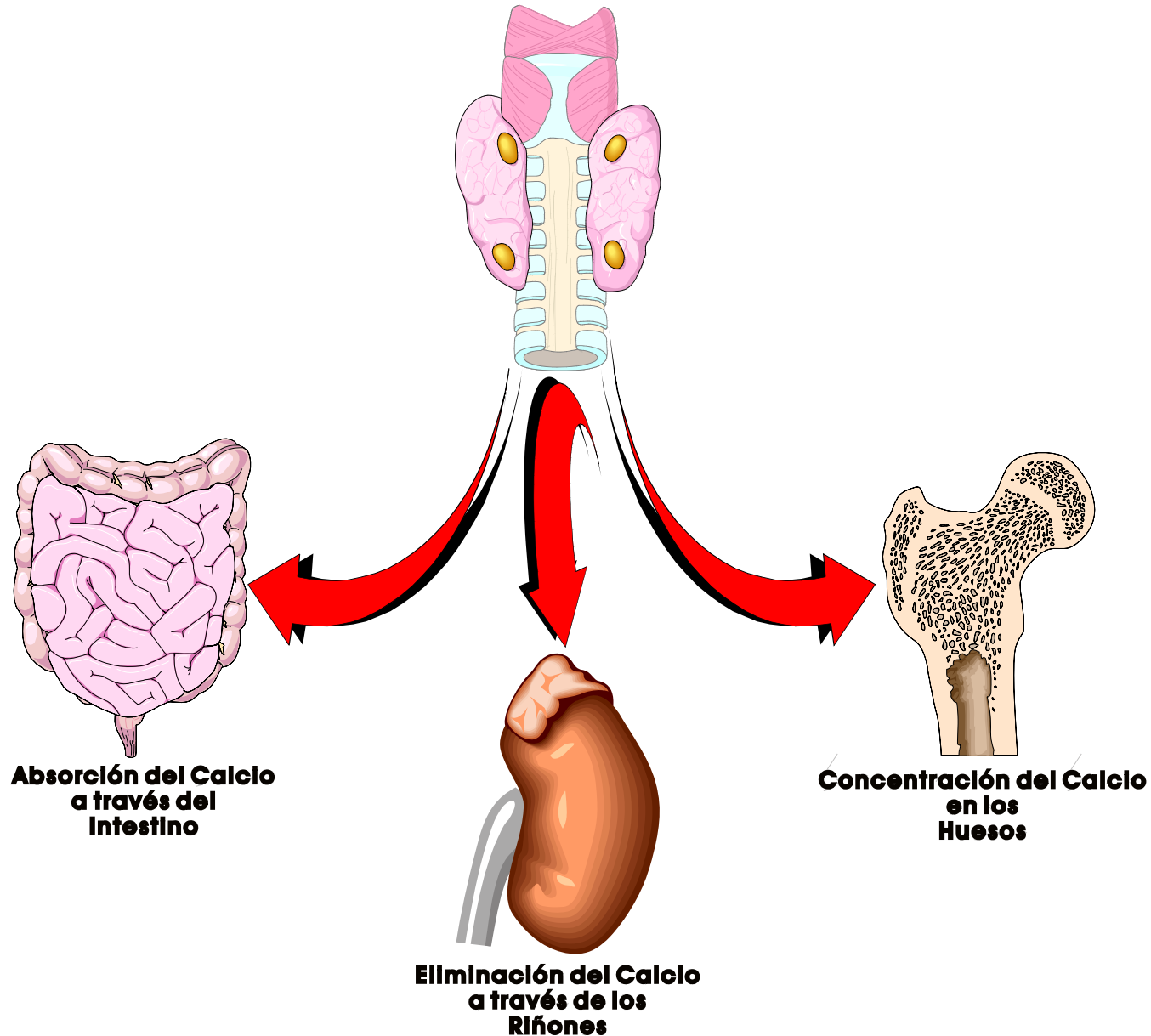
Regulación del

**Ca⁺⁺ Sanguíneo/Sérico
(Calcio)**

**PO₄⁻³ Sanguíneo/Sérico
(Iones de Fosfato)**

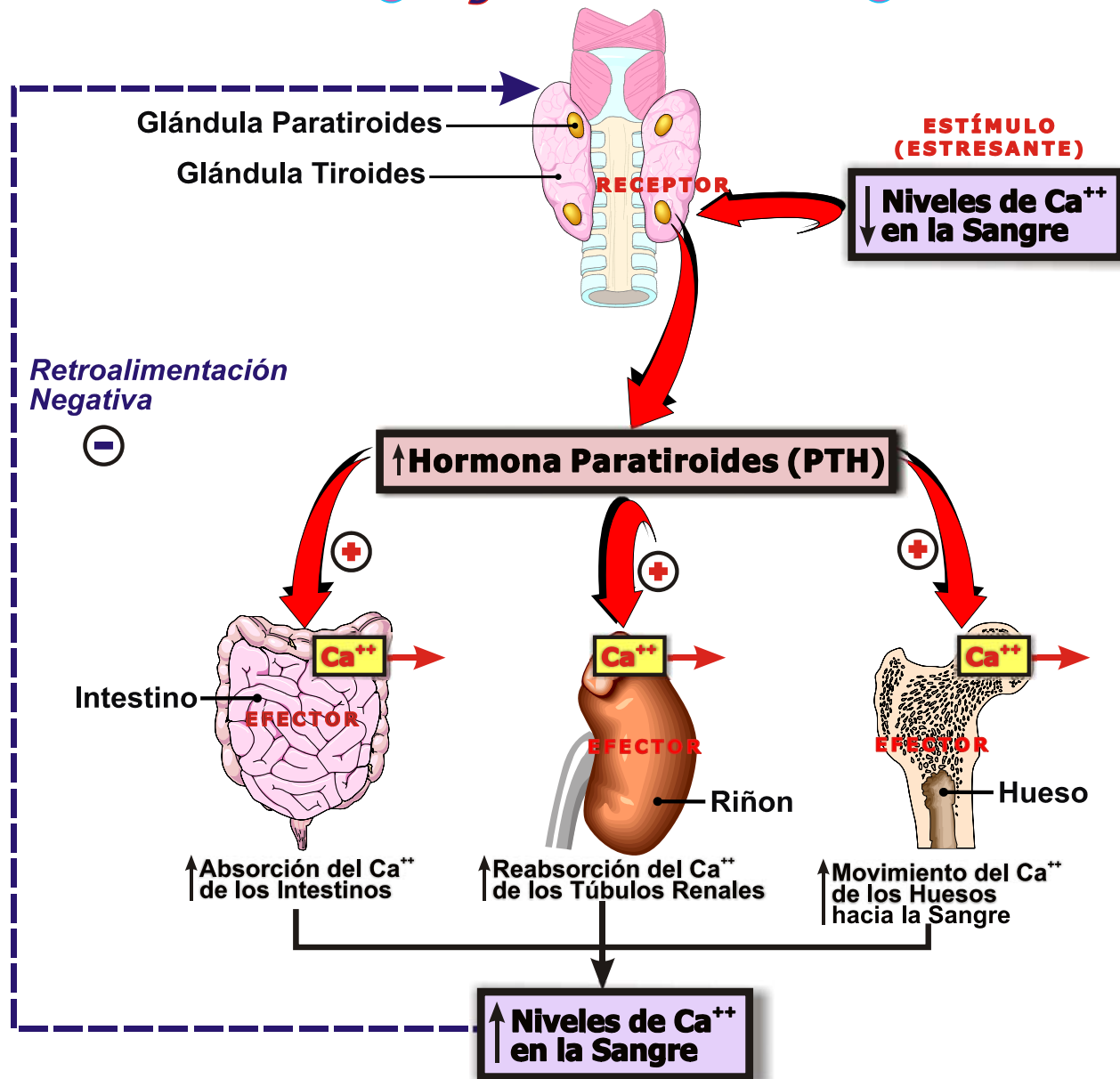
GLÁNDULAS PARATIROIDES:

Regulación del Calcio

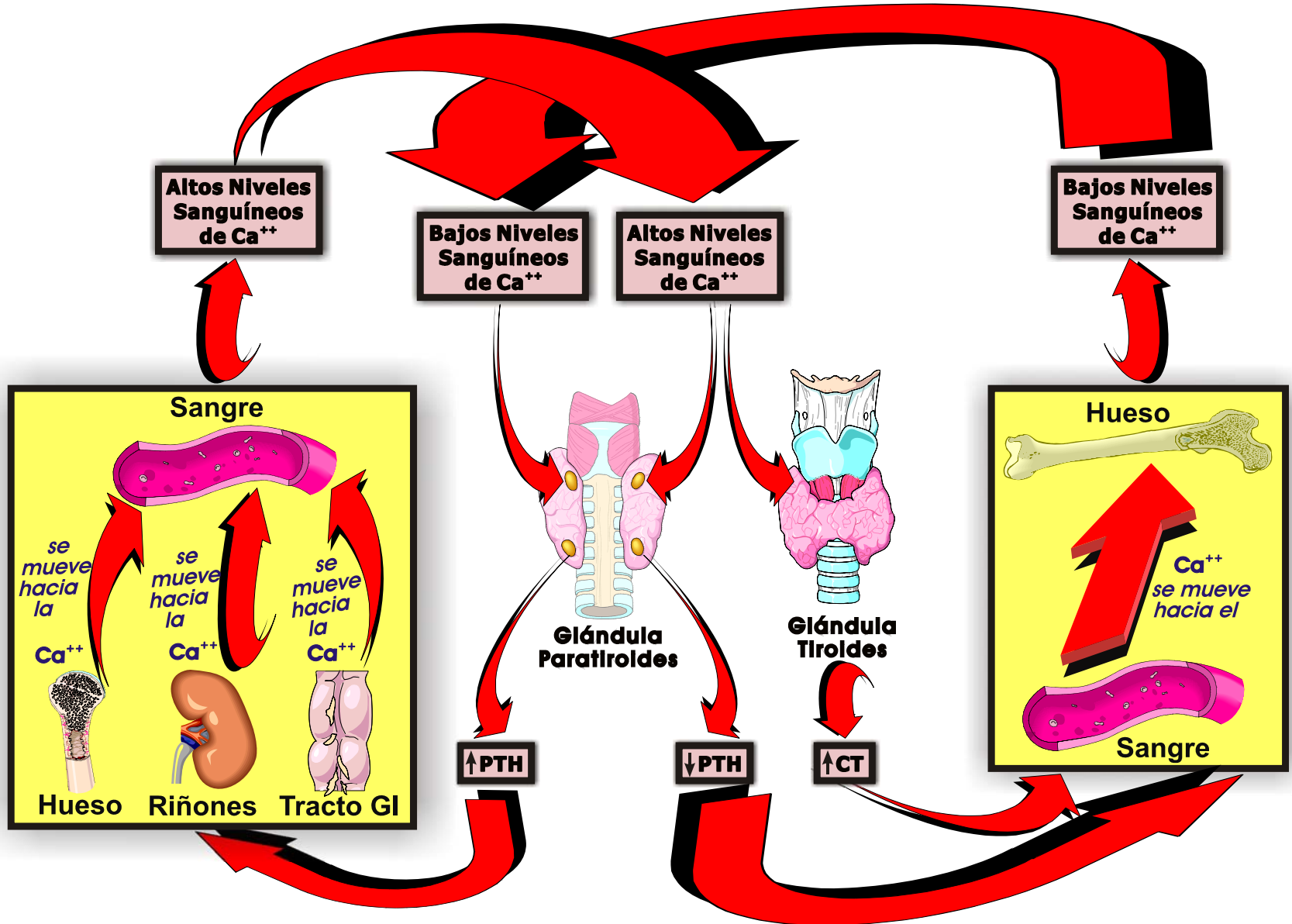


GLÁNDULAS PARATIROIDES:

Regulación del Calcio



REGULACIÓN DE LA HORMONA PARATIROIDES (PTH) Y CALCITOCINA (CT)



EJERCICIO Crónico (A Largo Plazo)
(Que Soporte la Masa Corporal)
De Cadena Cinética Cerrada

PARATIROIDES

↑PTH



HUESOS

Células Óseas

Osteoclastos

**↑Actividad
↑Osteoclastos**



INTESTINOS

Mucosa Intestinal

↑Enzima Específica

**↑Resorción de Ca^{++}
↑Intestinal Alimentos**



RIÑONES

RIÑONES

↑Reabsorción de Ca^{++}

**↓Excreción Urinaria
↓de Ca^{++}**

↑ Ca^{++} Sérico

↑Resorción de Ca^{++} en el Hueso

↑FORMACIÓN DE HUESO
(↑Síntesis Ósea)



HORMONAS DE LA CORTEZA SUPRARRENAL

Mineralocorticoides:

- ♦ Mantienen el balance de los electrolitos y el líquido extracelular
- ♦ Incluye la aldosterona

Glucocorticoides:

- ♦ Mantienen el equilibrio de los niveles de la glucosa plasmática entre las comidas
- ♦ Incluye el cortisol

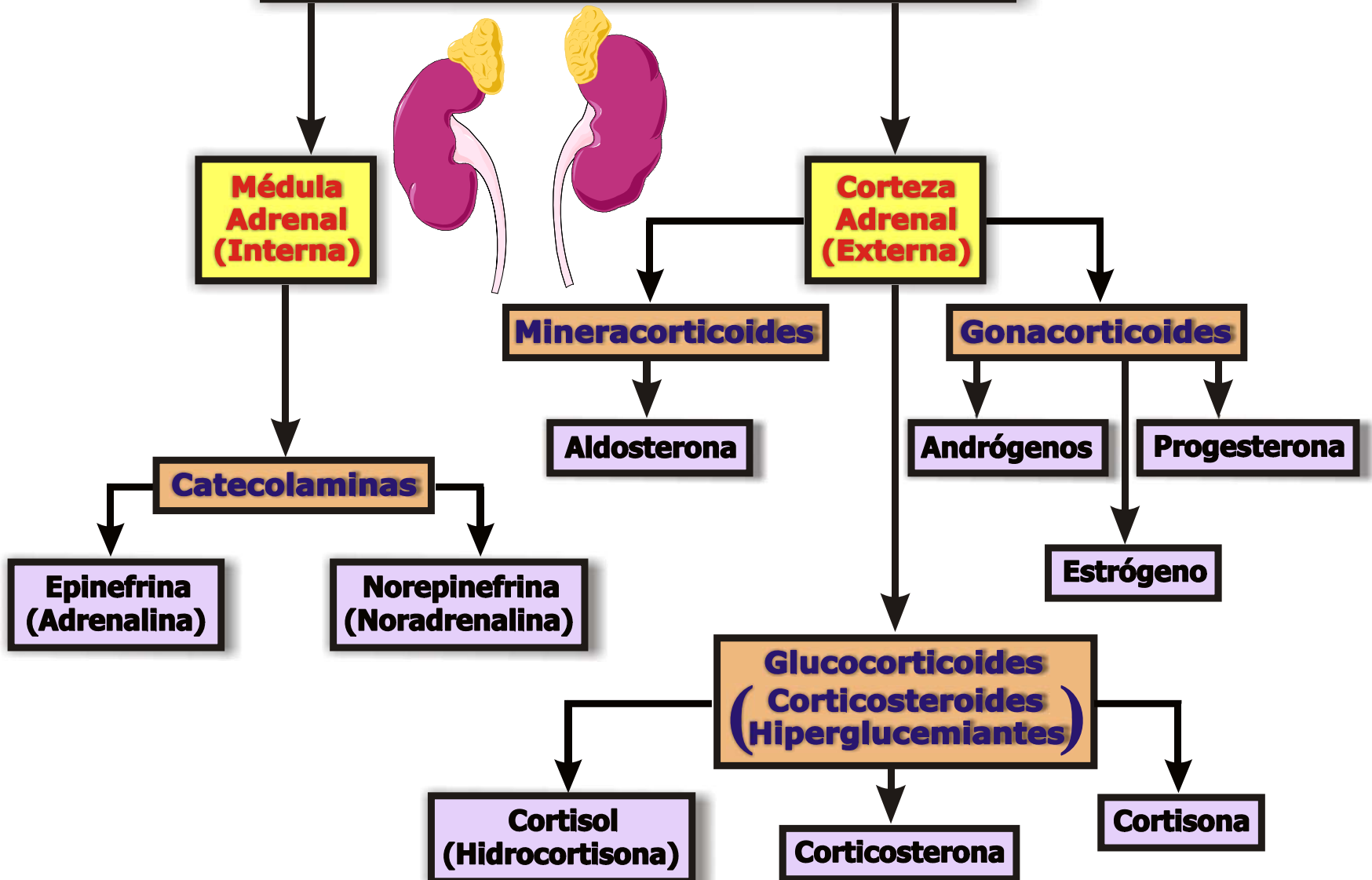
Gonadocorticoides:

- ♦ Liberadas en conjunto con aquellas secretadas por los órganos reproductivos, pero en cantidades menores
- ♦ Incluyen los andrógenos, estrógenos y progesteronas

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

GLÁNDULAS SUPRARRENALES

(Localización: Encima de cada Riñón)

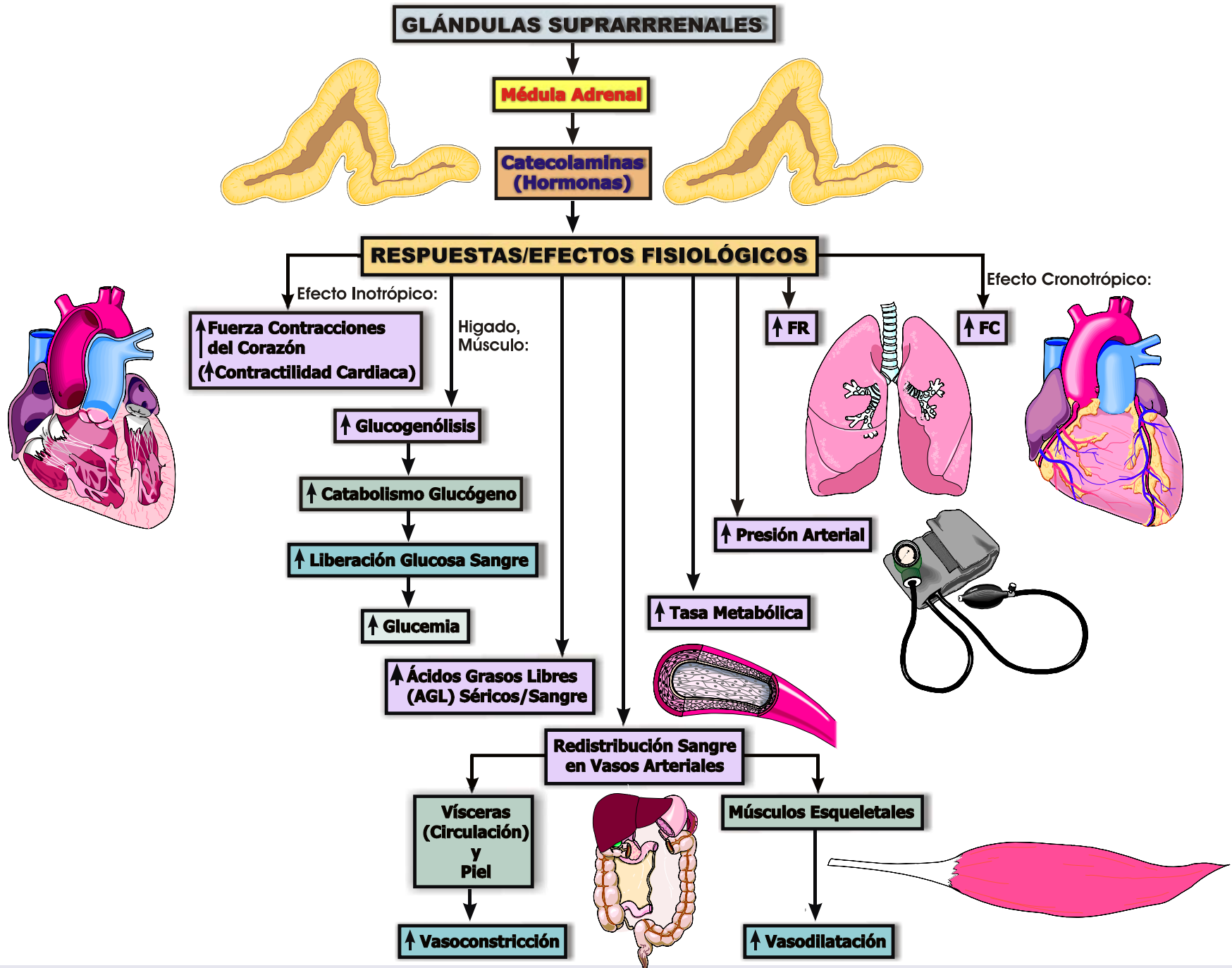


HORMONAS Y LA MÉDULA SUPRARRENAL

Catecolaminas—epinefrina y norepinefrina:

- ♦ Estimuladas por el sistema nervioso simpático, con el objetivo de preparar al organismo para una acción inmediata
- ♦ Aumentan la frecuencia y fuerza de la contracción cardíaca, la presión sanguínea y respiración
- ♦ Aumentan la tasa metabólica, la glucogenólisis y la liberación de la glucosa y los ácidos grasos libres hacia la sangre
- ♦ Promueven un aumento en el flujo de sangre hacia los músculos esqueléticos por medio de la vasodilatación y vasoconstricción de vasos sanguíneos específicos

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



GLÁNDULAS SUPRARRENALES

```
graph TD; A[GLÁNDULAS SUPRARRENALES] --> B[MÉDULA ADRENAL]; B --> C[Catecolaminas (Hormonas)]; C -- Liberación: --> D[Determinantes]; D --> E[Cambios Posturales (Posición Corporal)]; D --> F[Ejercicio]; D --> G[Estrés Psicológico (Emocional)];
```

MÉDULA ADRENAL

**Catecolaminas
(Hormonas)**

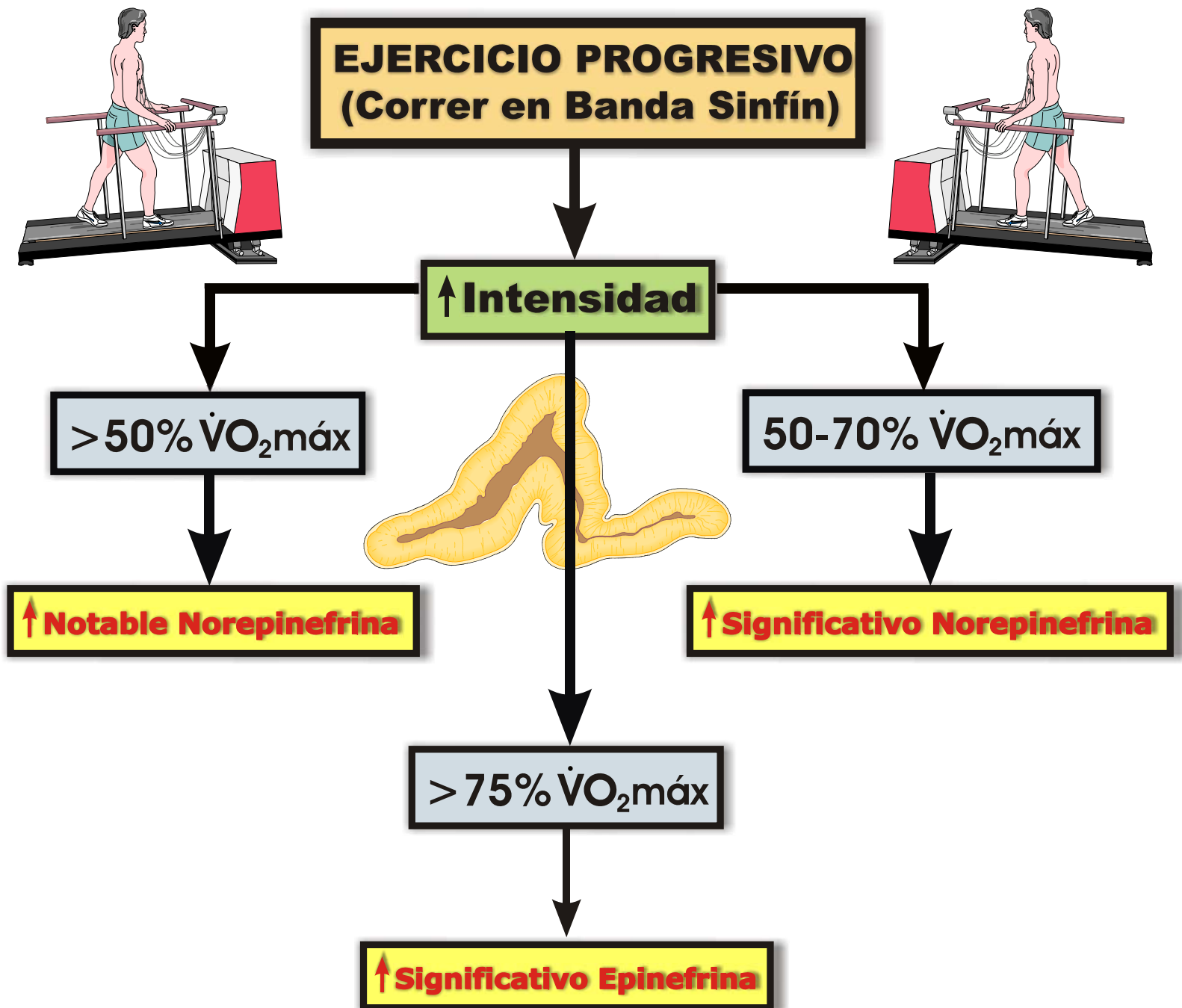
Liberación:

Determinantes

**Cambios Posturales
(Posición Corporal)**

Ejercicio

**Estrés Psicológico
(Emocional)**



EJERCICIO CONSTANTE

Duración/Intensidad

> 3 horas, 60% $\dot{V}O_2$ máx

↑ Epinefrina

↑ Norepinefrina

(Aumento Lineal, Directamente Proporcional a la Duración del Ejercicio)

Finalizado el Ejercicio
(Recuperación)

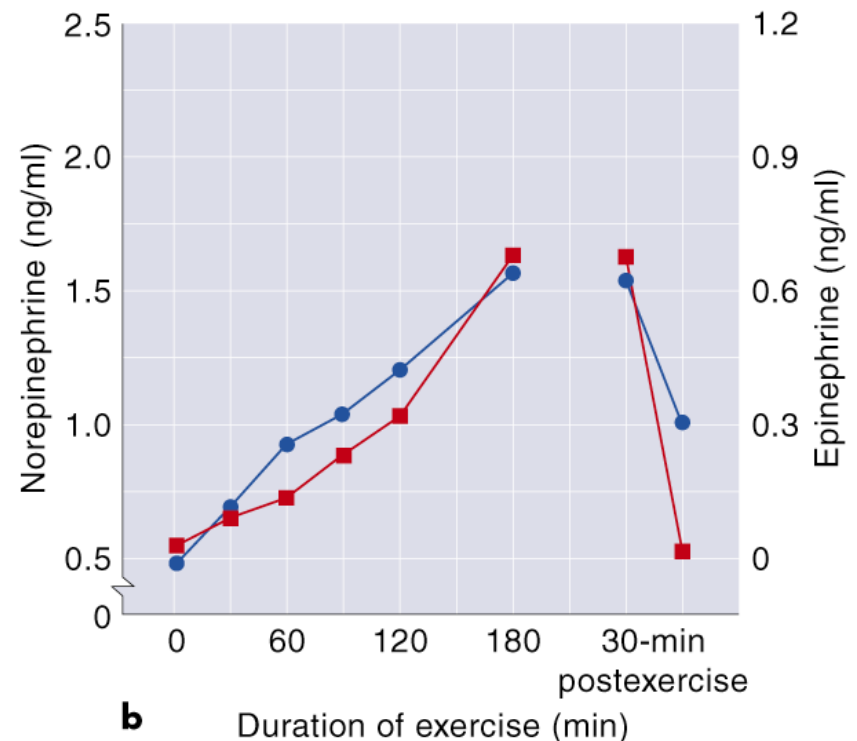
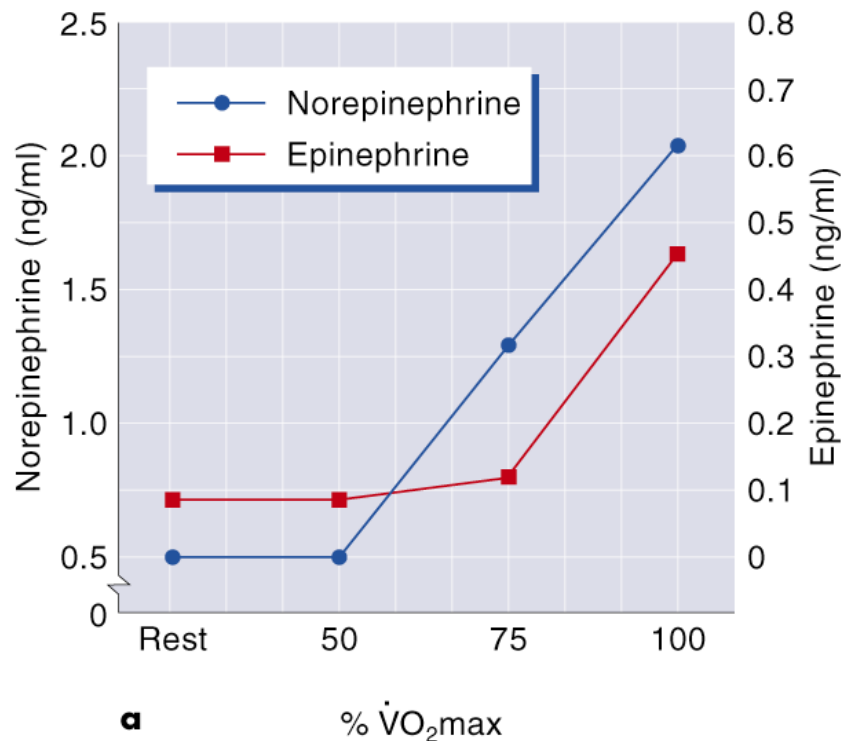
Luego de Pocos Minutos
Post-Ejercicio:

