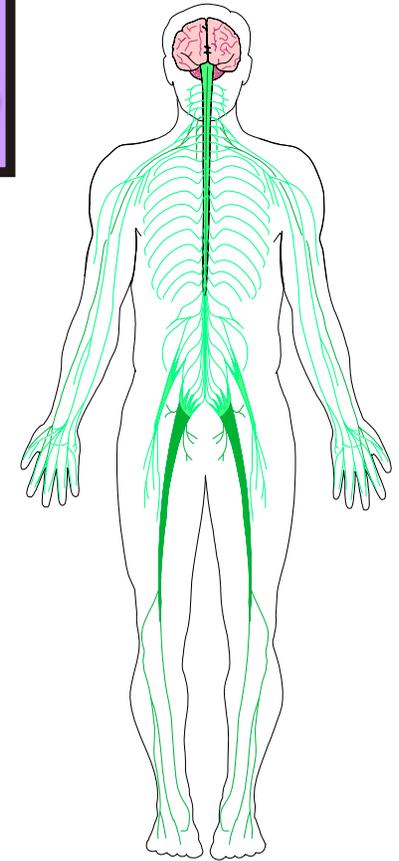
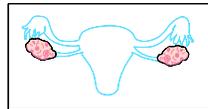
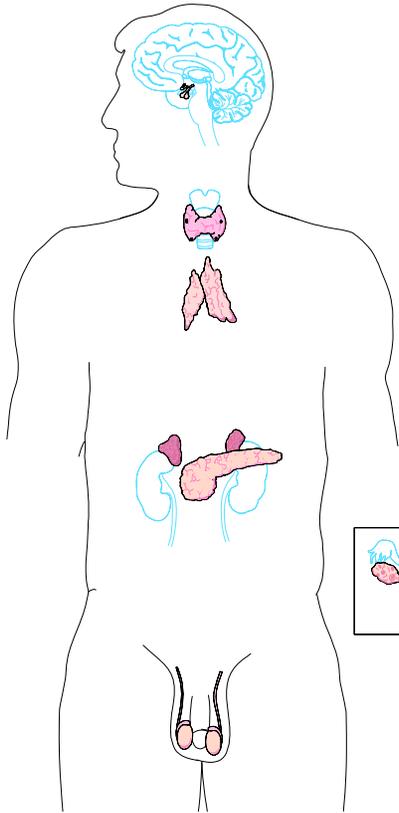

RESPUESTAS DEL SISTEMA ENDOCRINO DURANTE UN EJERCICIO AGUDO

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

SISTEMAS:

Endocrino y Nervioso

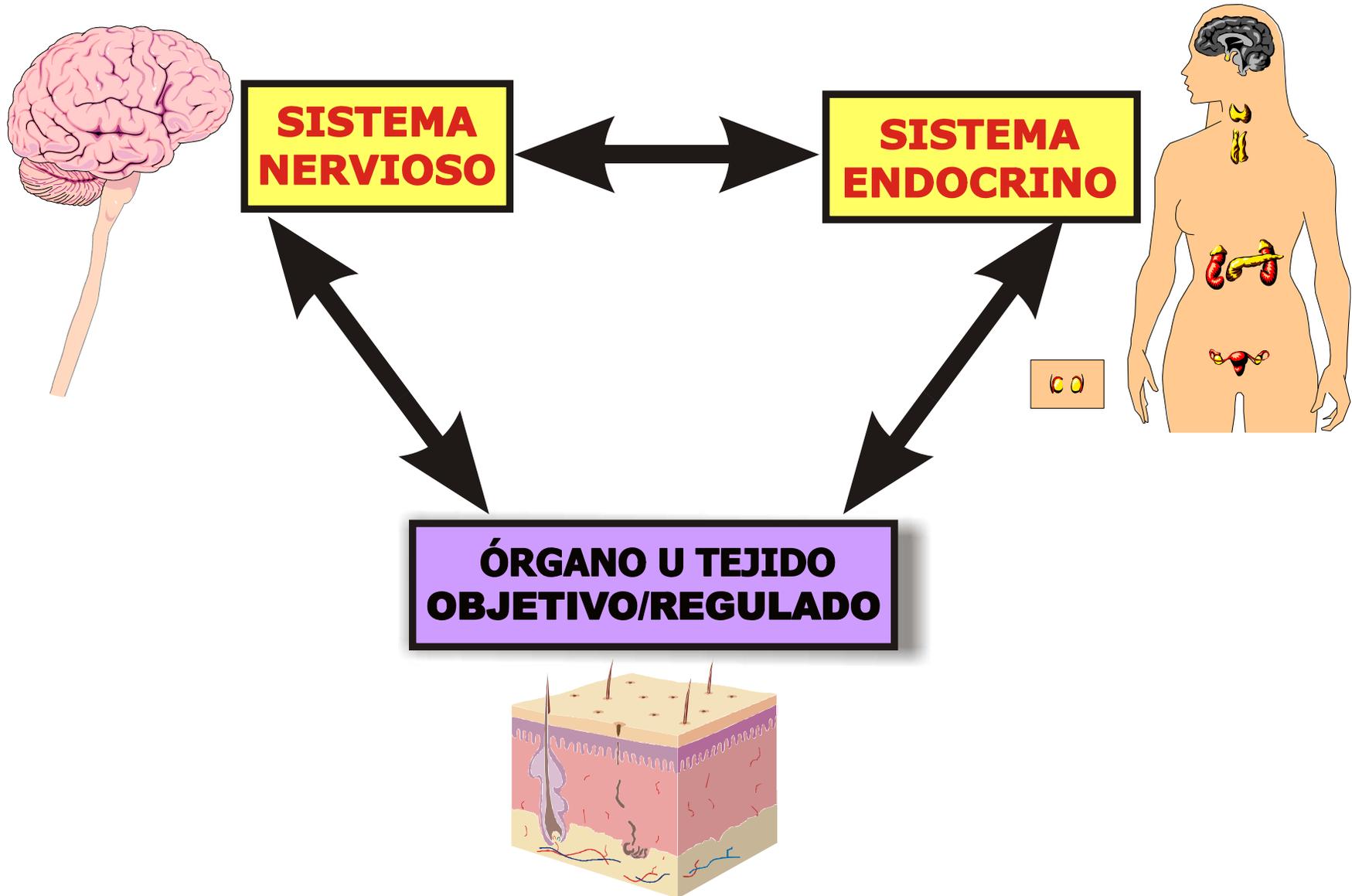


**TRABAJAN
Coordinadamente**

para:

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

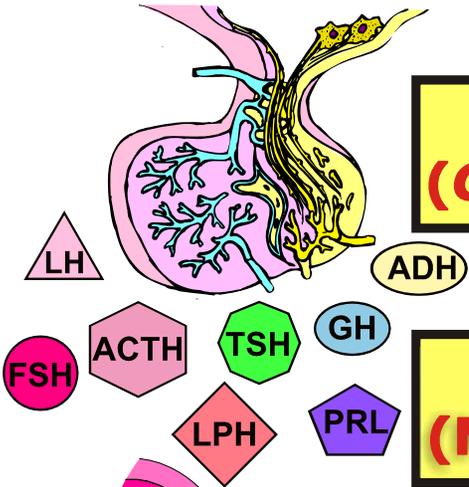
SISTEMA DE CONTROL INTEGRADO



SISTEMA ENDOCRINO

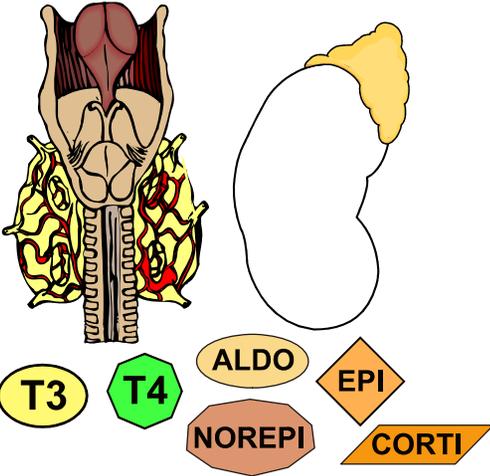
Incluye:

Tejidos o Glándulas
(Glándulas Endocrinas)



Segregan:

HORMONAS
(Mensajeros Químicos)



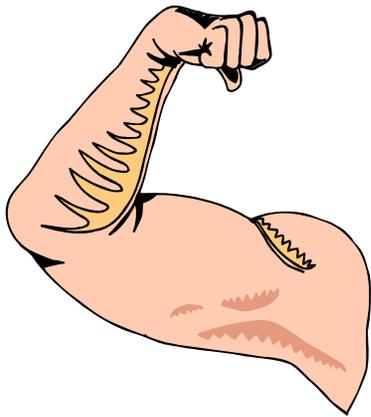
Directamente a la:

SANGRE



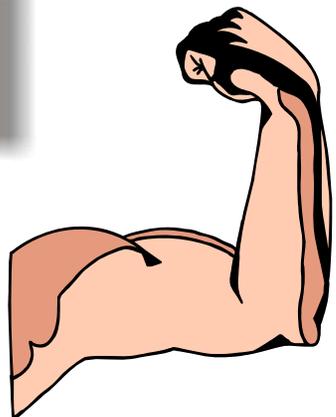
Hacia:

CÉLULAS OBJETIVO
Específicas



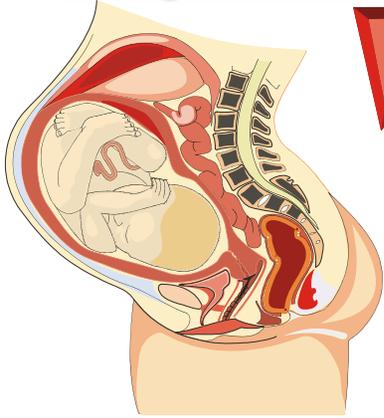
Regulación:

Controlan la
Actividad del
TEJIDO OBJETIVO

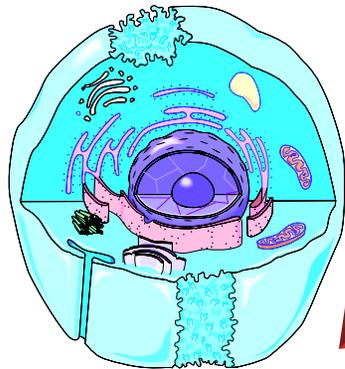


HORMONAS

Reproducción

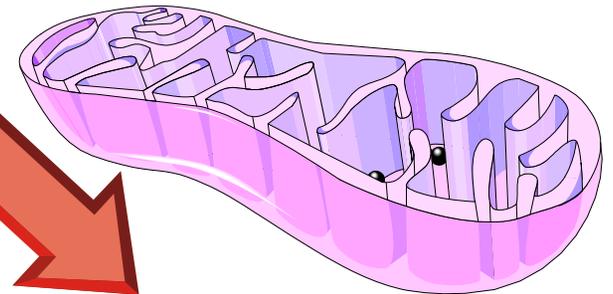


Crecimiento y Desarrollo

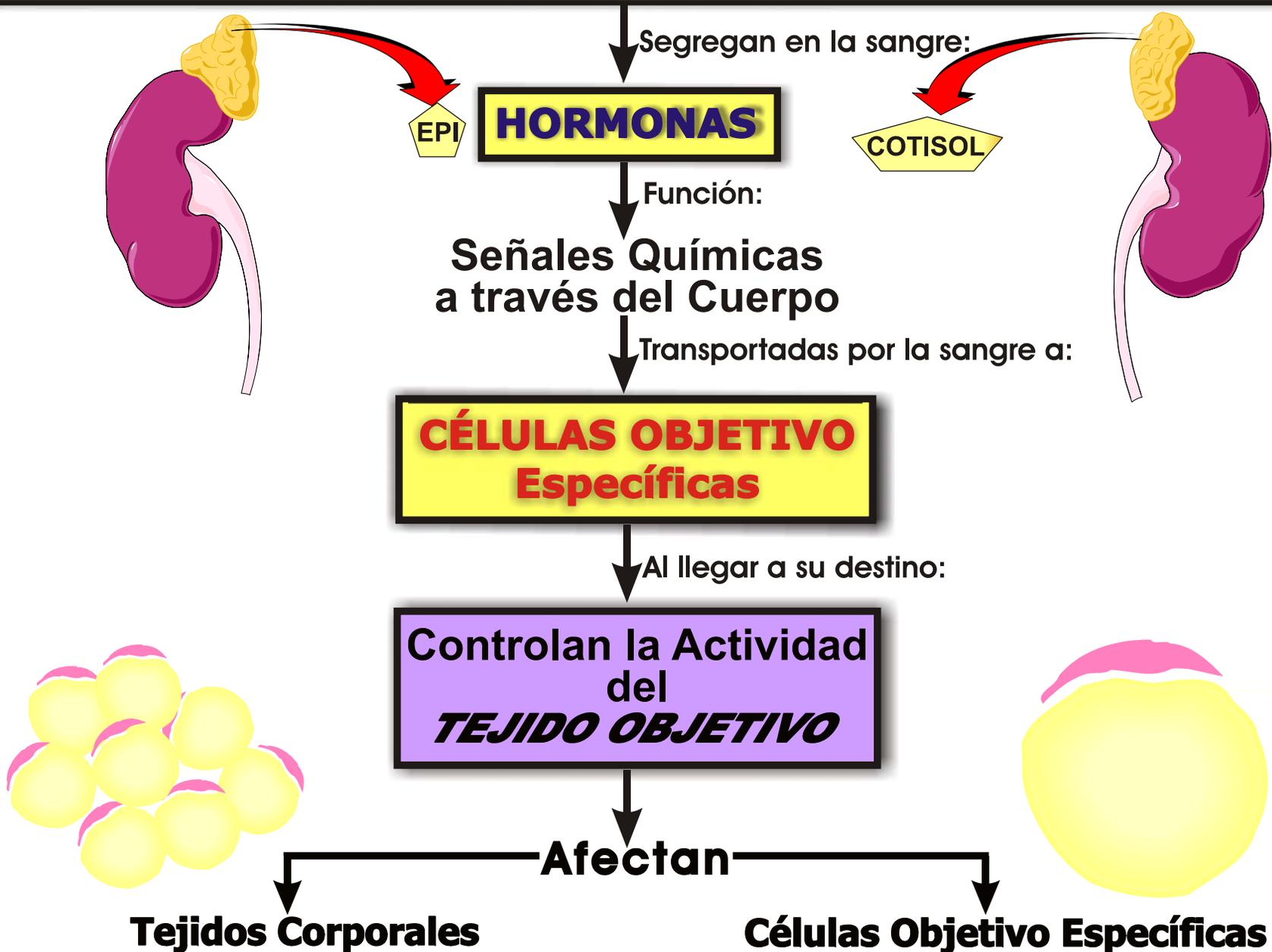


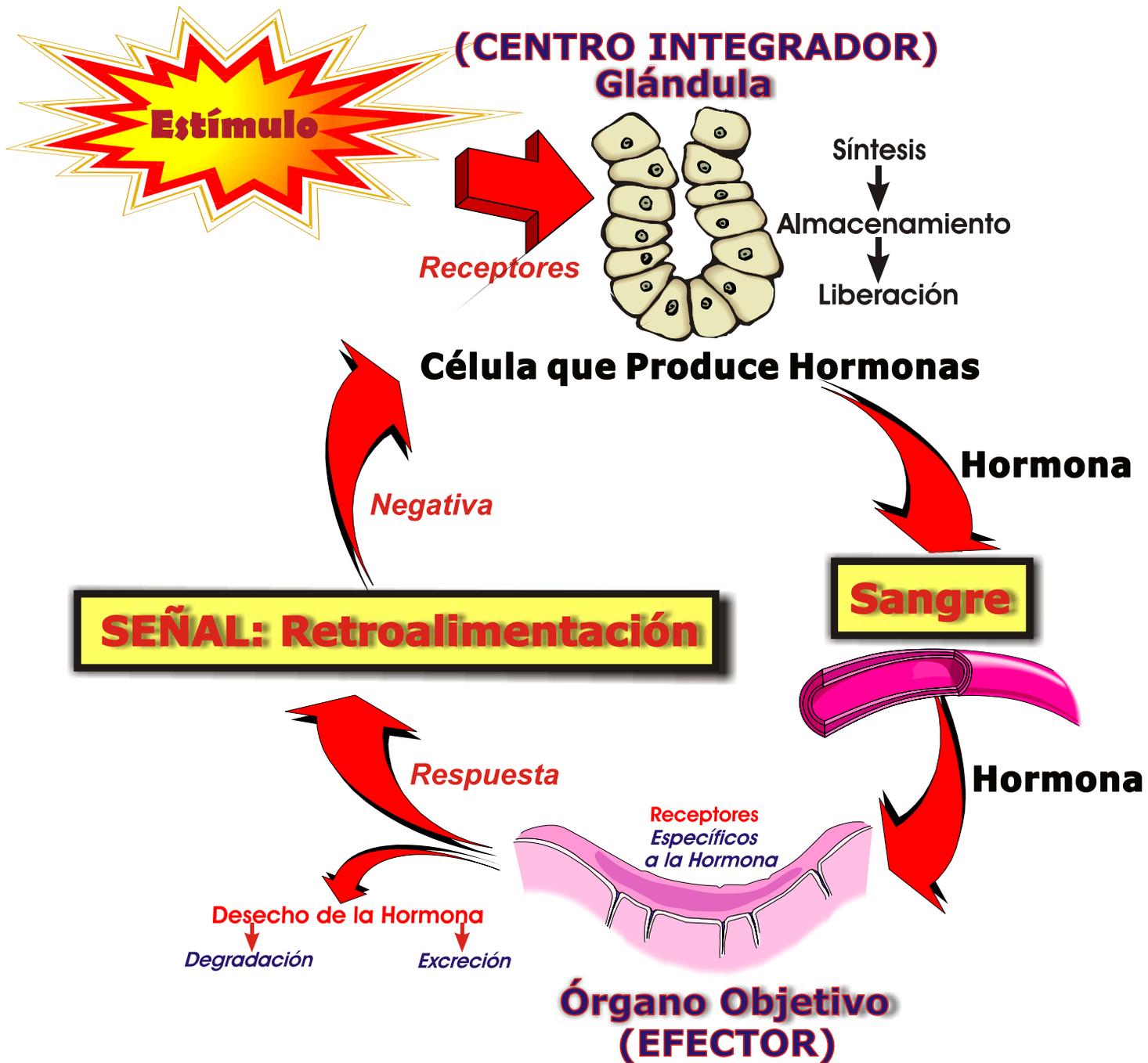
Mantenimiento del Medio Interno

Producción, Utilización y Almacenamiento de Energía



GLÁNDULAS/CÉLULAS ENDOCRINAS ESPECIALIZADAS



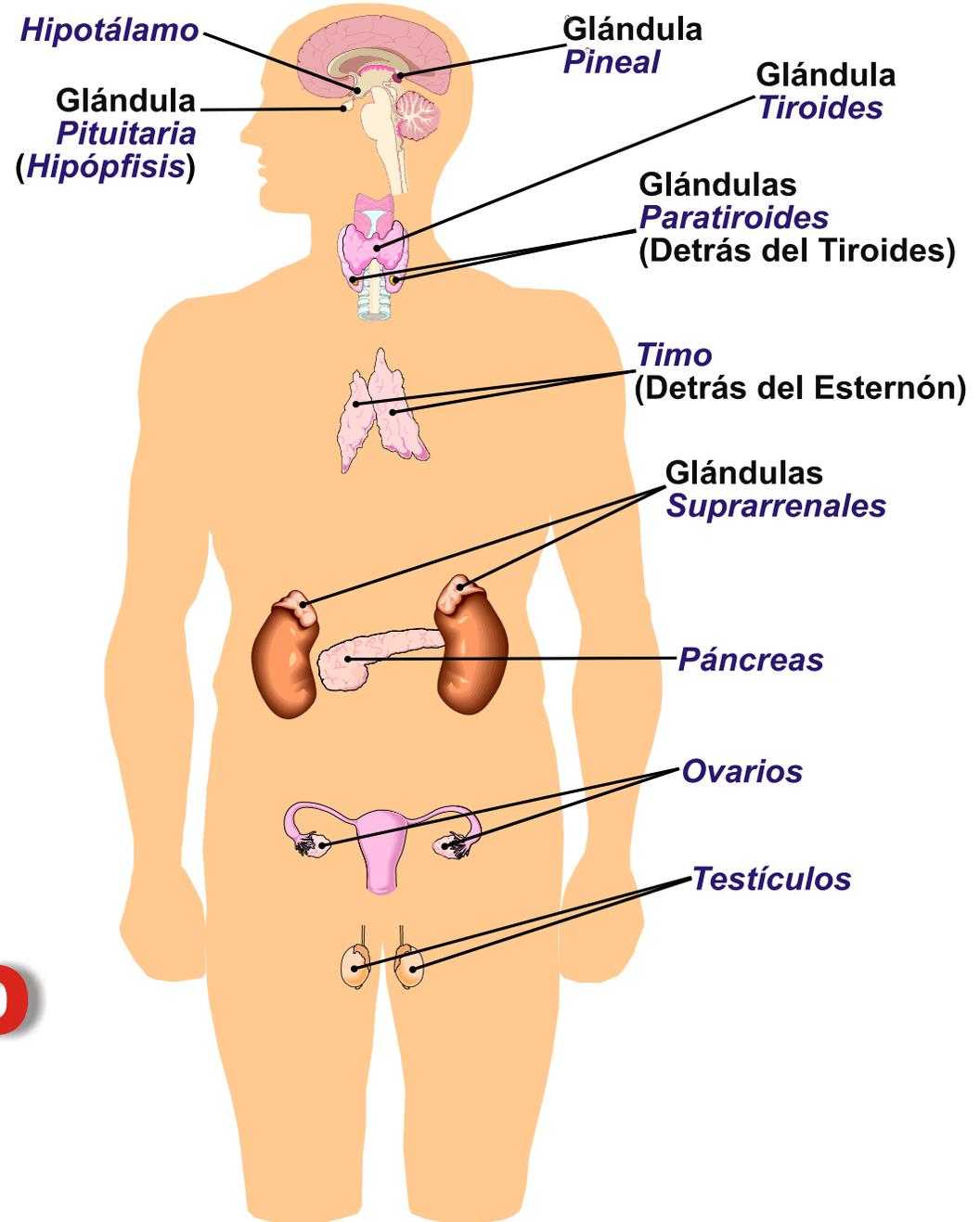


ÓRGANOS

DEL

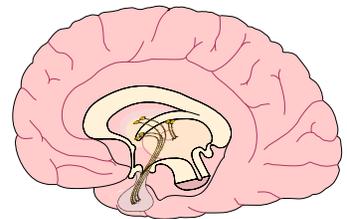
SISTEMA

ENDOCRINO

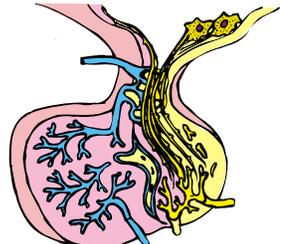


GLÁNDULAS ENDOCRINAS

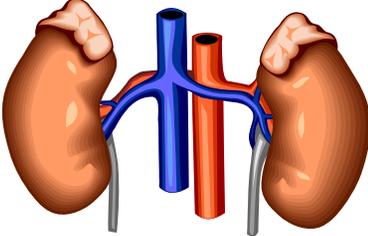
Hipotálamo



Pituitaria (Hipófisis)



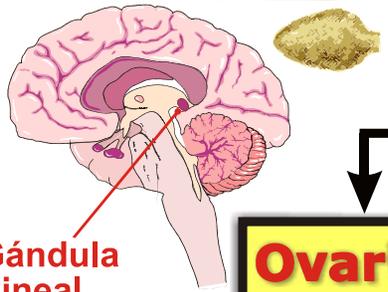
Suprarrenales



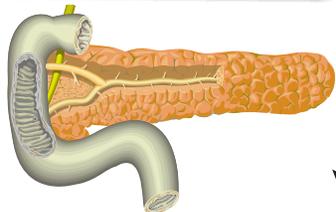
Tiroides



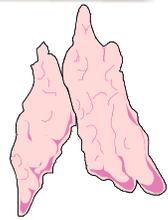
Pineal



Páncreas



Timo

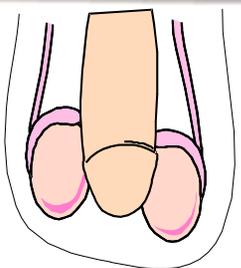


Gónadas

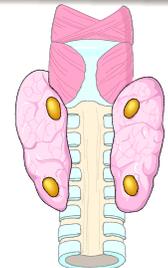
Ovarios



Testículos



Paratiroides



HORMONAS

Tipos:

CLASIFICACIÓN QUÍMICA

Esteroides

No Esteroides

(Subclasificación)

Ej: *Cortisol:*

Ej: *Aldosterona:*

Ej: *Tiroides:*

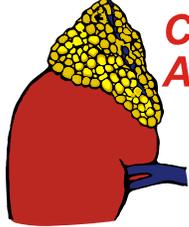
Tiroxina:

Triyodotironina:

Glucocorticoides

Mineracorticoides

Ej: *Timosina:*



Corteza Adrenal



Corteza Adrenal

Proteínas/Hormonas Pépticas

Derivados de Aminoácidos

Gonacorticoides

Timo

Médula Adrenal

Tiroides

Andrógenos

Testículos

Ejemplo:

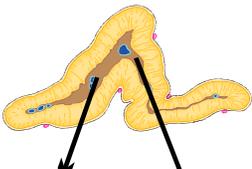
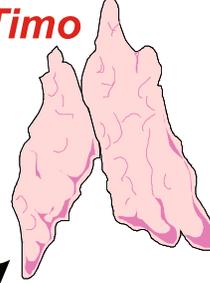
Testosterona

Estrógeno

Placenta

Progesterona

Ovarios



Epinefrina

Norepinefrina

HIPOTÁLAMO



Sistema Circulatorio Especializado



Transporta:

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



Hacia:

**PITUITARIA
(HIPÓFISIS)**

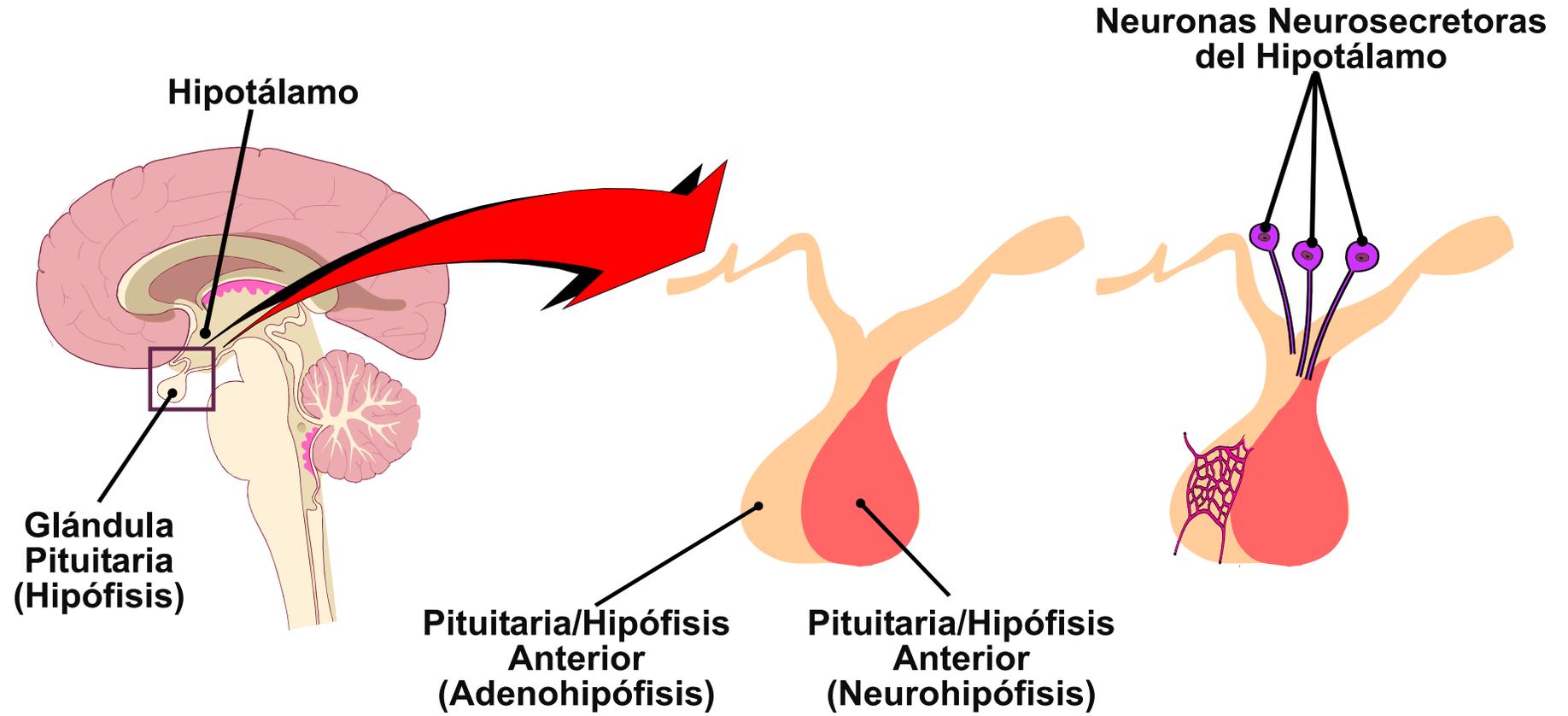


**Lóbulo Anterior
(Adenohipófisis)**



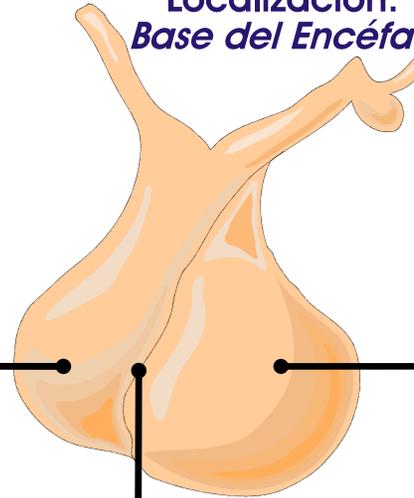
Siete (7) Hormonas

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



HIPÓFISIS (PITUITARIA)