**Niveles de Epinefrina
Regresan Estado Reposo**

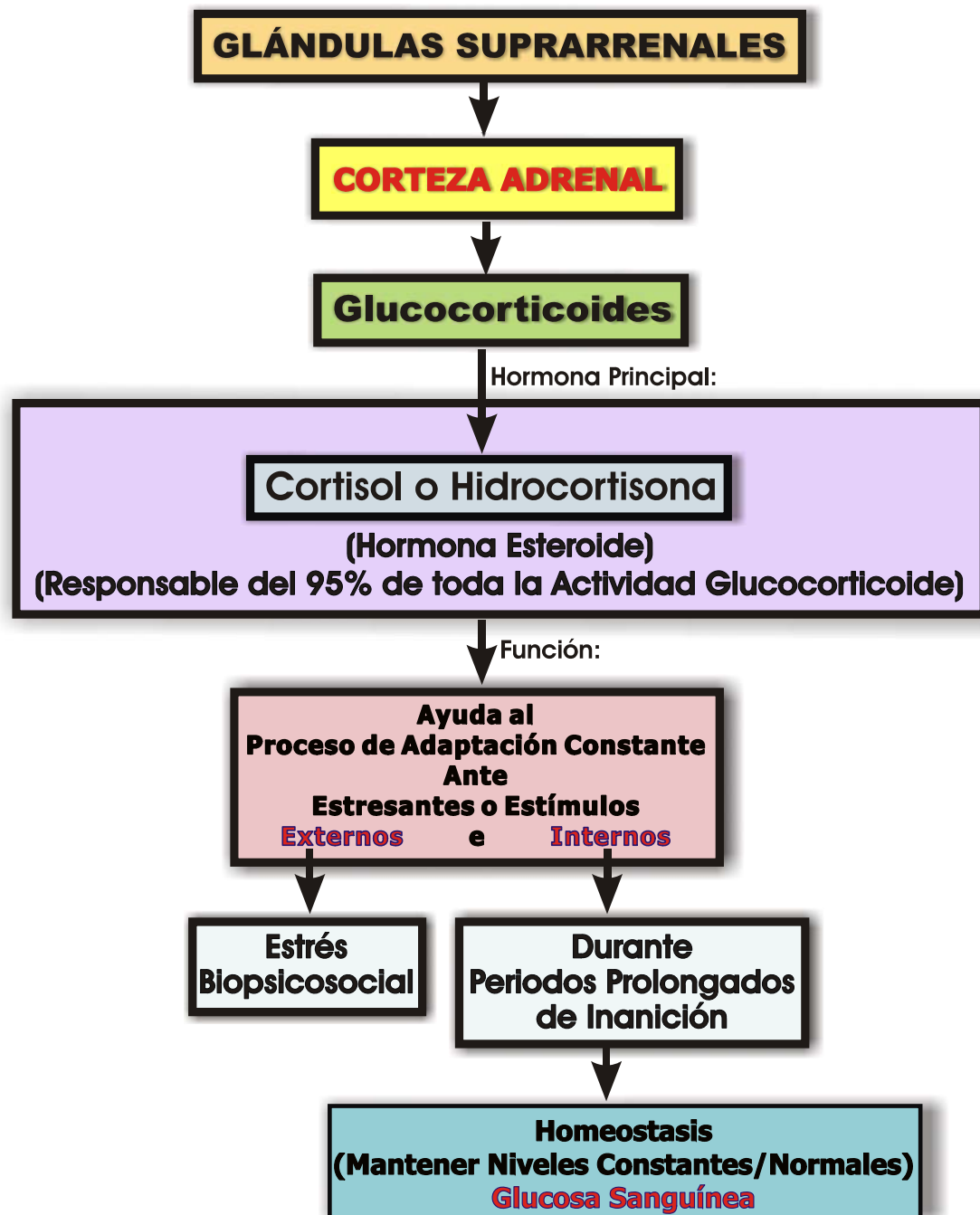
Por Varias Horas
Post-Ejercicio:

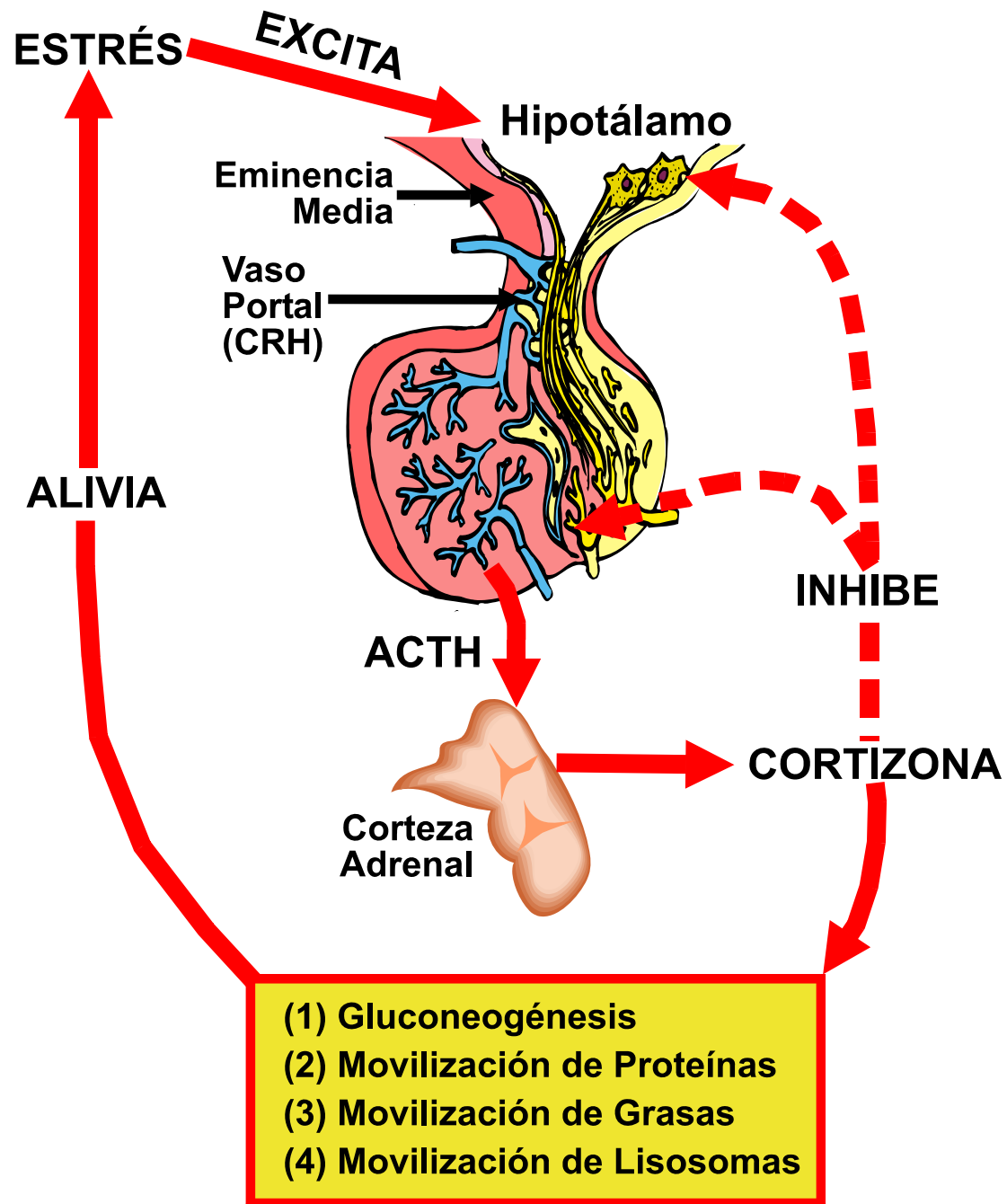
**Niveles de Norepinefrina
Se Mantienen Elevados**

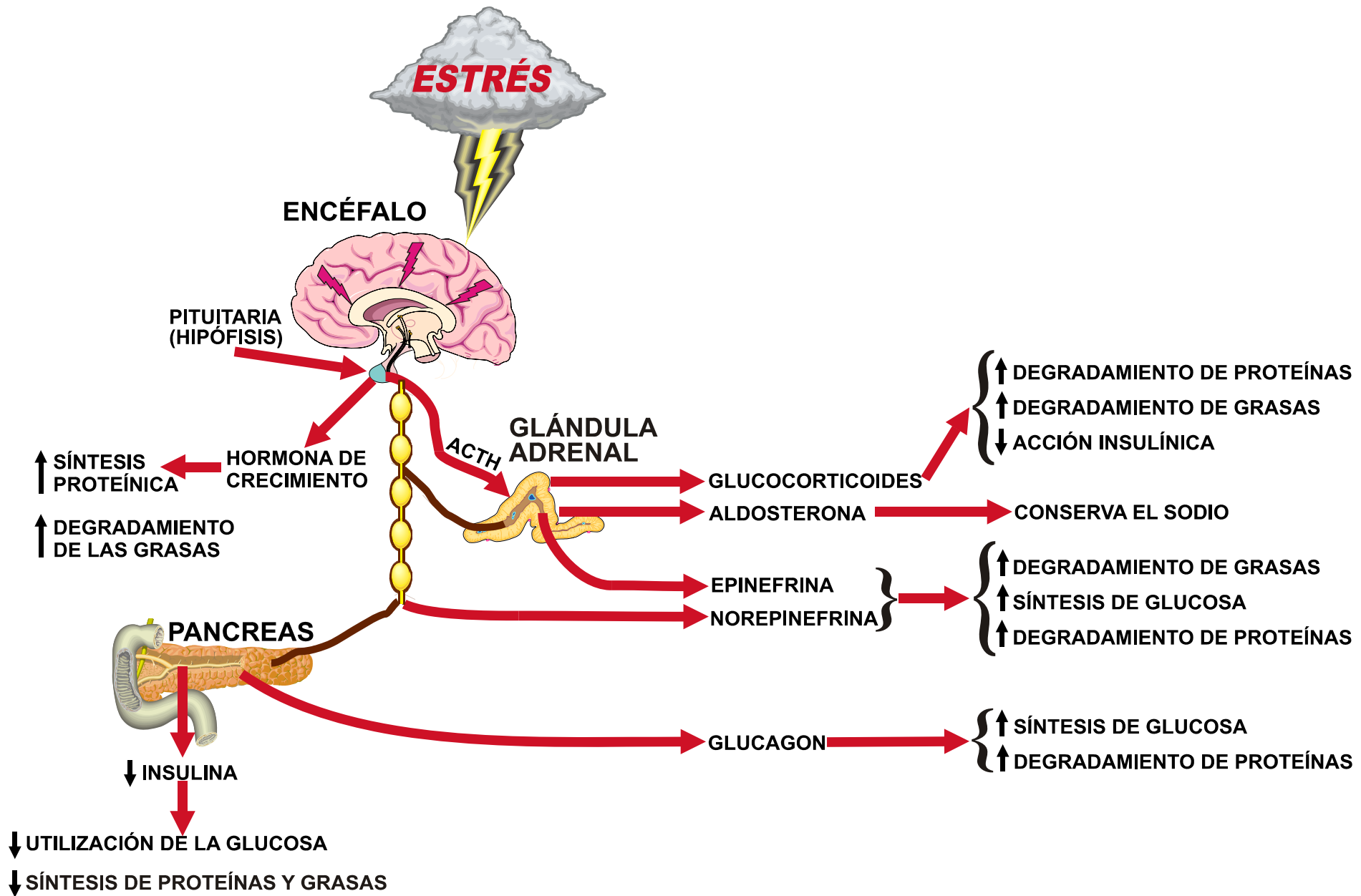
CAMBIOS EN LA CONCENTRACIÓN SANGUÍNEA DE EPINEFRINA Y NOREPINEFRINA

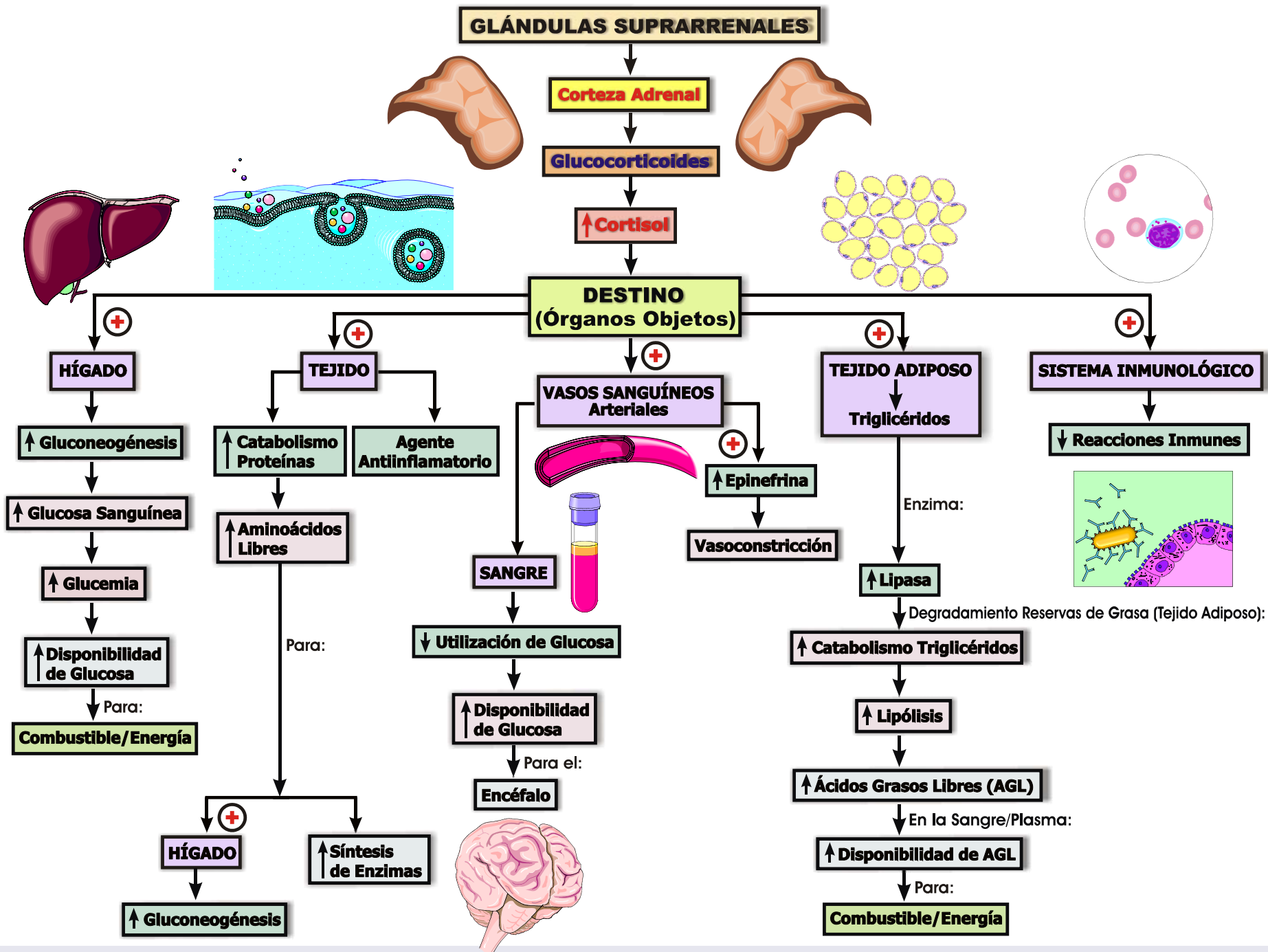


NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 133), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.







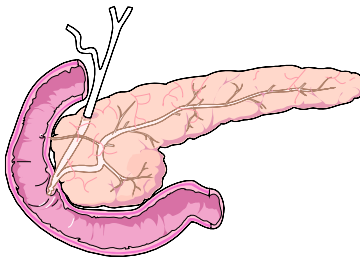


HORMONAS DEL PÁNCREAS

Insulina—secretada cuando se elevan los niveles de la glucosa en el plasma (*hiperglucemia*)

Glucagón—secretada cuando las concentraciones de la glucosa plasmática se encuentra por debajo de lo normal (*hipoglucemia*)

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



PÁNCREAS

Islotes de Langerhans

**Células
Beta**

**Células
Alfa**

(Hormonas Secretadas)

Insulina

Glucagon

Órgano Objetivo:

Órgano Objetivo:

**Tejidos
(Mayoría)**

Hígado

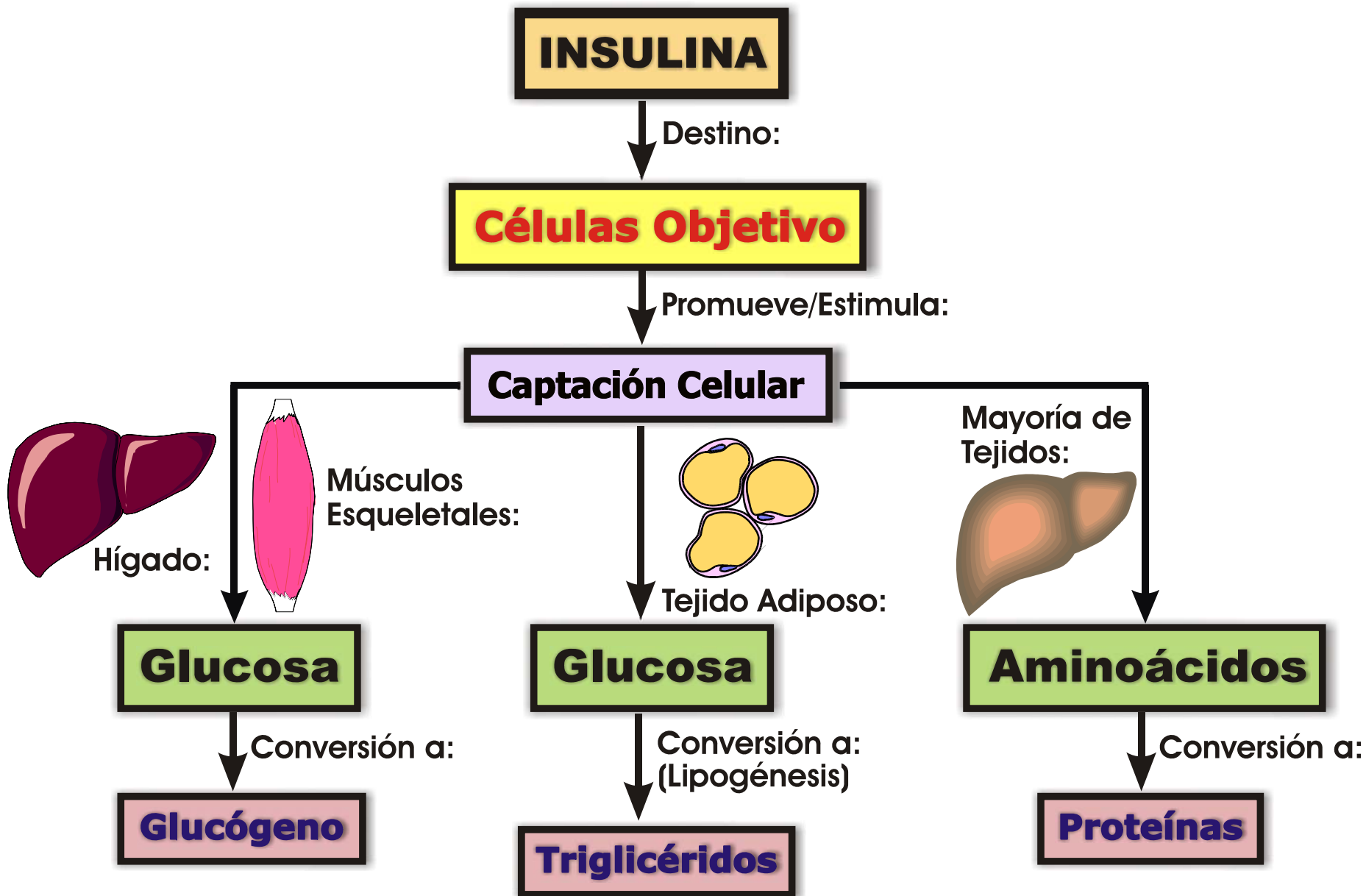
(Respuestas)

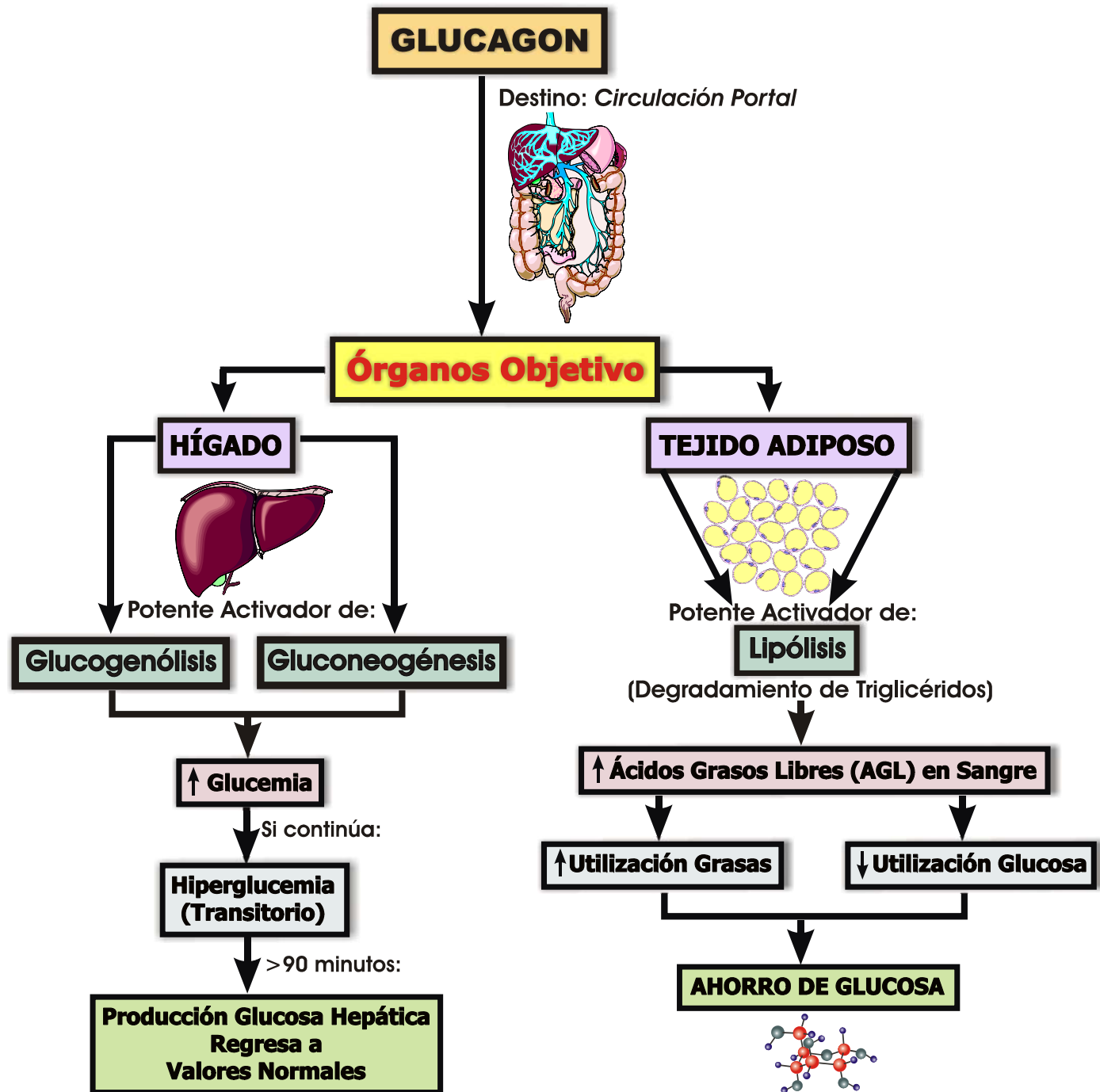
Respuesta:

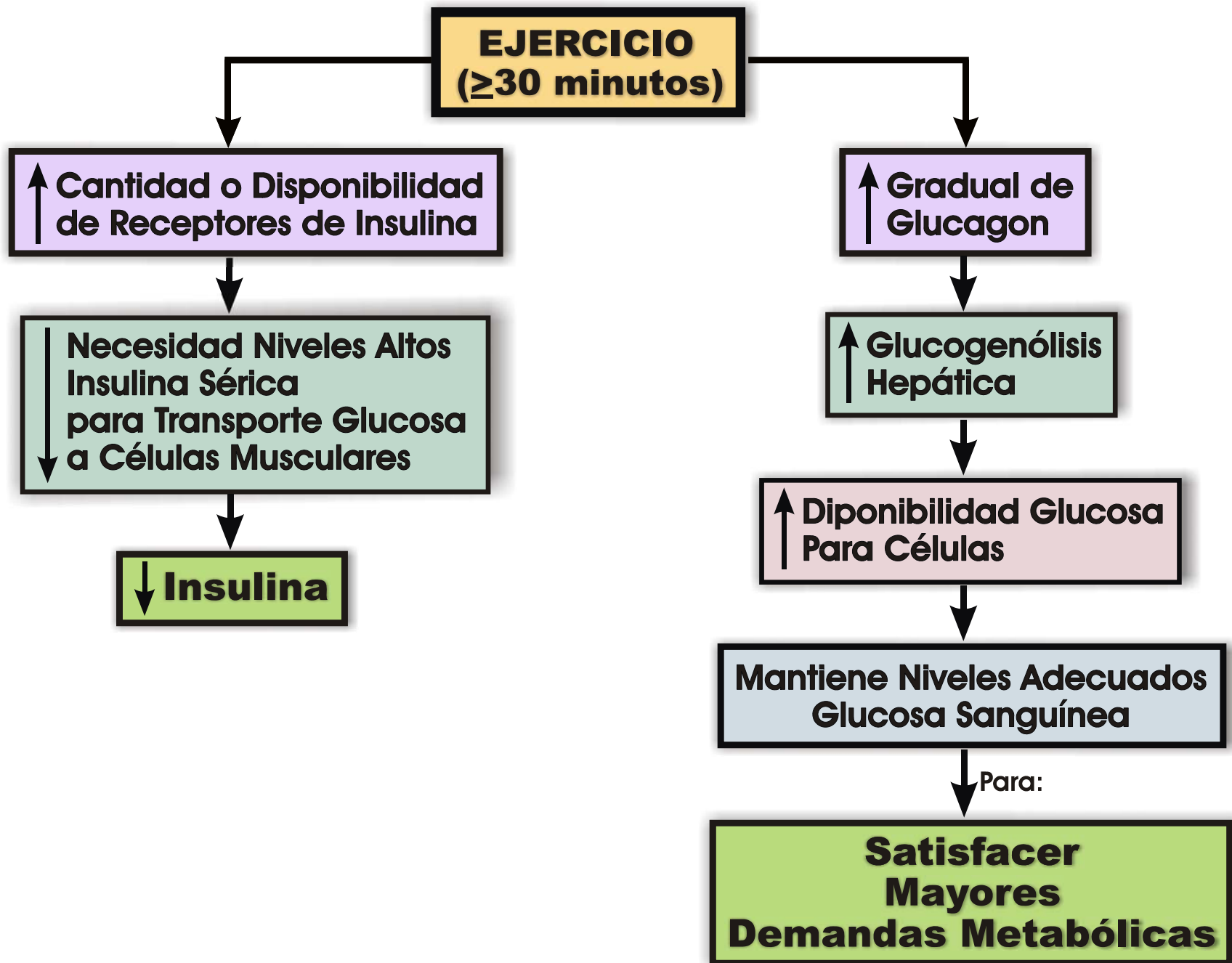
Glucogénesis

Glucogenólisis

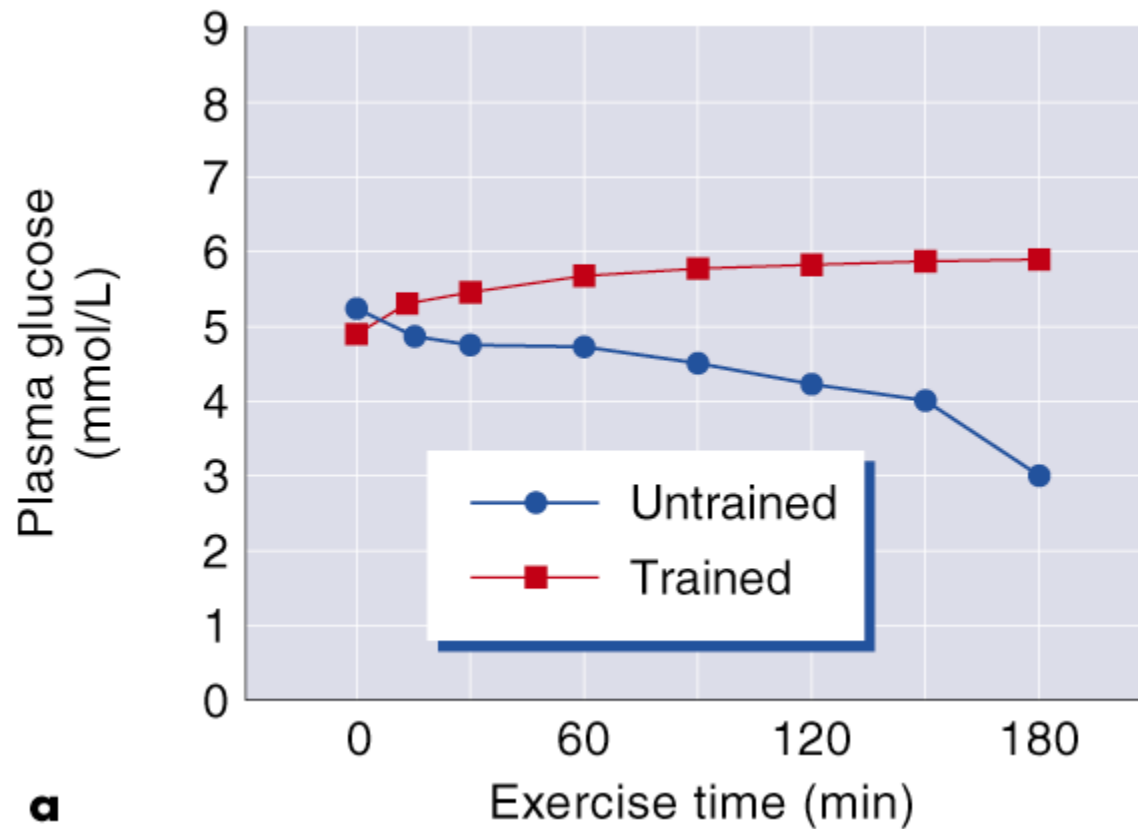
Gluconeogénesis





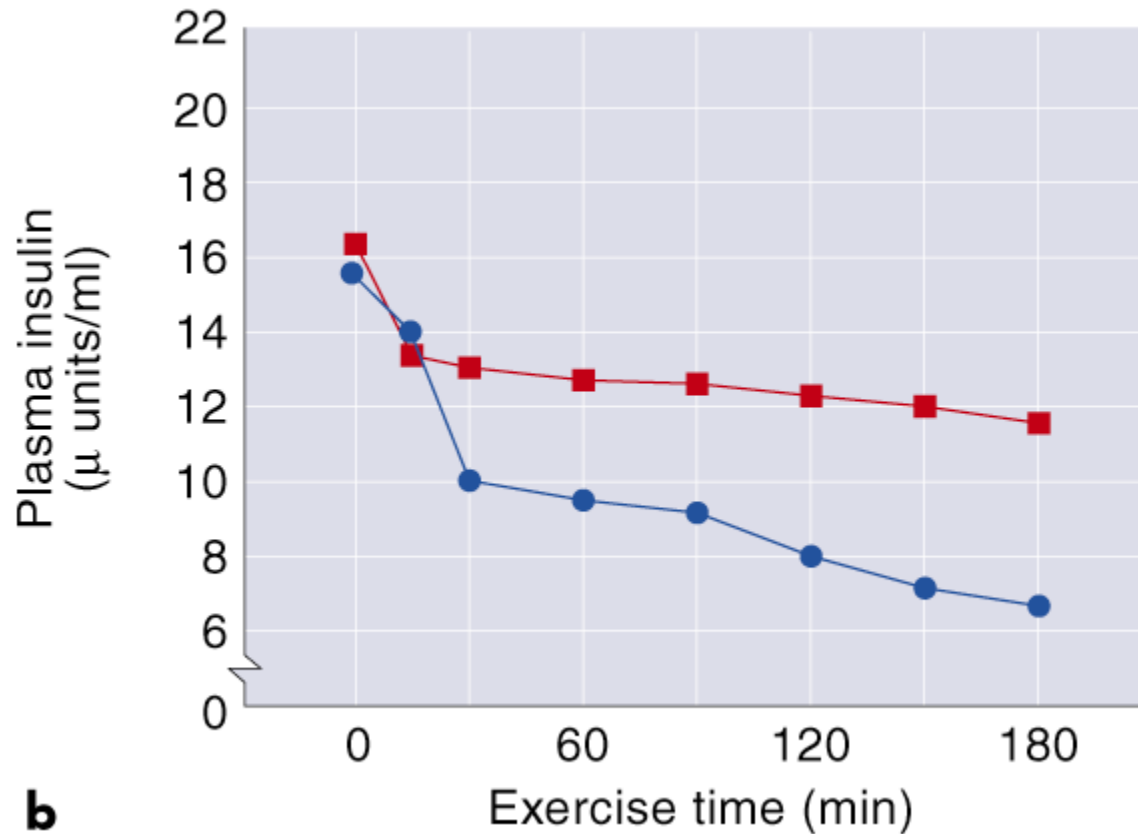


GLUCOSA PLASMÁTICA Y EL ENTRENAMIENTO



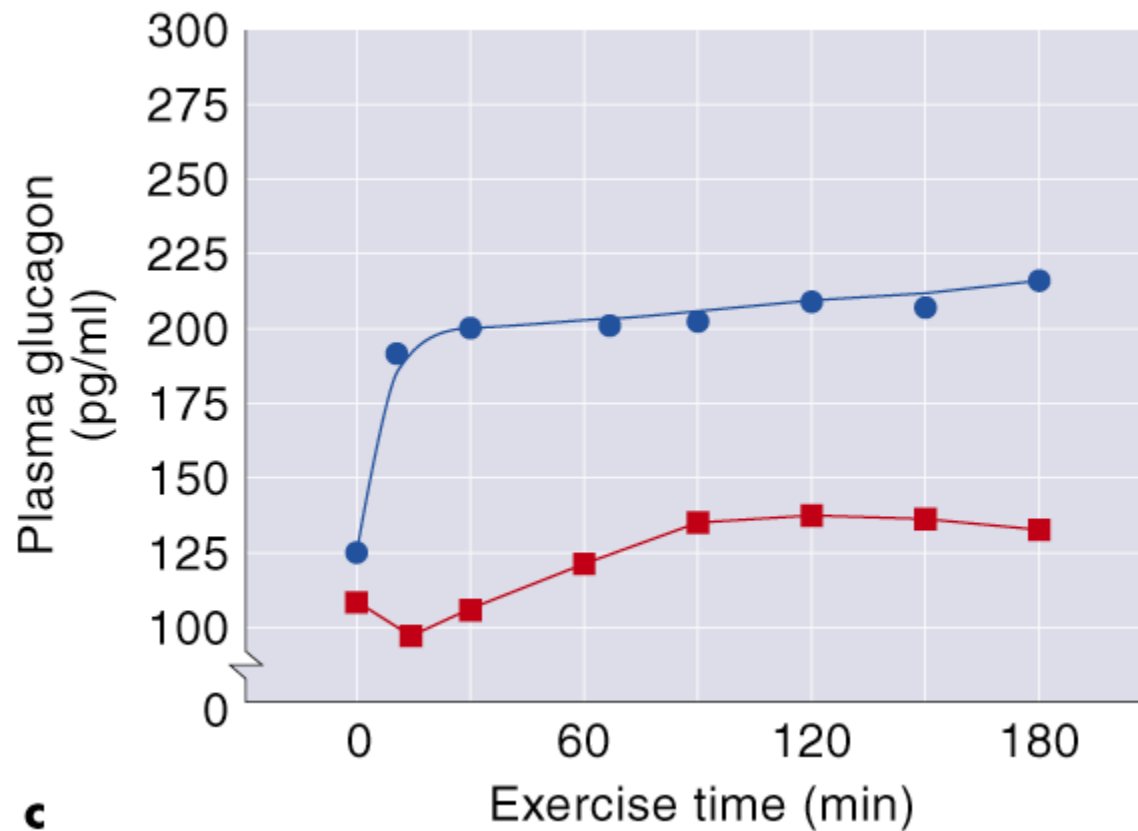
NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 134), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

INSULINA PLASMÁTICA Y EL ENTRENAMIENTO



NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 134), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

GLUCAGÓN PLASMÁTICO Y EL ENTRENAMIENTO



c

NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 134), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

HORMONAS REPRODUCTIVAS

- ♦ Andrógenos (i.e., testosterona)
- ♦ Estrógenos
- ♦ Progesteronas

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

DATOS IMPORTANTES

Aunque no represente un órgano endocrino principal, los riñones producen una hormona llamada ***eritropoyetina***, la cual regula la producción de los glóbulos rojos (eritrocitos) mediante la estimulación de las células en la médula ósea roja. Esta hormona es importante para los procesos de adaptación al entrenamiento y la altitud; esto es debido a la capacidad que poseen los glóbulos rojos para transportar el oxígeno.

Además, los riñones liberan ***renina***, una hormona y enzima involucrada en el control de la presión sanguínea y para el balance de los líquidos y electrolitos.



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

FUNCIÓN ENDOCRINA RENAL

RIÑONES

Hormona Liberada:

**Eritropoyetina
(Hormona Glucoproteínica Circulante)**

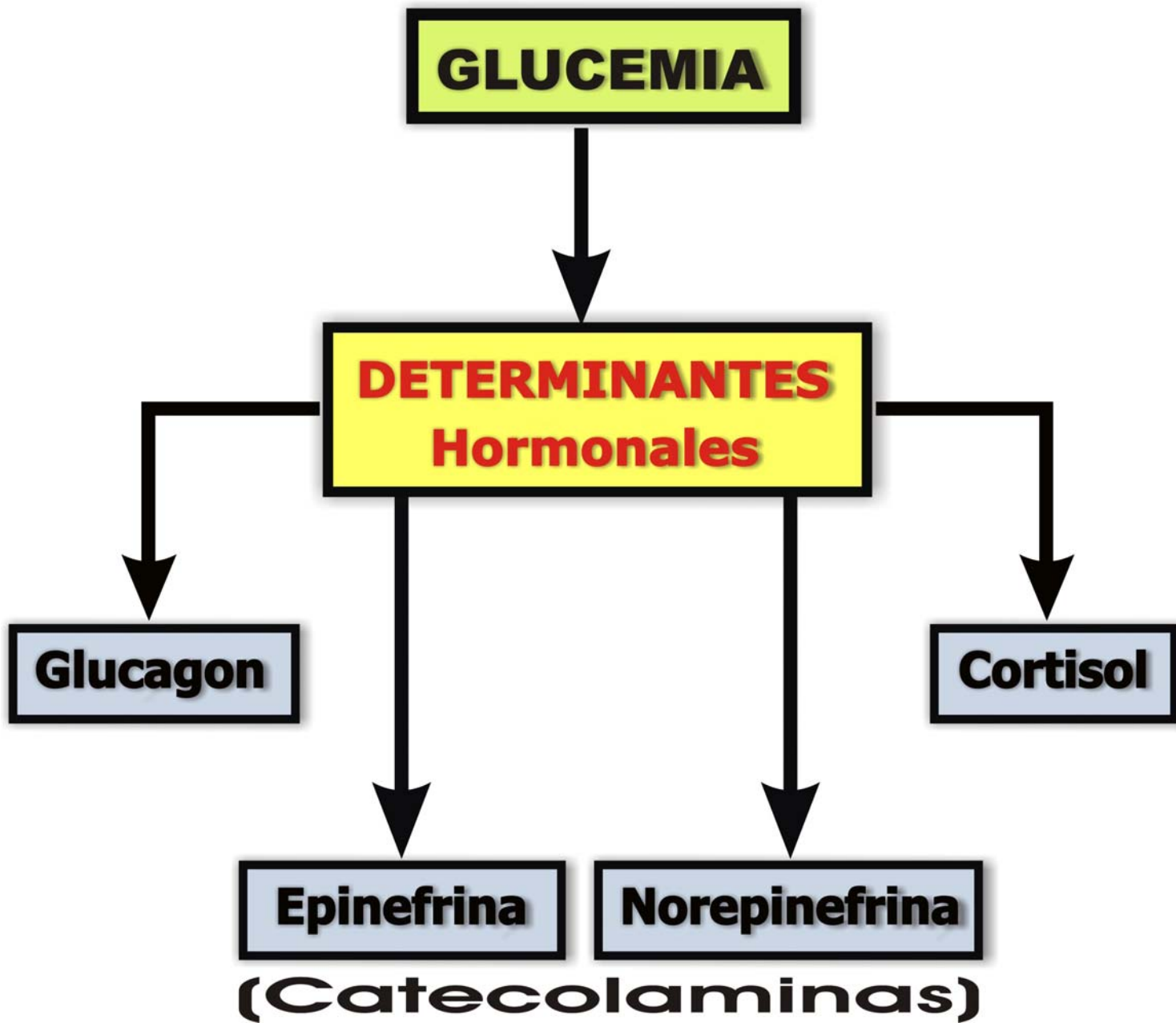
**Células
Médula Ósea**

**Regula
La Producción de
Globulos Rojos
(Eritrocitos, Hematies)**

HORMONAS QUE AUMENTAN EL METABOLISMO DE LA GLUCOSA

- ♦ Glucagón
- ♦ Epinefrina (adrenalina)
- ♦ Norepinefrina (noradrenalina)
- ♦ Cortisol

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



EJERCICIO

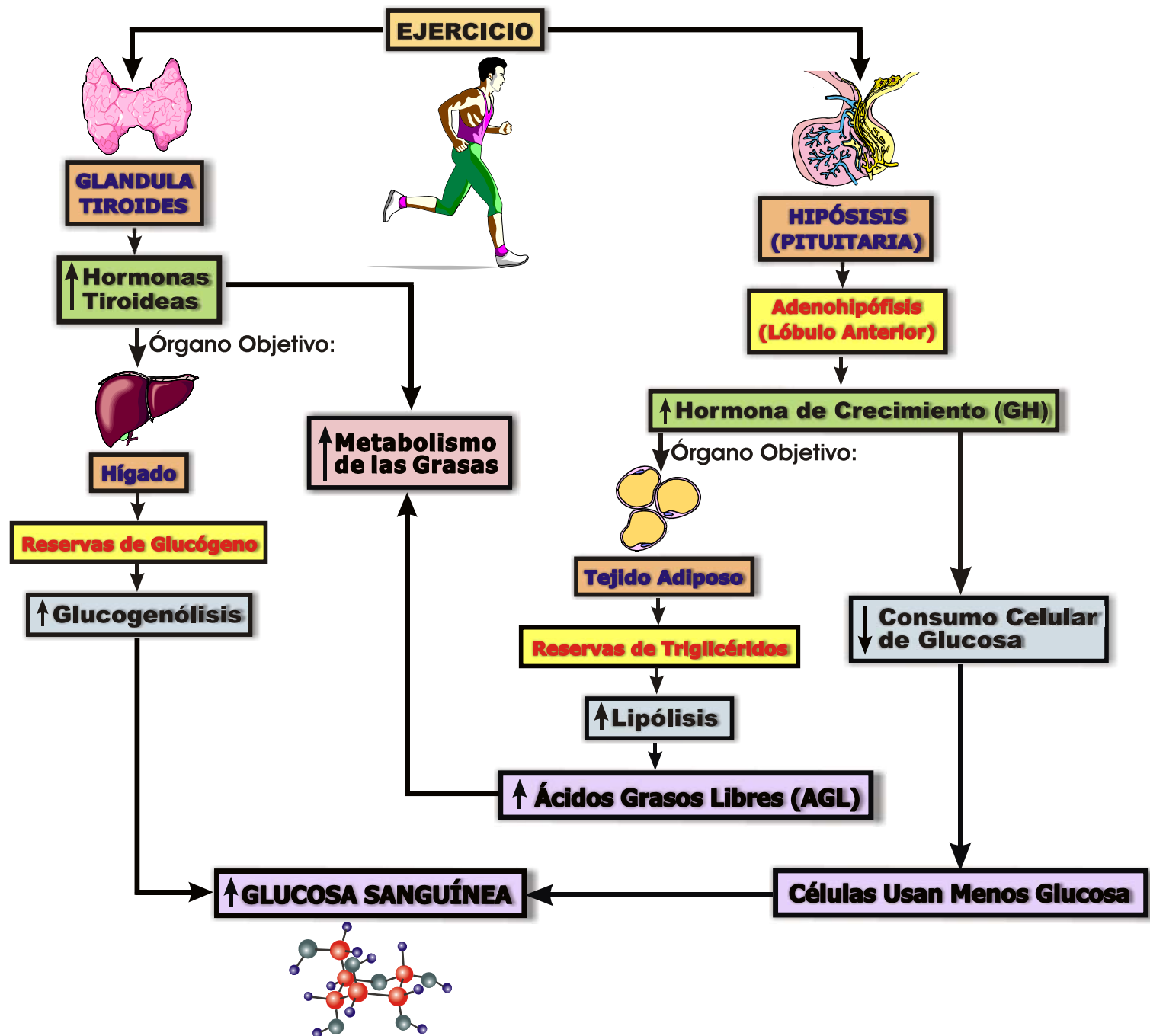
```
graph TD; A[EJERCICIO] --> B[Concentración de Glucosa Sanguínea]; B --> C[Determinantes]; C --> D[Consumo de Glucosa por Músculos Esqueletales Activos]; C --> E[Liberación de Glucosa por el Hígado];
```

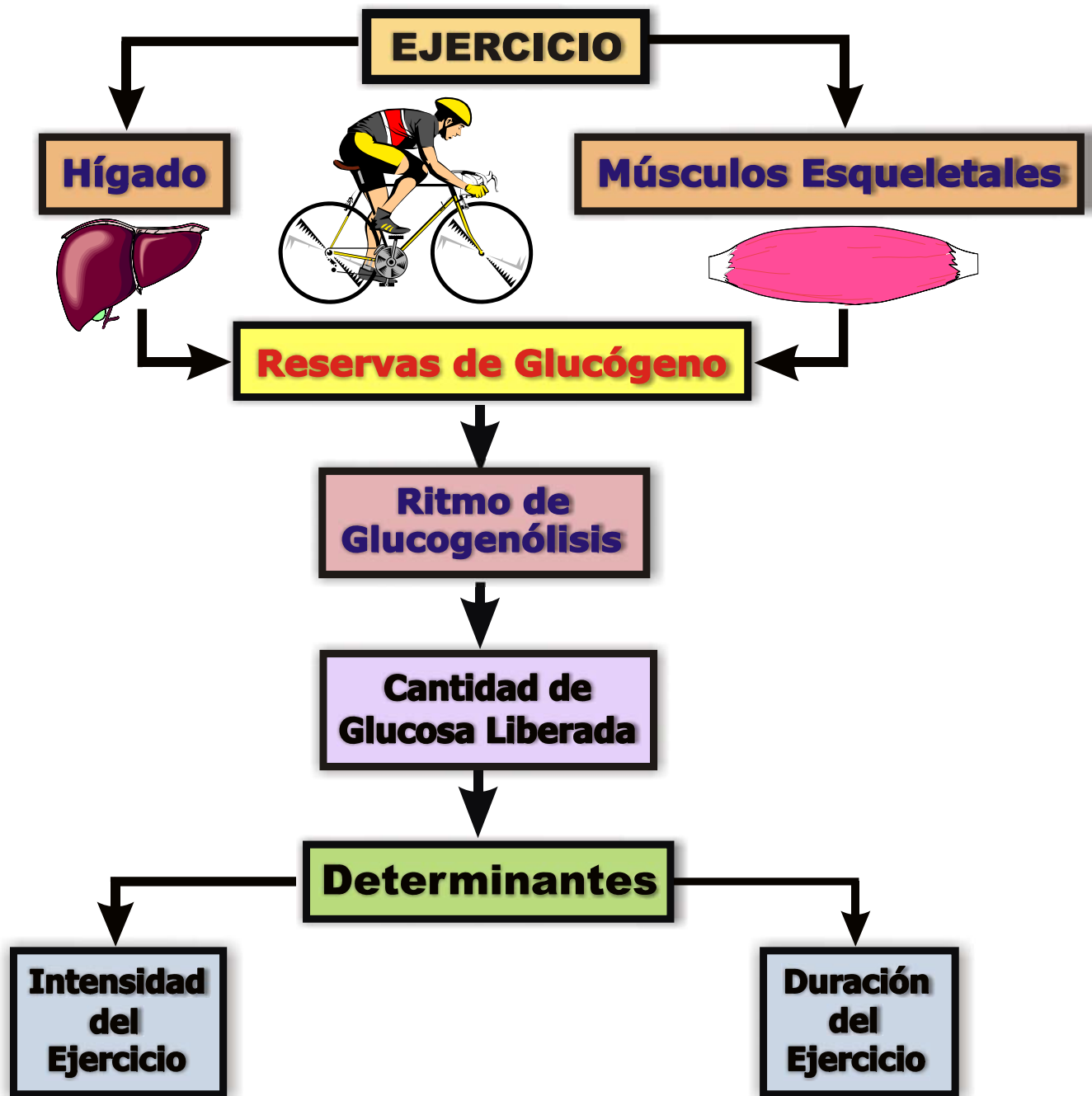
**Concentración de
Glucosa Sanguínea**

Determinantes

**Consumo de Glucosa
por
Músculos Esqueletales Activos**

**Liberación de Glucosa
por el
Hígado**





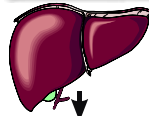
EJERCICIO



↑ Intensidad

↑ Ritmo de Liberación de Catecolaminas

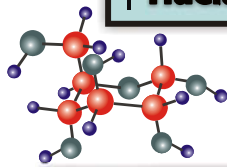
Hígado



Reservas de Glucógeno

↑ Glucogenólisis

↑ Liberación de Glucosa Hacia la Sangre



↓ Sobrepasa la:

Glucosa Utilizada por los Músculos Esqueléticos Activos



Alteración Homeostática de la Glucemia:

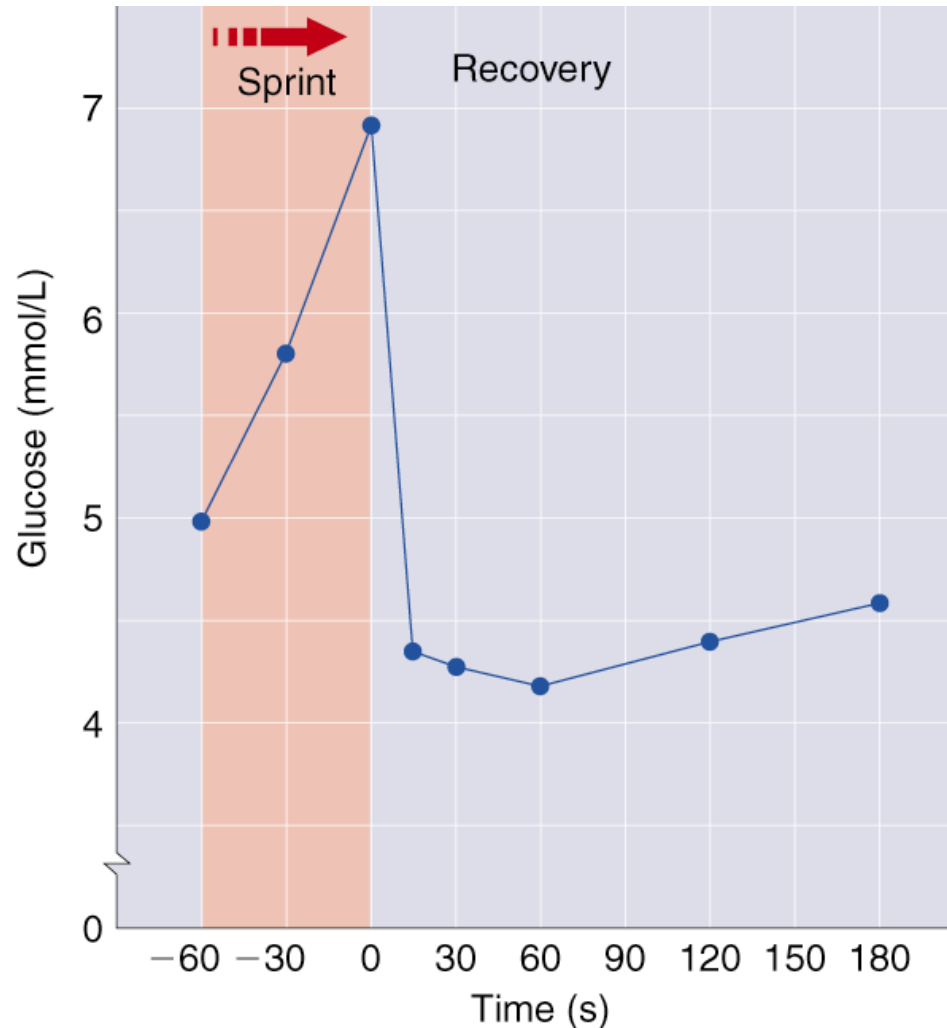
Glucosa Liberada



Glucosa Consumida

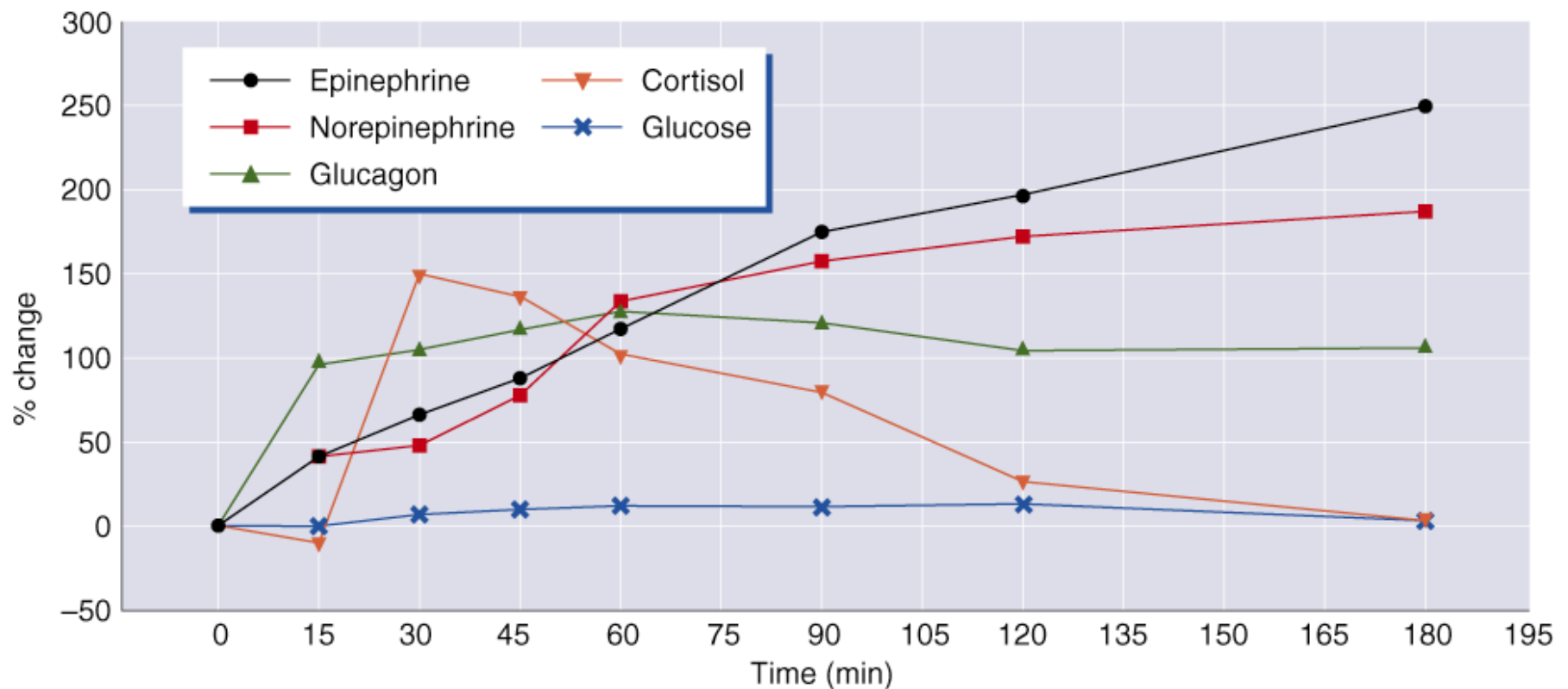
↑ Glucemia

NIVELES DE GLUCOSA SANGUÍNEA DESPUÉS DE SESIONES DE CICLISMO DE VELOCIDAD



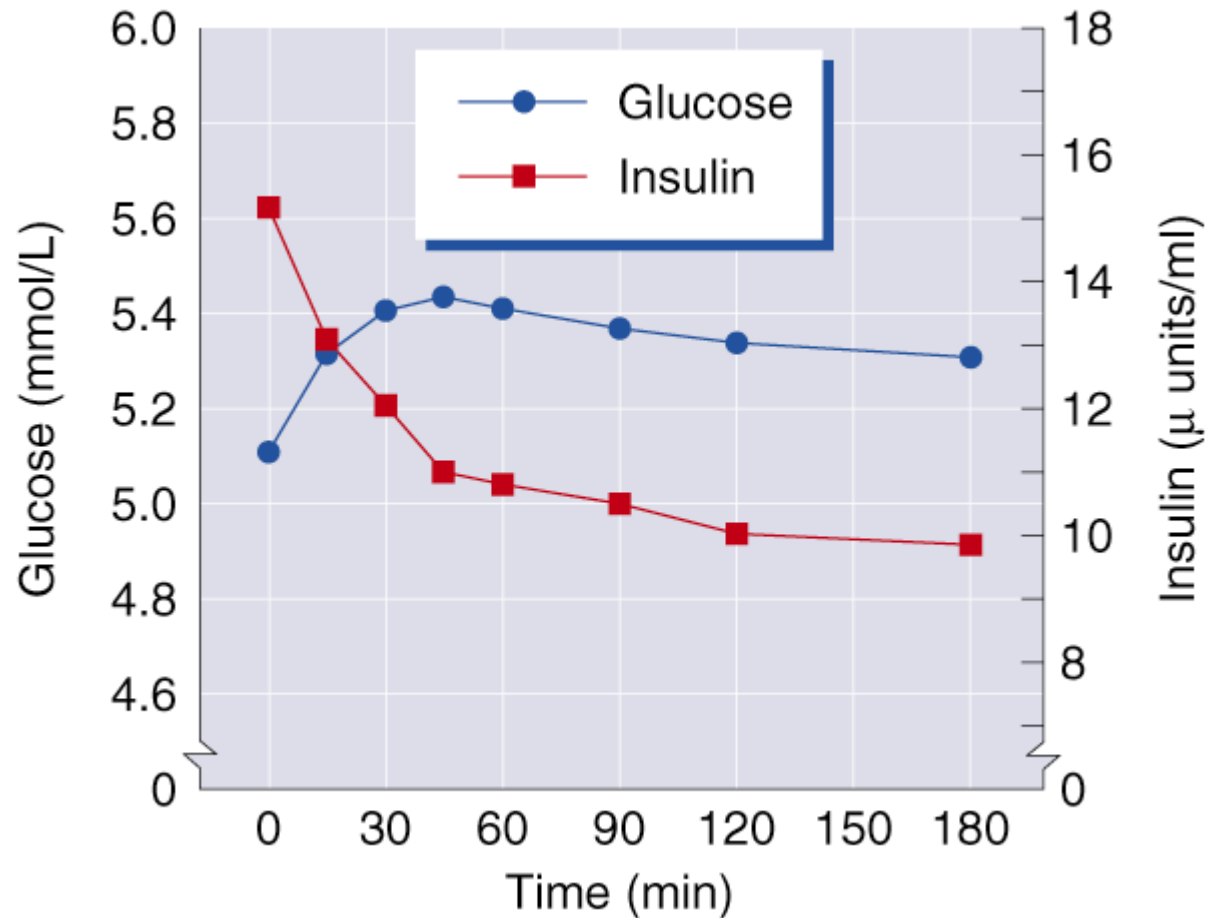
NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 137), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

NIVELES PLASMÁTICOS DE HORMONAS DURANTE UN EJERCICIO EN BICICLETA A 65% DEL $\dot{V}O_2\text{MAX}$



NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 137), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

NIVELES PLASMÁTICOS DE INSULINA DURANTE UN EJERCICIO EN BICICLETA A INTENSIDADES DE 65% A 75% DEL VO_2MAX



NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

DATOS IMPORTANTES

Cuando las reservas de los hidratos de carbono están bajas, las hormonas aceleran la oxidación de las grasas para asegurar que tus músculos adquieran la energía que necesitan. La tasa (frecuencia) para el degradamiento de las grasas en ácidos grasos libres (AGL) y glicerol puede, en parte, determinar la tasa a la cual los músculos utilizan las grasas como una fuente de combustible durante el ejercicio.

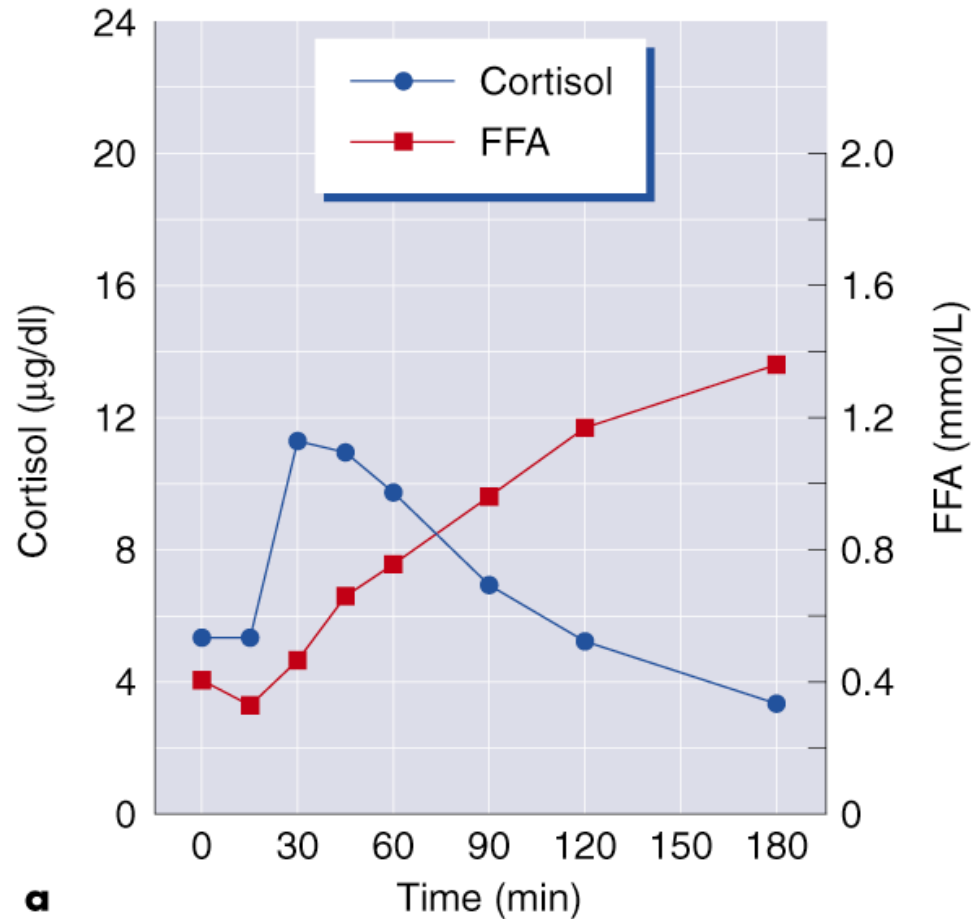
NOTA. Adaptado de: *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. 5ta. ed.; (pp. ?), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

HORMONAS QUE AUMENTAN EL METABOLISMO DE LAS GRASAS

- ♦ Cortisol
- ♦ Epinefrina (adrenalina)
- ♦ Norepinefrine (noradrenalina)
- ♦ Hormona de crecimiento

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

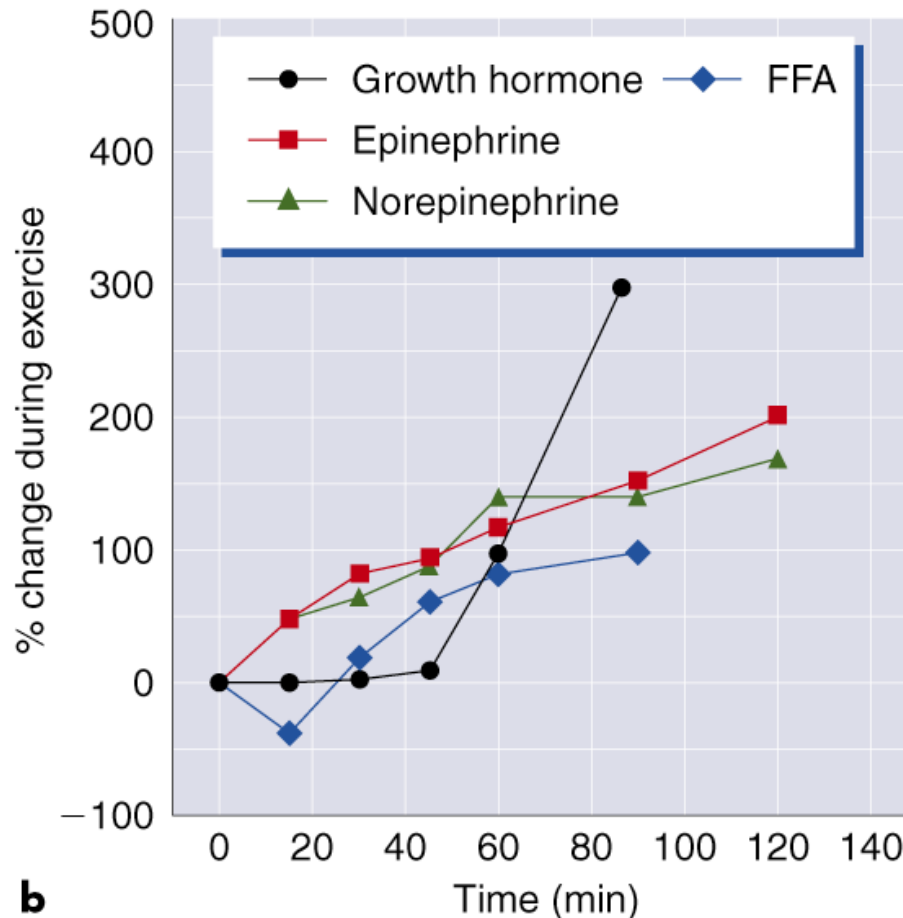
NIVELES PLASMÁTICOS DE AGL Y CORTISOL DURANTE UN EJERCICIO EN BICICLETA A INTENSIDADES DE 65% A 75% DEL $\dot{V}O_2\text{MAX}$



a

NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

NIVELES PLASMÁTICOS DE EPINEFRINA, NOREPINEFRINA, HORMONA DE CRECIMIENTO Y AGL DURANTE UN EJERCICIO EN BICICLETA CON INTENSIDADES DE 65% A 75% DEL $\dot{V}O_2$ MÁX



NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 138), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

RESUMEN

HORMONAS, METABOLISMO Y ENERGÍA

- ♦ Las hormonas glucagón, epinefrina, norepinefrina y cortisol ayudan a promover la glucogenólisis y la gluconeogénesis; consecuentemente, aumentan los niveles de la glucosa plasmática cuando se necesite.
- ♦ La insulina facilita el transporte de la glucosa hacia las fibras musculares.
- ♦ Durante un ejercicio prolongado, los niveles de glucosa disminuyen, lo cual indica que el ejercicio facilita la acción insulínica, de modo que menos se requiera durante el ejercicio, en comparación con el reposo.

(continúa)

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

RESUMEN

HORMONAS, METABOLISMO Y ENERGÍA

- ♦ Cuando existen niveles bajos en las reservas de los hidratos de carbono, los hormonas cortisol, epinefrina, norepinefrina y la hormona de crecimiento facilitan la oxidación de las grasas.
- ♦ El **cortisol** acelera la lipólisis, lo cual libera en la sangre ácidos grasos libres, de manera que puedan ser captados por las células y utilizados para la producción de energía.

(continúa)

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

RESUMEN

HORMONAS, METABOLISMO Y ENERGÍA

- ♦ Durante un ejercicio prolongado, los niveles de cortisol alcanzan su máximo y luego regresan cerca de sus niveles normales. En este momento, las catecolaminas y la hormona de crecimiento asumen la función del cortisol en lo que respecta a la liberación de ácidos grasos libres hacia la sangre.

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

HORMONAS, LÍQUIDO Y BALANCE DE ELETRÓLITOS

Aldosterona—Liberada por la corteza adrenal como respuesta a la disminución de la presión sanguínea; promueve la reabsorción de sodio en los riñones y aumenta el volumen del plasma.

Hormona antidiurética (ADH)—Liberada de la pituitaria posterior en respuesta al aumento de la osmolaridad sanguínea; promueve la conservación del agua al incrementar el volumen plasmático.

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

GLÁNDULAS SUPRARRENALES

**CORTEZA ADRENAL
(Zona Glomerular)**

Mineracorticoides

Hormona Principal:

Aldosterona

(Hormona Esteroides)

(Responsable del 95% de toda la Actividad Mineracorticoide)

Función:

EN: Ambiente Interno-Líquido Extracelular

**Homeostasia Hidro-Electrolítica
(Mantener Equilibrio del Agua y Electrólitos)**

Incluye:

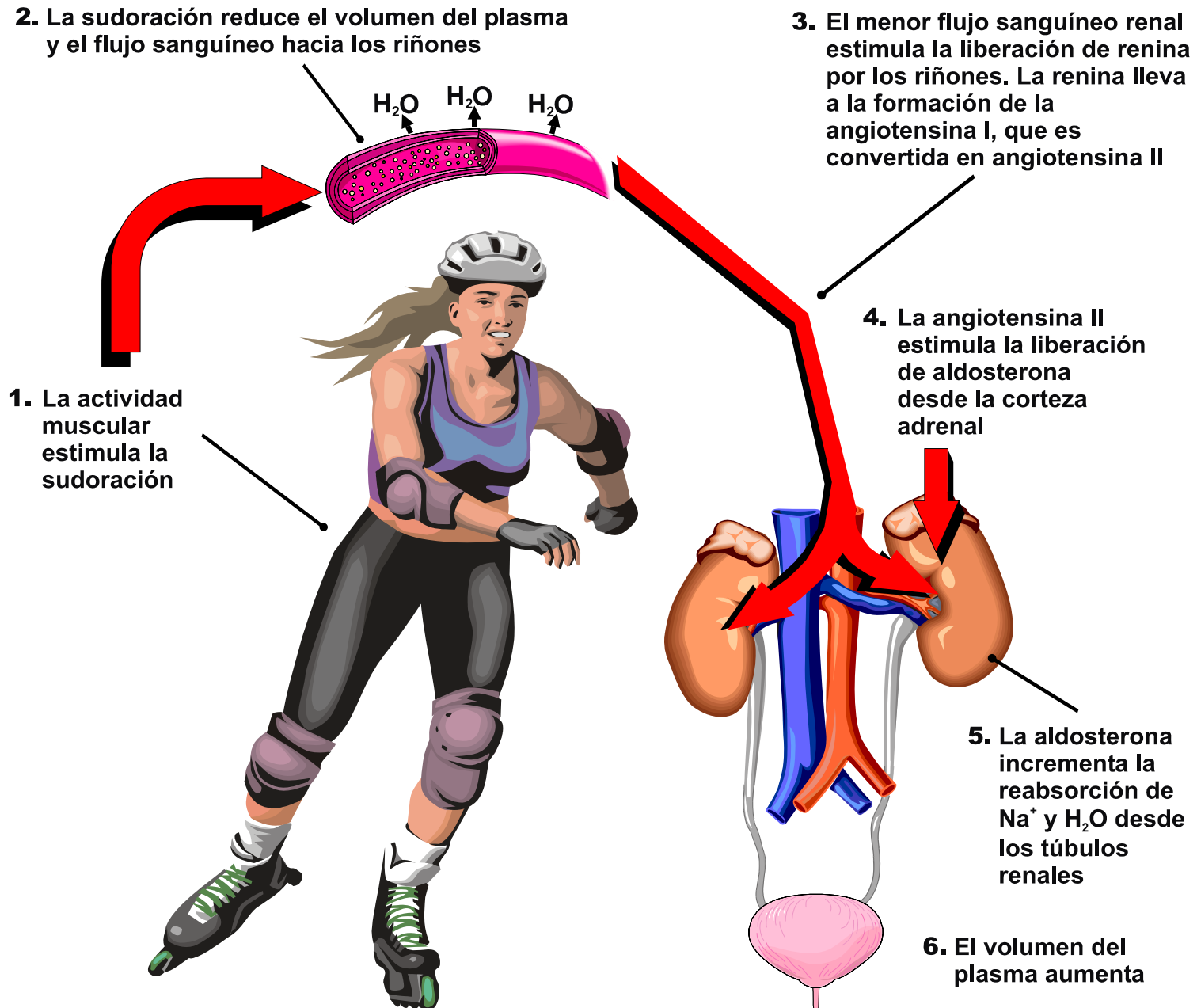
**Sodio
(Na⁺)**

**Sodio
(Na⁺)**

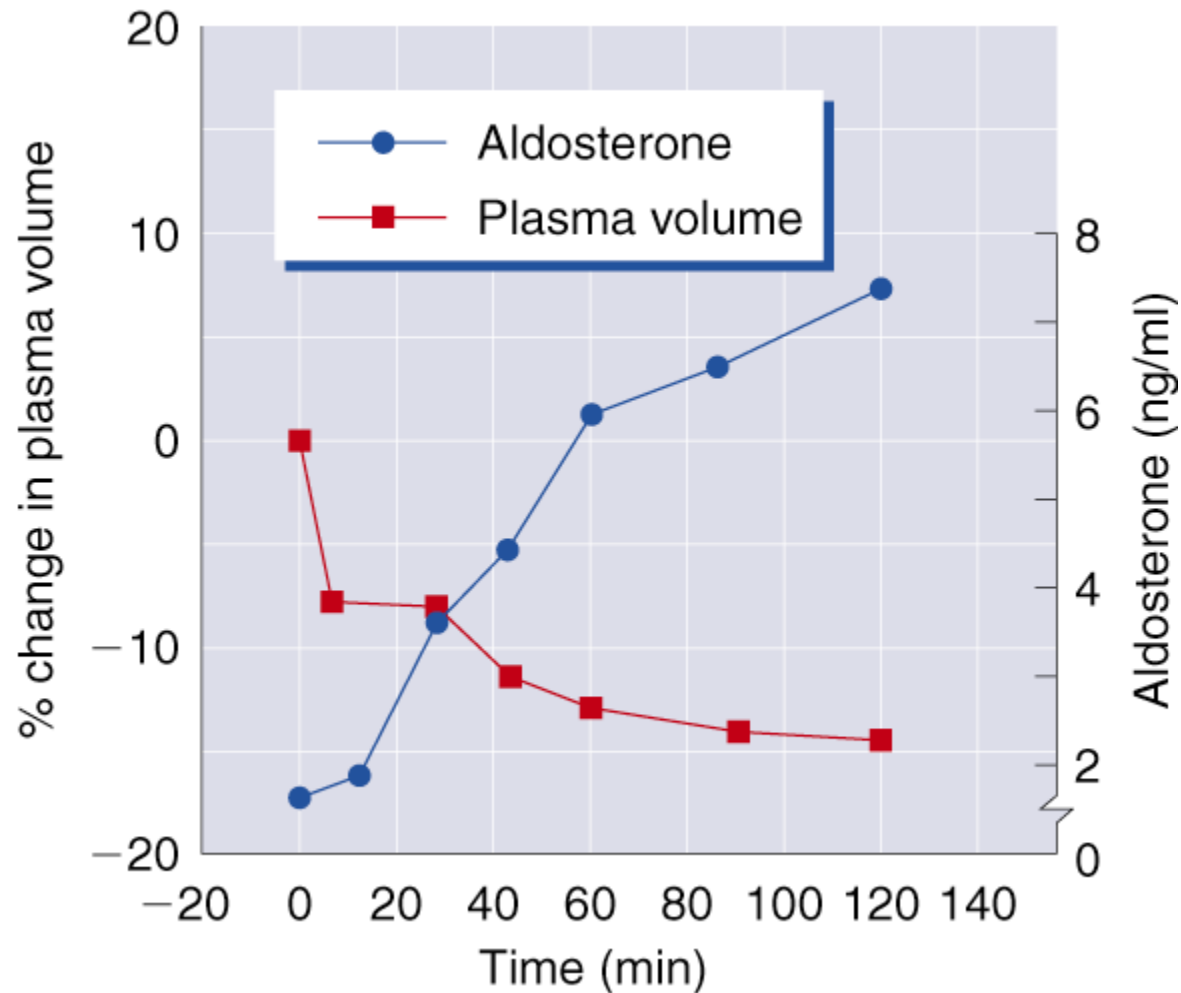
MECANISMO DE RENINA-ANGIOTENSINA

NOTA.

Adaptado de:
Fisiología del Esfuerzo y del Deporte.
5ta. ed.; (p. 178), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.



EL VOLUMEN DEL PLASMA Y LA ALDOSTERONA DURANTE EL CICLISMO



NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 141), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

DATOS IMPORTANTES

Luego de la reducción inicial, el volumen del plasma se mantiene relativamente constante a lo largo del ejercicio, debido a:

1. Las acciones de aldosterona y ADH,
2. El agua que retorna desde los músculos activos hacia la sangre y
3. El aumento en la cantidad del agua producida mediante la oxidación metabólica dentro de los músculos.

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

CÓMO EL ADH CONSERVA EL AGUA CORPORAL

2. La sudoración produce pérdida de plasma de la sangre, que ocasiona hemoconcentración y una mayor osmolaridad de la sangre

3. La mayor osmolaridad de la sangre estimula el hipotálamo

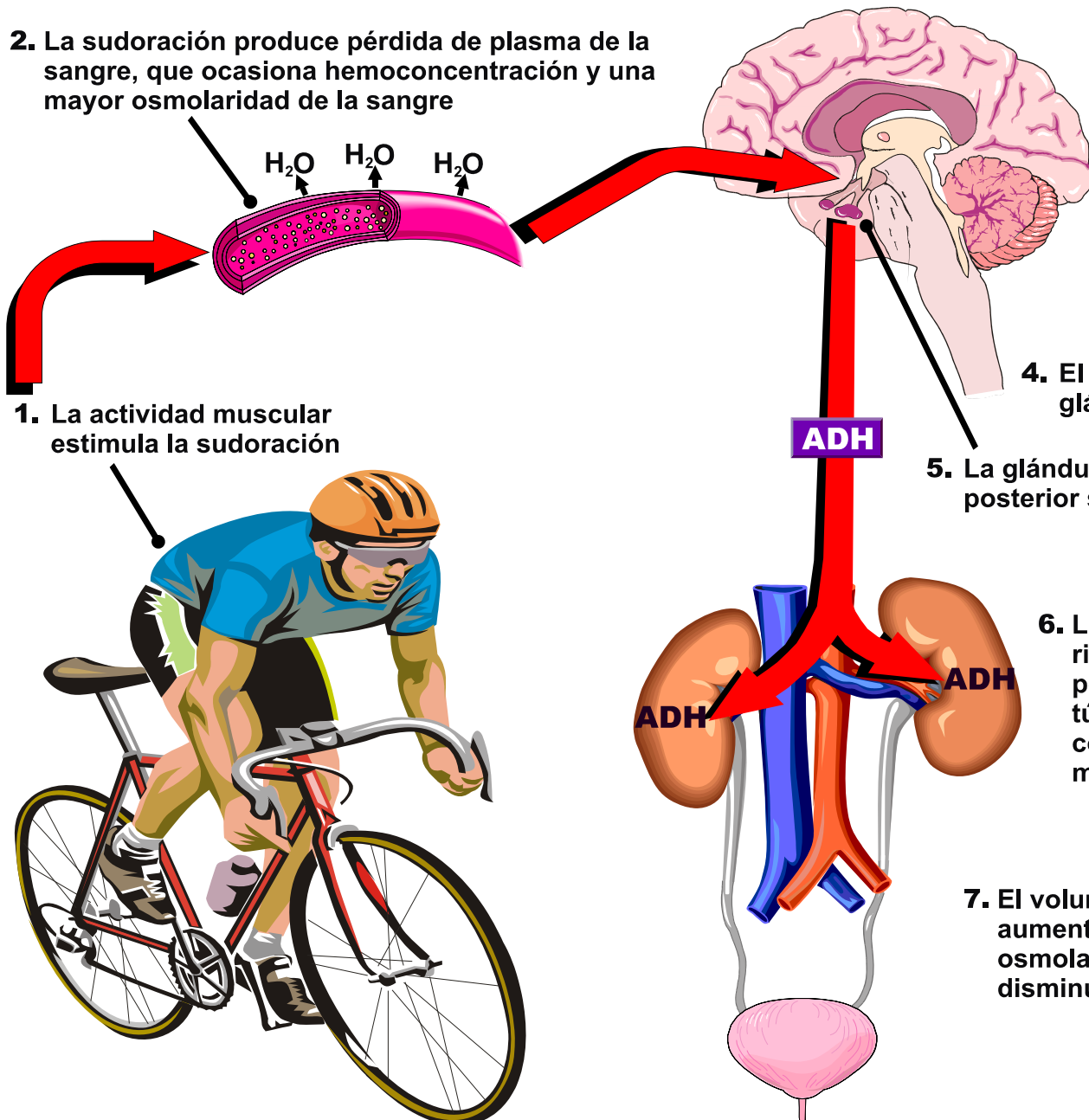
1. La actividad muscular estimula la sudoración

4. El hipotálamo estimula la glándula pituitaria posterior

5. La glándula pituitaria posterior segrega ADH

6. La ADH actúa sobre los riñones, incrementando la permeabilidad al agua de los túbulos renales y recogiendo conductos, llevando a una mayor reabsorción de agua

7. El volumen del plasma aumenta, por lo que la osmolaridad de la sangre disminuye



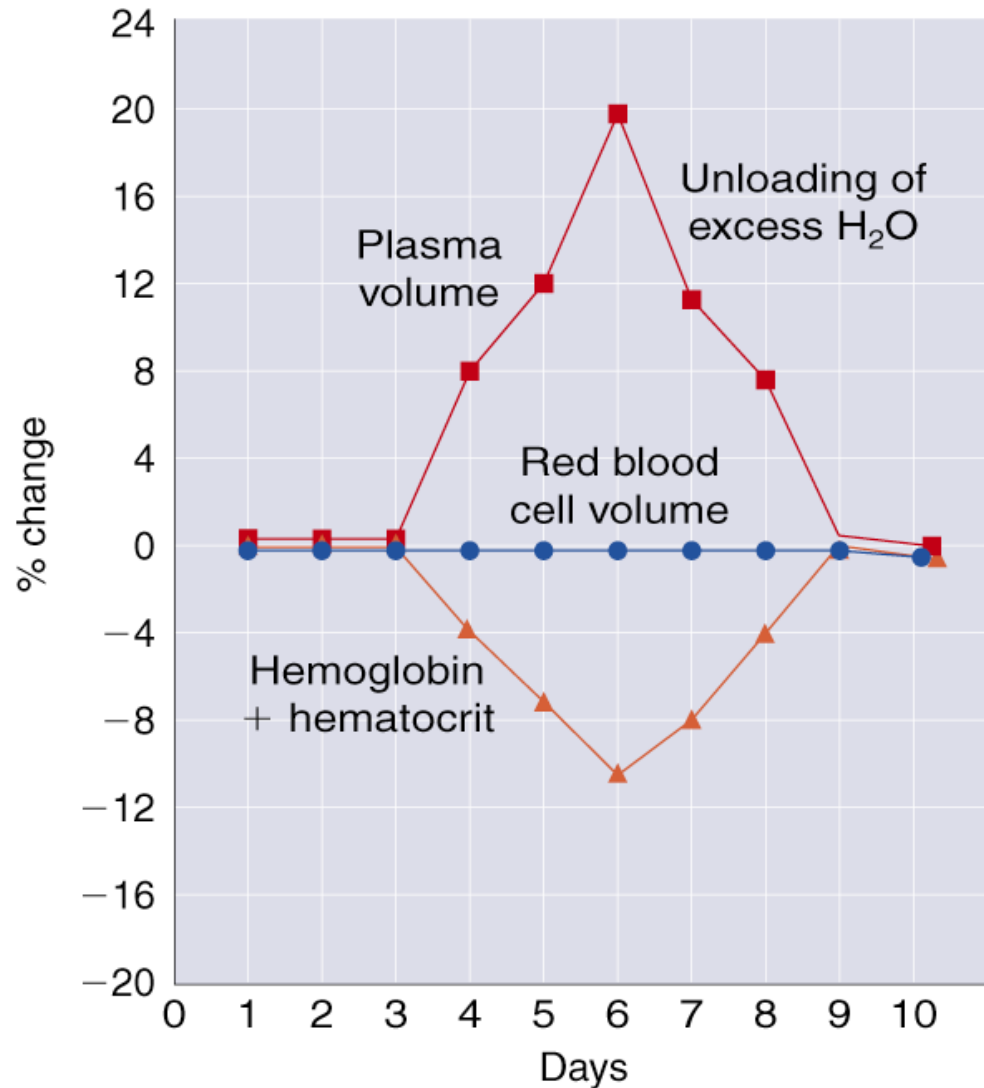
NOTA.
Adaptado de:
Fisiología del Esfuerzo y del Deporte.
5ta. ed.; (p. 165), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 2004, Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Copyright 2004 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

BALANCE DE LÍQUIDO LUEGO DEL EJERCICIO

La pérdida de líquido de la sangre resulta en **hemoconcentración**—una concentración de partículas en la sangre. Por el otro lado, la **Hemodilución** representa una dilución de los constituyentes sanguíneos, ocasionado por un aumento en el líquido de la sangre.

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

CAMBIOS EN EL VOLUMEN DEL PLASMA



NOTA. Reproducido de: *Physiology of Sport and Exercise*. (p. 141), por J. H. Wilmore, & D. L. Costill, 1994, Champaign, IL: Human Kinetics. Copyright 1994 por Jack H. Wilmore y David L. Costill.

RESUMEN

HORMONAS Y BALANCE DE LÍQUIDOS

- ♦ La **aldosterona** y la **ADH** representan las dos hormonas principales involucradas para la regulación del balance de líquidos.
- ♦ Cuando disminuye el volumen del plasma o la presión arterial, los riñones producen renina, el cual, eventualmente, se convierte en **angiotensina II**.
- ♦ La angiotensina II aumenta la resistencia periférica arterial, lo cual induce a la liberación de aldosterona.

(continúa)

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

RESUMEN

HORMONAS Y BALANCE DE LÍQUIDOS

- ♦ La **aldosterona** promueve la reabsorción de sodio en los riñones, lo cual induce la retención de agua y, consecuentemente, un aumento en el volumen plasmático.
- ♦ La hormona **ADH** se libera como respuesta a un aumento en la osmolaridad del plasma y actúa sobre los riñones para promover la conservación de agua.
- ♦ Como consecuencia, el volumen del plasma aumenta, lo cual resulta en la dilución de los solutos plasmáticos y reducción de la osmolaridad sanguínea.

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