Localización:
Base del Encéfalo



**Lóbulo Anterior
(Adenohipófisis)**

**Lóbulo Posterior
(Neurohipófisis)**

Secretan Hormonas

Secretan Hormonas

**Lóbulo Intermedio
(Función Insignificante)**

**Crecimiento
(GH)**

**Adrenocorticotrofina
(ACTH)**

**Tiroestimulante
(TSH)**

**Luteinizante/Estimulante de Células Intersticiales
(LH, ICSH)**

**Folicoestimulante
(FSH)**

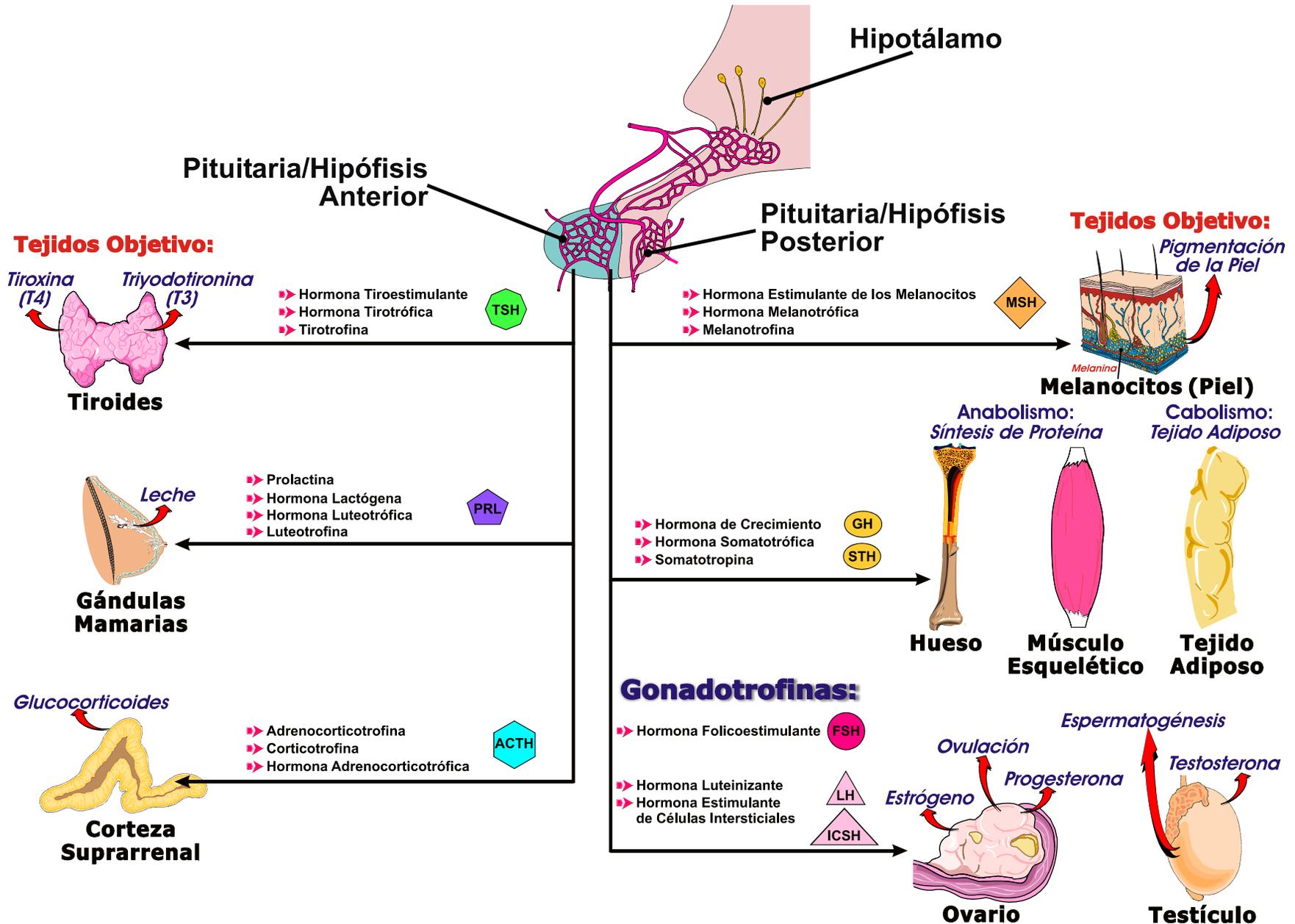
**Melanoestimulante
(MSH)**

**Prolactina
(PRL)**

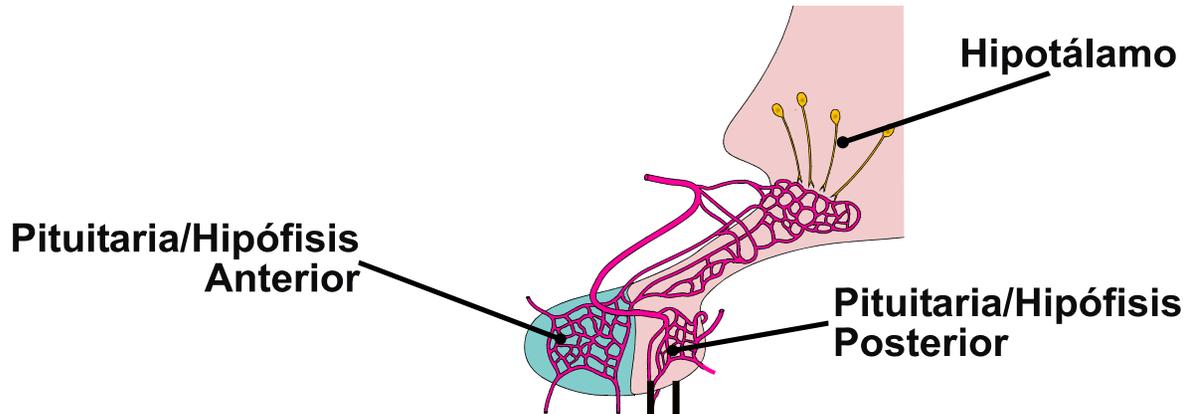
**Antidiurética
(ADH)
o
Vasopresina**

**Oxitocina
(ADH)**

HIPÓFISIS: Adenohipófisis



HIPÓFISIS: Neurohipófisis



Tejidos Objetivo:

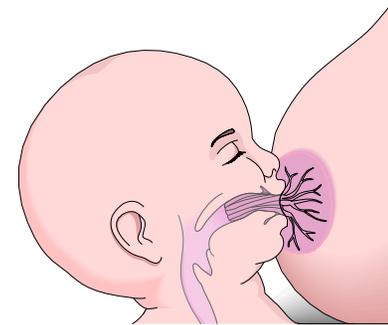
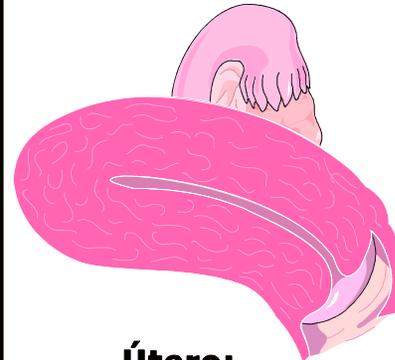
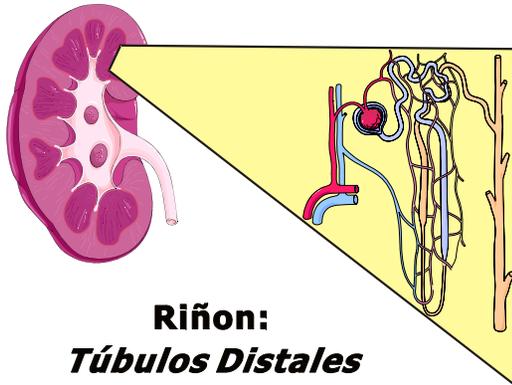
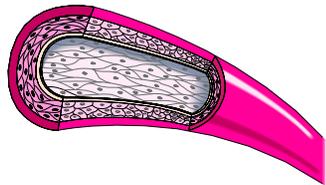
Contracción Arteriolas:
Aumenta Presión Arterial

Reduce Pérdida Líquidos:
Orina y Sudor

Tejidos Objetivo:

Contracción Músculo Liso:
Útero

Síntesis Leche:
Succión Lactante



Vasos Arteriales:
Arteriolas

Riñón:
Túbulos Distales

Útero:
Músculo Liso

Seno:
Glándulas Mamarias

▶ Hormona Antidiurética

ADH

▶ Vasopresina

Vasopresina

▶ Oxitocina

Oxitocina

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)**

PITUITARIA (HIPÓFISIS)

Lóbulo Anterior (Adenohipófisis)

Tipos:

Dos (2) Hormonas (GH, PRL)

Tipos:

Cuatro (4) Hormonas (ACTH, TSH, FSH, LH)

No: Trópicas:

Hormona del Crecimiento (GH)

Trópicas:

Afectan el Funcionamiento de otras Glándulas Endocrinas

↑ Aminoácidos a las Células

↑ Glucogenólisis Hepática

↑ Enzimas Especializadas (↑Lipasa)

↑ Crecimiento → Hipertrofia
Síntesis

↑ Catabolismo Glucógeno

Mobilización Grasas:

↑ Velocidad de Síntesis de Proteínas

↑ Glucemia (↑ Glucosa Sanguínea)

↑ Catabolismo Lípidos (↑Lipólisis)

↑ **ACTIVIDAD ANABÓLICA**

Poca Utilización/Consumo de Glucosa por Células

↑ Utilización/Consumo de Grasas por Células

↑↑ Glucemia (↑↑ Glucosa Sanguínea)

↑ Metabolismo de las Grasas

Hiperglucemia (Efecto Diabetogénico)

EJERCICIO AERÓBICO

↓ ↑ Intensidad:

HIPOTÁLAMO



**PITUITARIA
(HIPÓFISIS)**



**Lóbulo Anterior
(Adenohipófisis)**



Estimula la Secreción de:

↑ GH



Luego del Ejercicio:

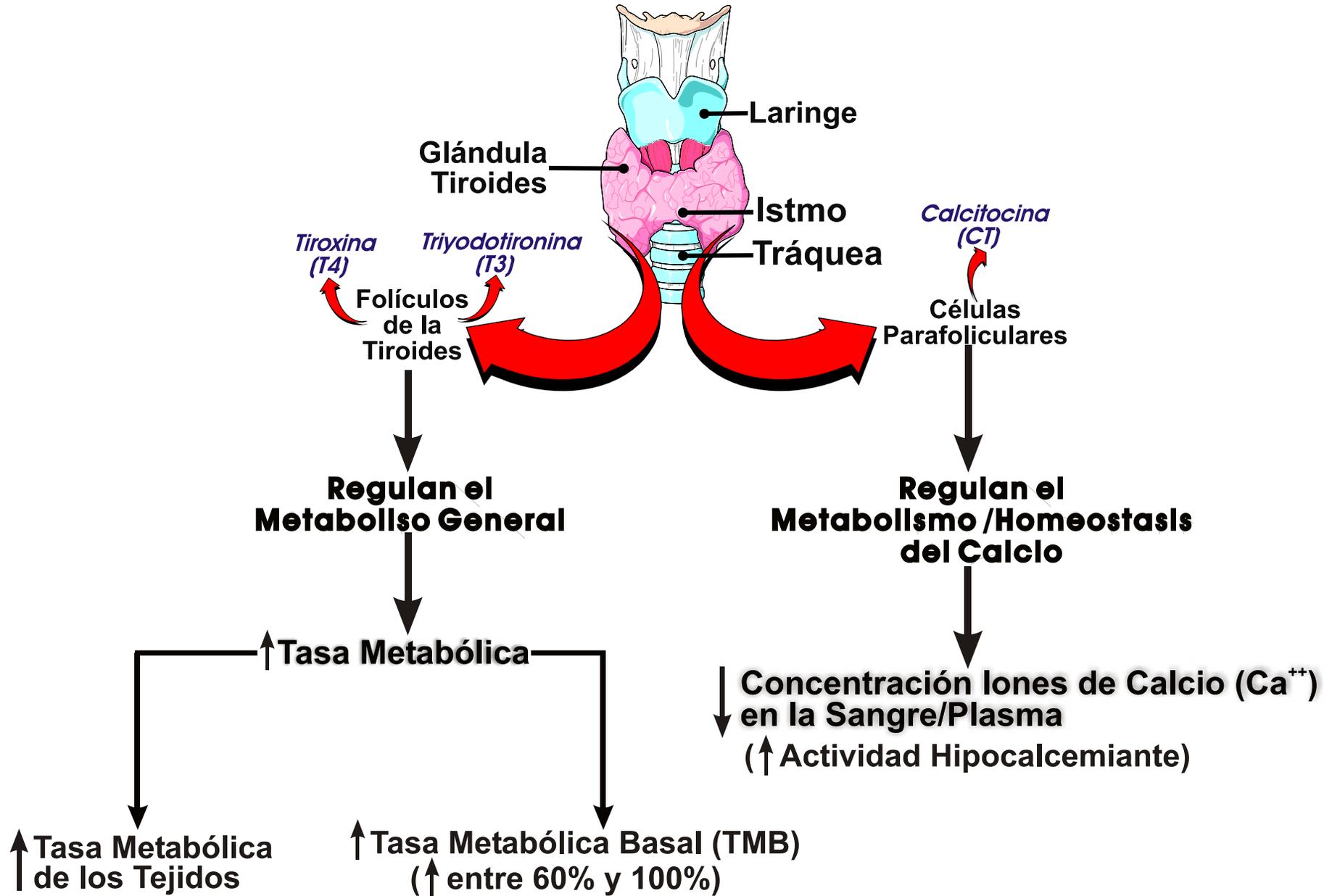
**Post-Ejercicio
(Recuperación)**

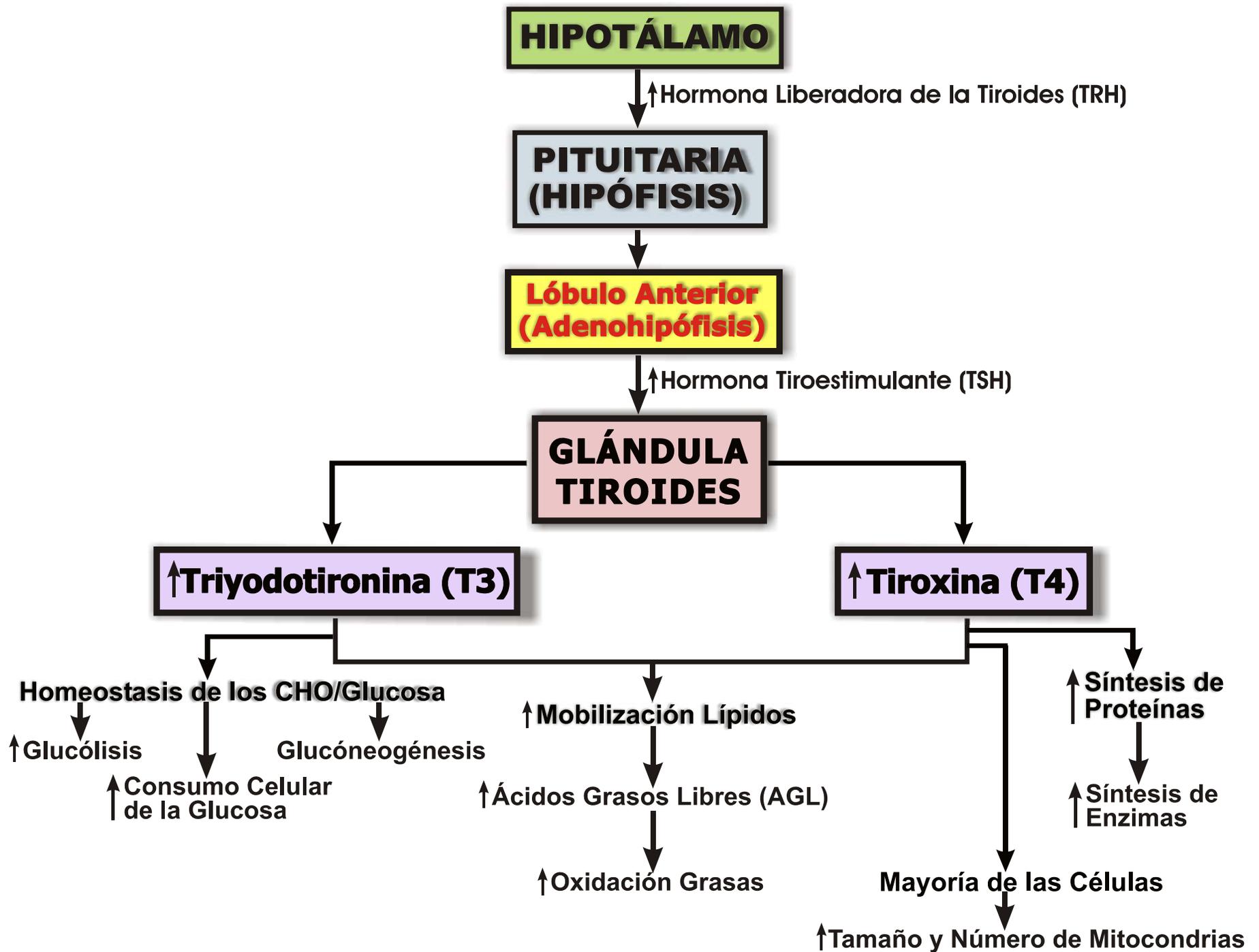


GH se Mantiene Elevada:

↑ GH
(Por algún Tiempo)

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

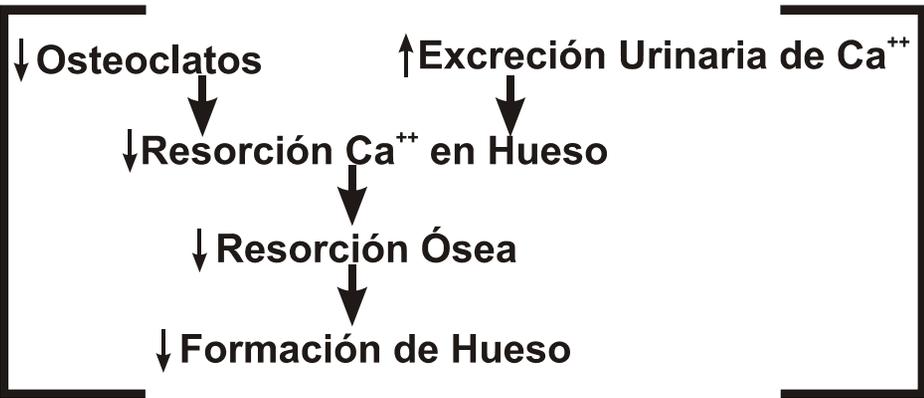


Células Parafoliculares o Células C:

Calcitocina (CT)



Regulación/Homeostasis Ósea/Hueso



NIÑOS

Importante Durante

Crecimiento Rápido

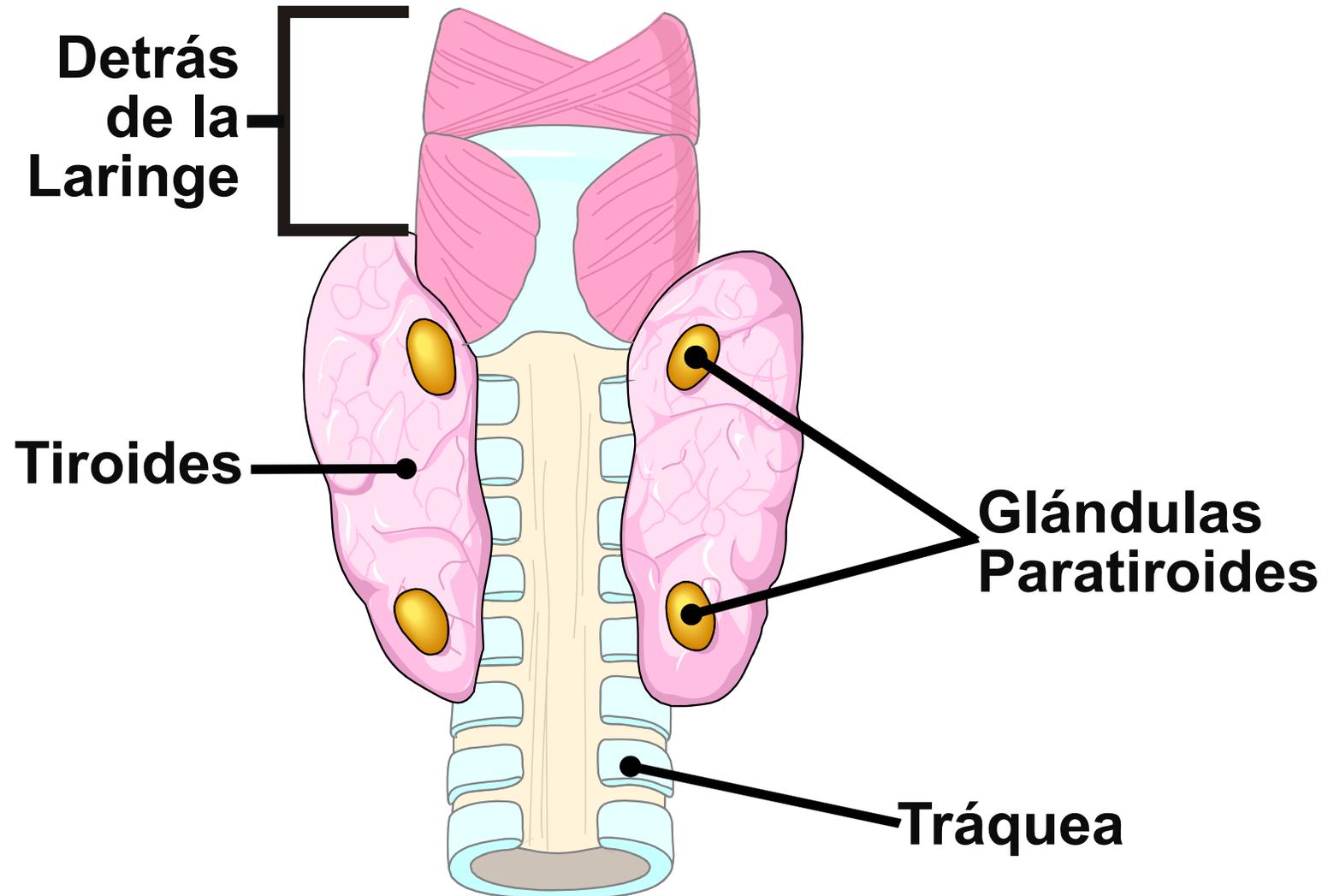
Desarrollo de Fortaleza Muscular

ADULTOS

Ofrece Alguna Protección contra la Reabsorción Excesiva de Hueso

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**

**Promueve la Formación
de**

**Carbonato
de Calcio**

**Fosfatos de
Calcio
(CaPO₄)**

1,25-dihydroxyvitaminaD₃

GLÁNDULA PARATIROIDES

(Posterior a la Glándula Tiroides)

Secreta:

**Hormona Paratiroides o Paratohormonas
(PTH)**

Función:

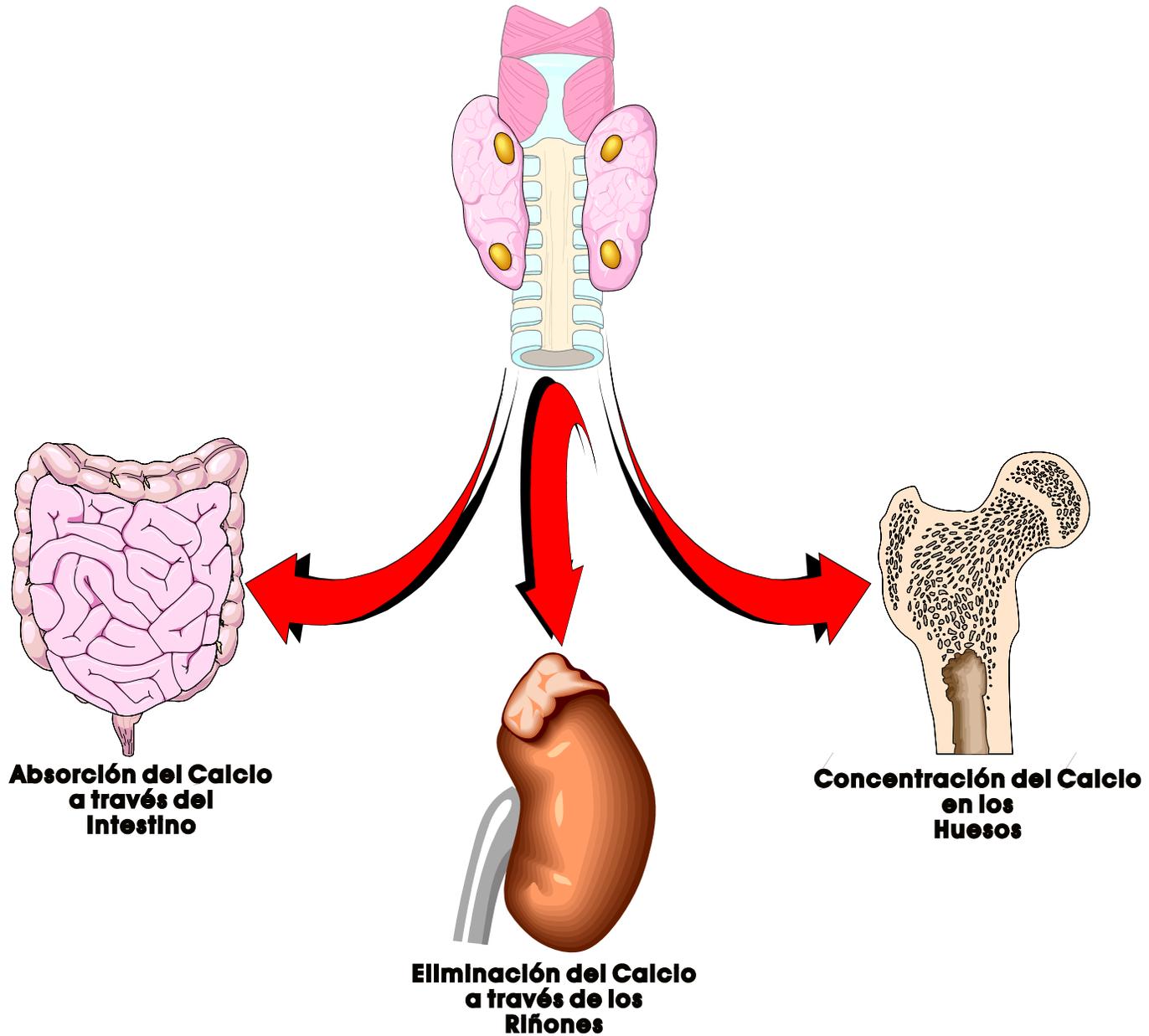
Regulación del

**Ca⁺⁺ Sanguíneo/Sérico
(Calcio)**

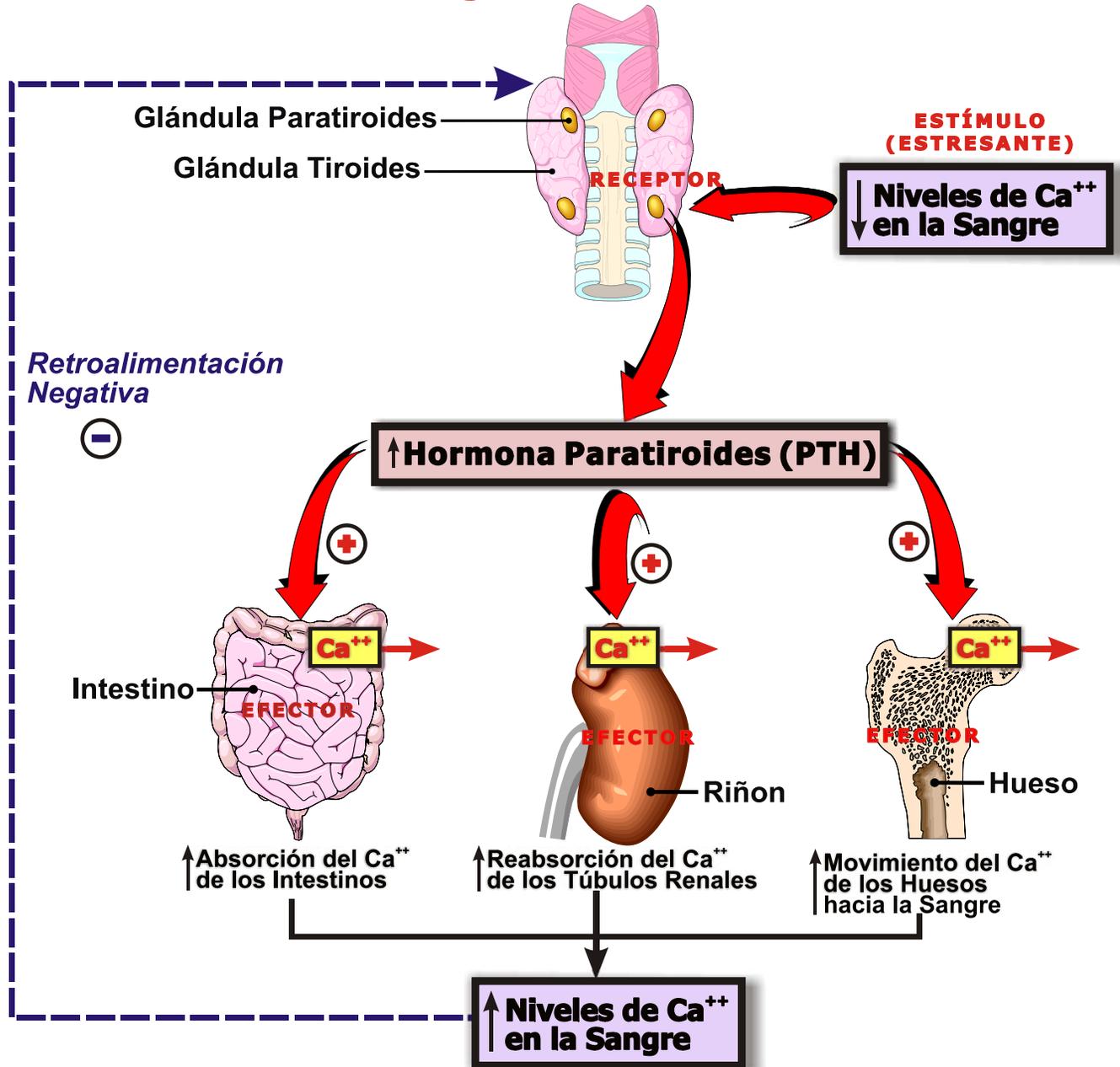
**PO₄⁻³ Sanguíneo/Sérico
(Iones de Fosfato)**

GLÁNDULAS PARATIROIDES:

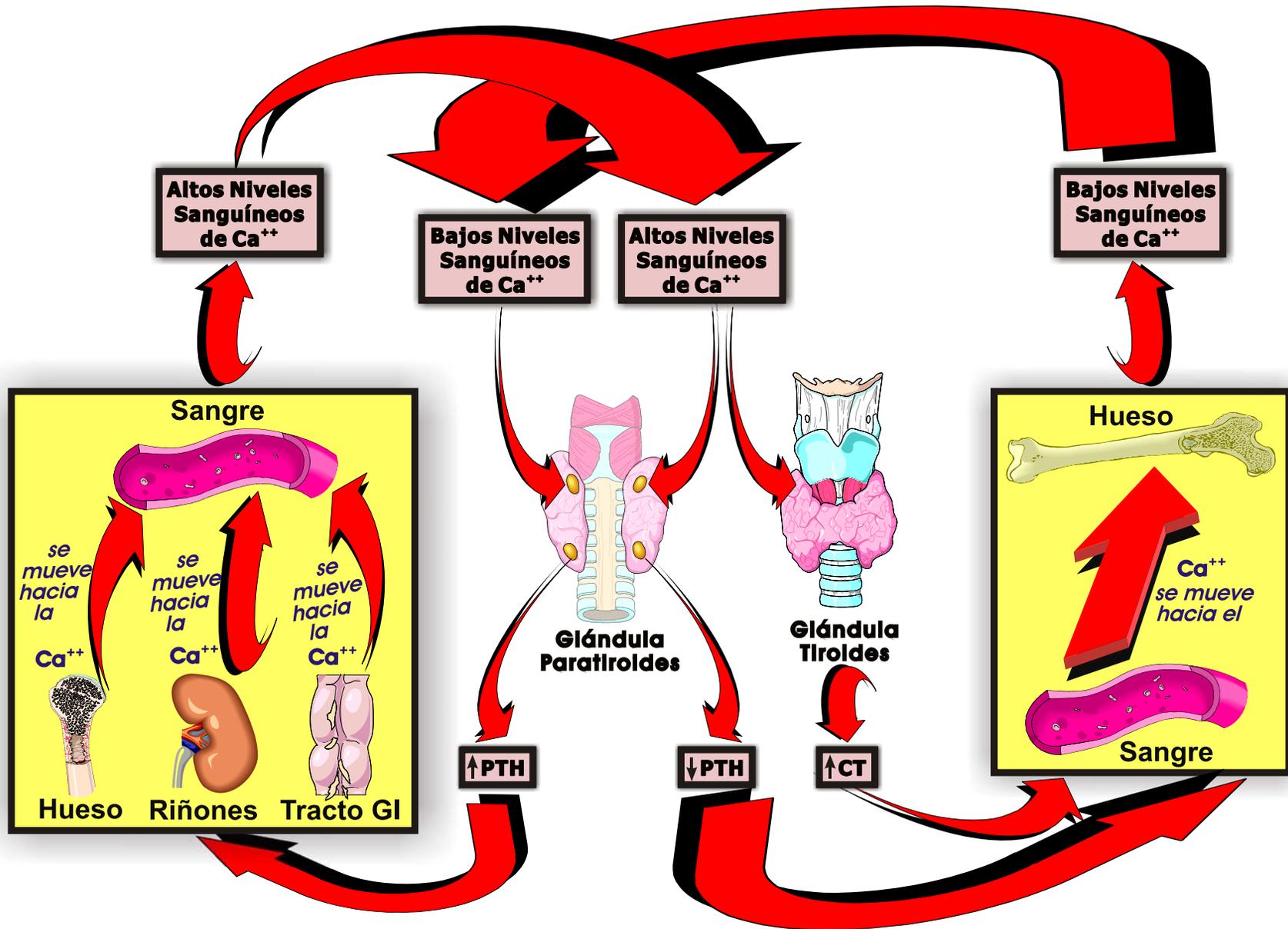
Regulación del Calcio



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

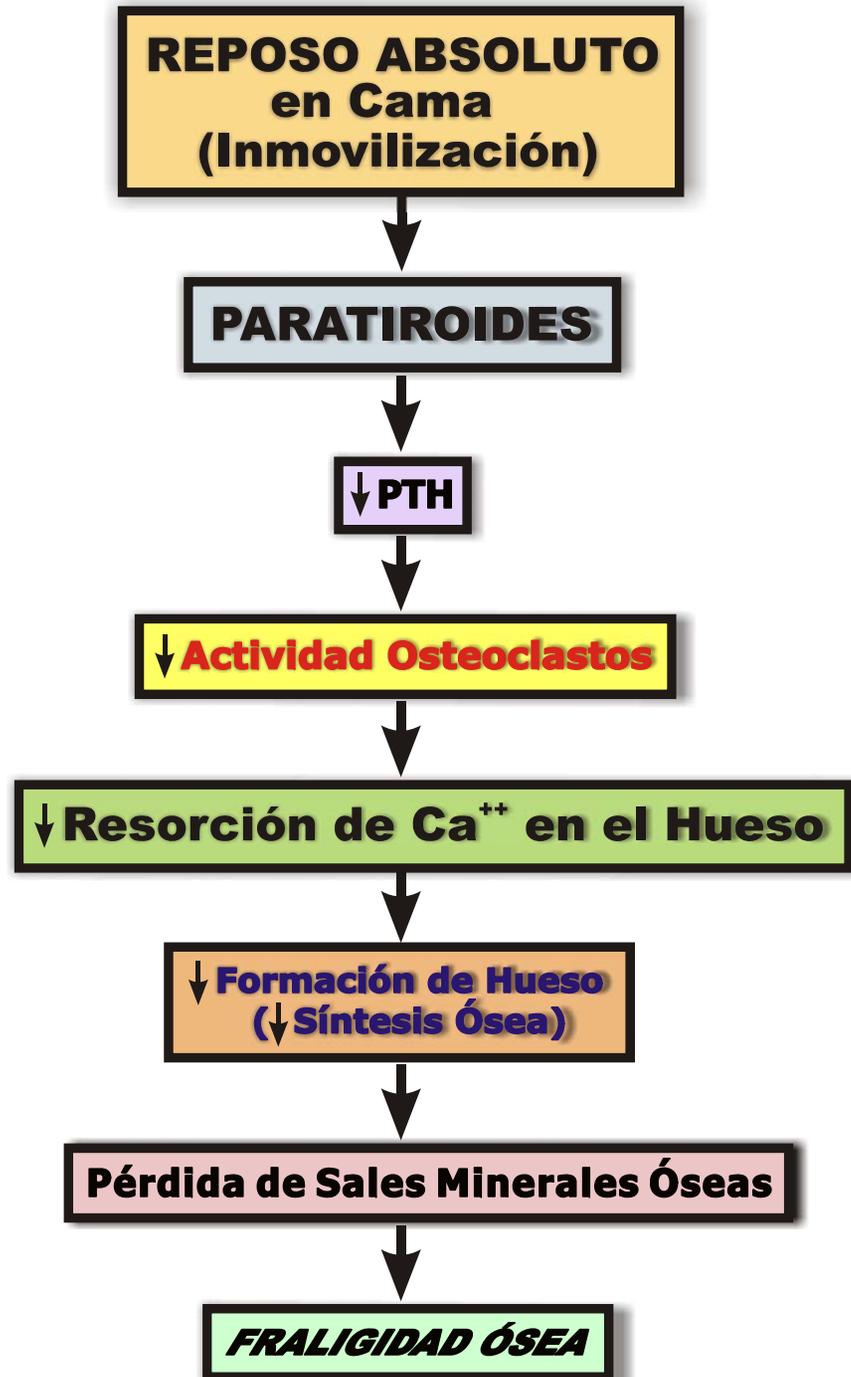
↑ Reabsorción de Ca⁺⁺

↓ Excreción Urinaria de Ca⁺⁺

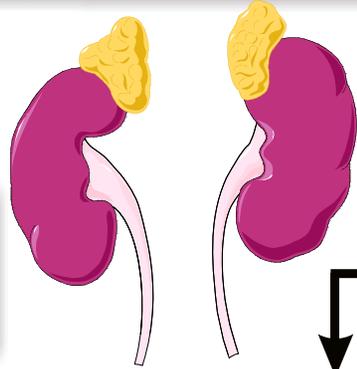
↑ Ca⁺⁺ sérico

↑ Resorción de Ca⁺⁺ en el Hueso

↑ FORMACIÓN DE HUESO
(↑ Síntesis Ósea)



GLÁNDULAS SUPRARRENALES
(Localización: Encima de cada Riñón)



Médula Adrenal (Interna)

Corteza Adrenal (Externa)

Catecolaminas

Mineracorticoides

Gonacorticoides

Epinefrina (Adrenalina)

Norepinefrina (Noradrenalina)

Aldosterona

Andrógenos

Progesterona

Estrógeno

Glucocorticoides (Corticosteroides Hiperglucemiantes)

Cortisol (Hidrocortisona)

Corticosterona

Cortisona

GLÁNDULAS SUPRARRENALES

Médula Adrenal

Catecolaminas (Hormonas)

RESPUESTAS/EFECTOS FISIOLÓGICOS

Efecto Inotrópico:

↑ Fuerza Contracciones del Corazón (↑ Contractilidad Cardíaca)

Higado, Músculo:

↑ Glucogenólisis

↑ Catabolismo Glucógeno

↑ Liberación Glucosa Sangre

↑ Glucemia

↑ Ácidos Grasos Libres (AGL) Séricos/Sangre

Efecto Cronotrópico:

↑ FR

↑ FC

↑ Presión Arterial

↑ Tasa Metabólica

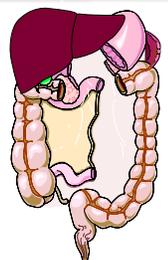
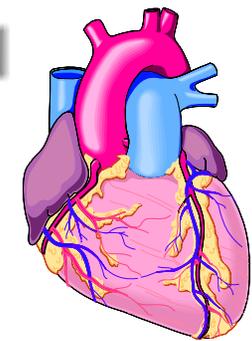
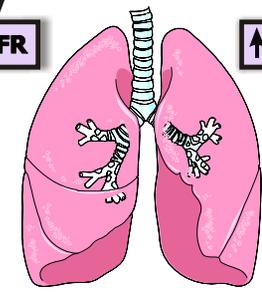
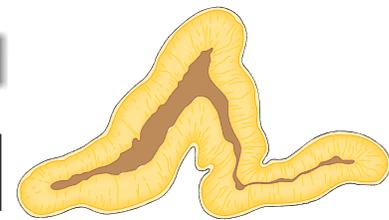
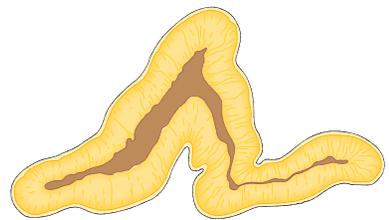
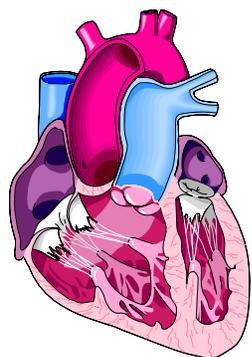
Redistribución Sangre en Vasos Arteriales

Visceras (Circulación) y Piel

↑ Vasoconstricción

Músculos Esqueletales

↑ Vasodilatación



GLÁNDULAS SUPRARRENALES

MÉDULA ADRENAL

**Catecolaminas
(Hormonas)**

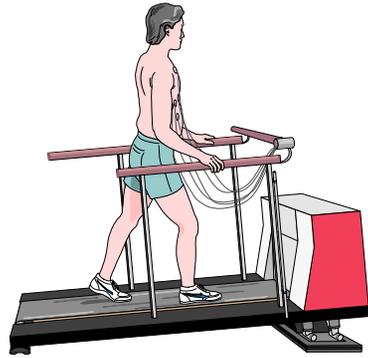
Liberación:

Determinantes

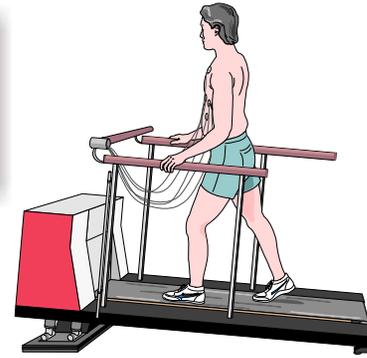
**Cambios Posturales
(Posición Corporal)**

Ejercicio

**Estrés Psicológico
(Emocional)**



**EJERCICIO PROGRESIVO
(Correr en Banda Sinfín)**



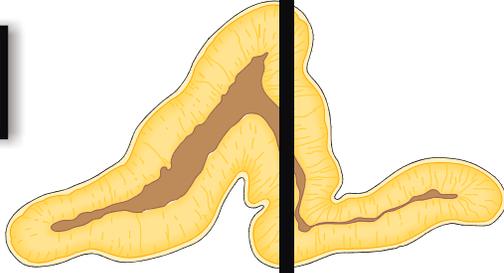
↑ Intensidad

> 50% $\dot{V}O_2$ máx

50-70% $\dot{V}O_2$ máx

↑ Notable Norepinefrina

↑ Significativo Norepinefrina



> 75% $\dot{V}O_2$ máx

↑ Significativo Epinefrina

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**

GLÁNDULAS SUPRARRENALES

CORTEZA ADRENAL

Glucocorticoides

Hormona Principal:

Cortisol o Hidrocortisona

(Hormona Esteroide)

(Responsable del 95% de toda la Actividad Glucocorticoide)

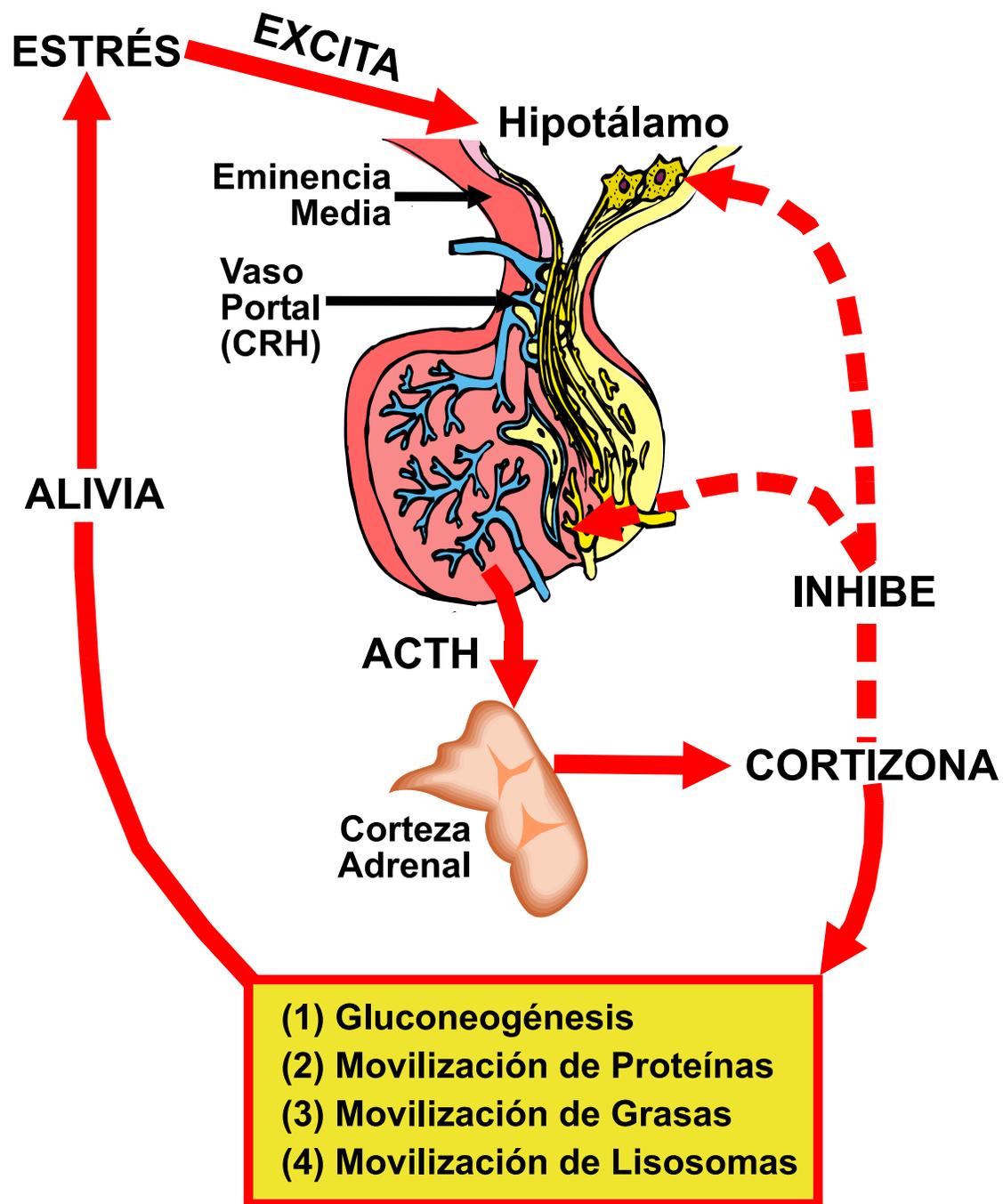
Función:

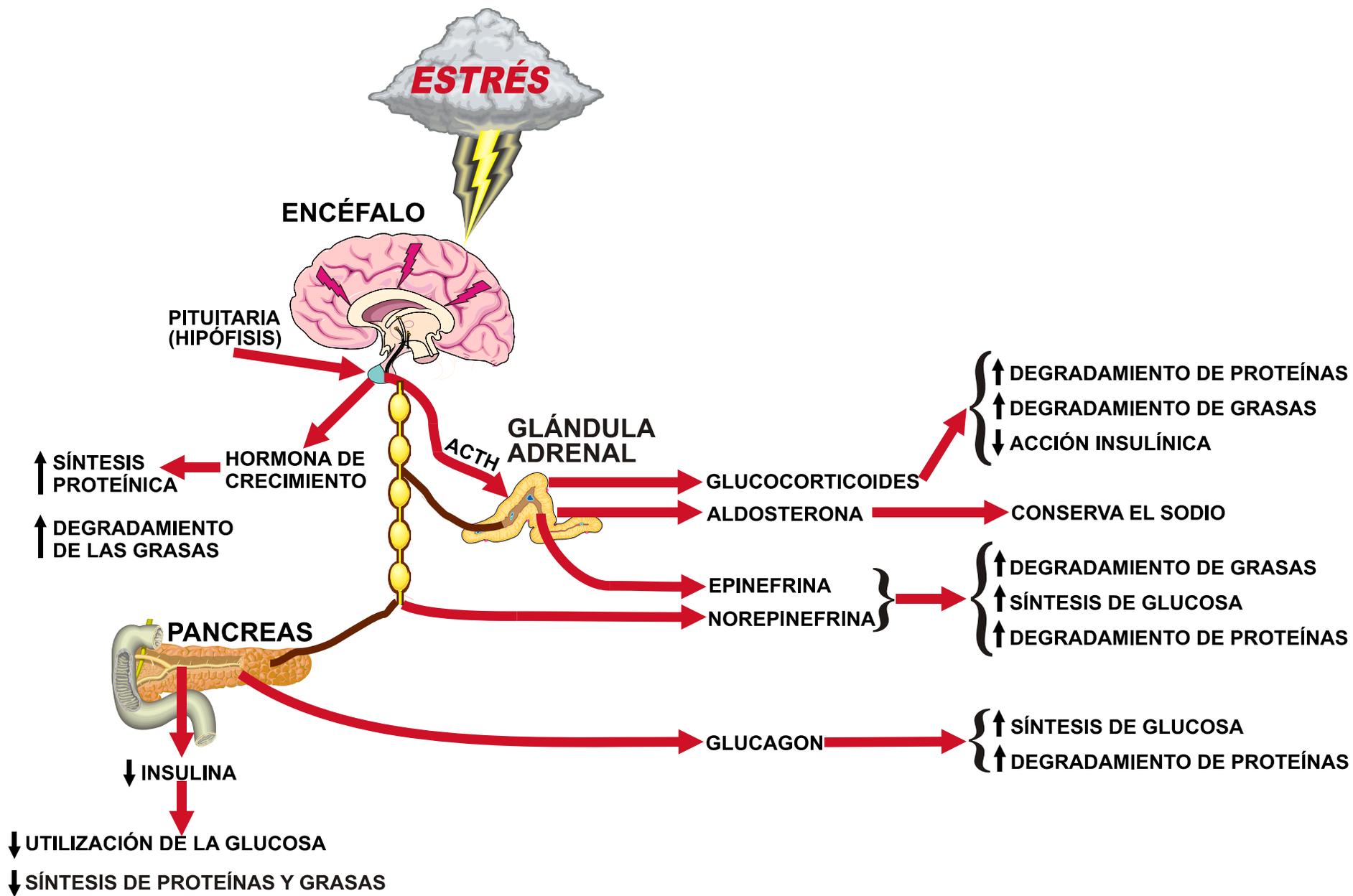
**Ayuda al
Proceso de Adaptación Constante
Ante
Estresantes o Estímulos
Externos e Internos**

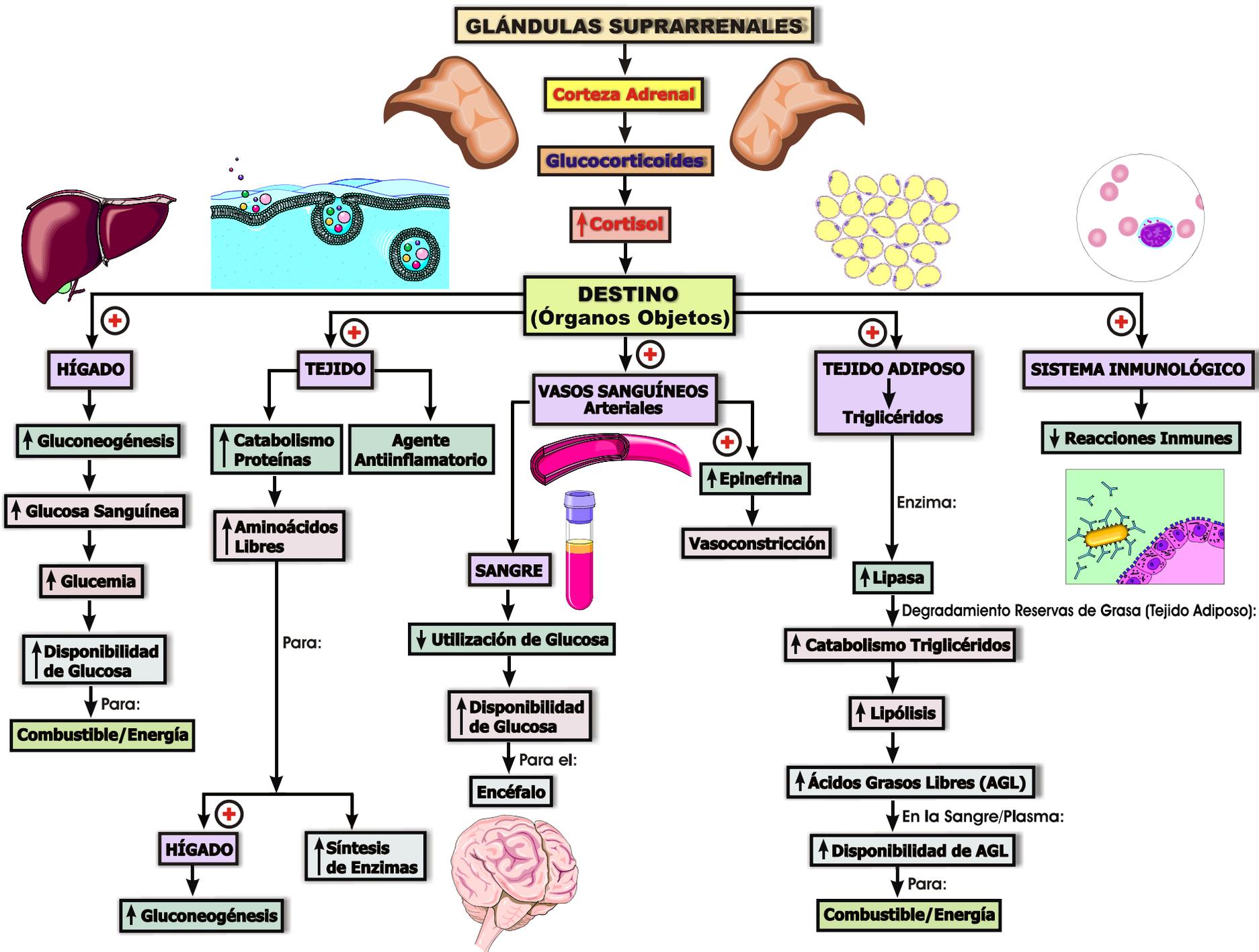
**Estrés
Biopsicosocial**

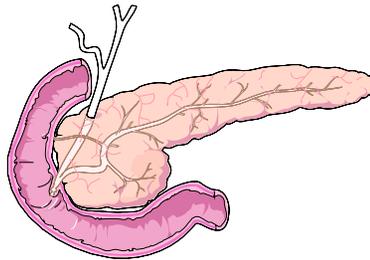
**Durante
Periodos Prolongados
de Inanición**

**Homeostasis
(Mantener Niveles Constantes/Normales)
Glucosa Sanguínea**









PÁNCREAS

Islotes de Langerhans

Células Beta

Células Alfa

(Hormonas Secretadas)

Insulina

Glucagon

Órgano Objetivo:

Órgano Objetivo:

Tejidos (Mayoría)

Hígado

(Respuestas)

Respuesta:

Glucogénesis

Glucogenólisis

Gluconeogénesis

INSULINA

Destino:

Células Objetivo

Promueve/Estimula:

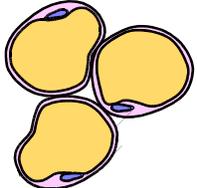
Captación Celular



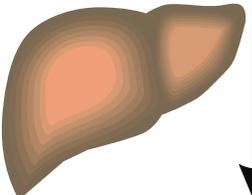
Hígado:



Músculos Esqueletales:



Tejido Adiposo:



Mayoría de Tejidos:

Glucosa

Conversión a:

Glucógeno

Glucosa

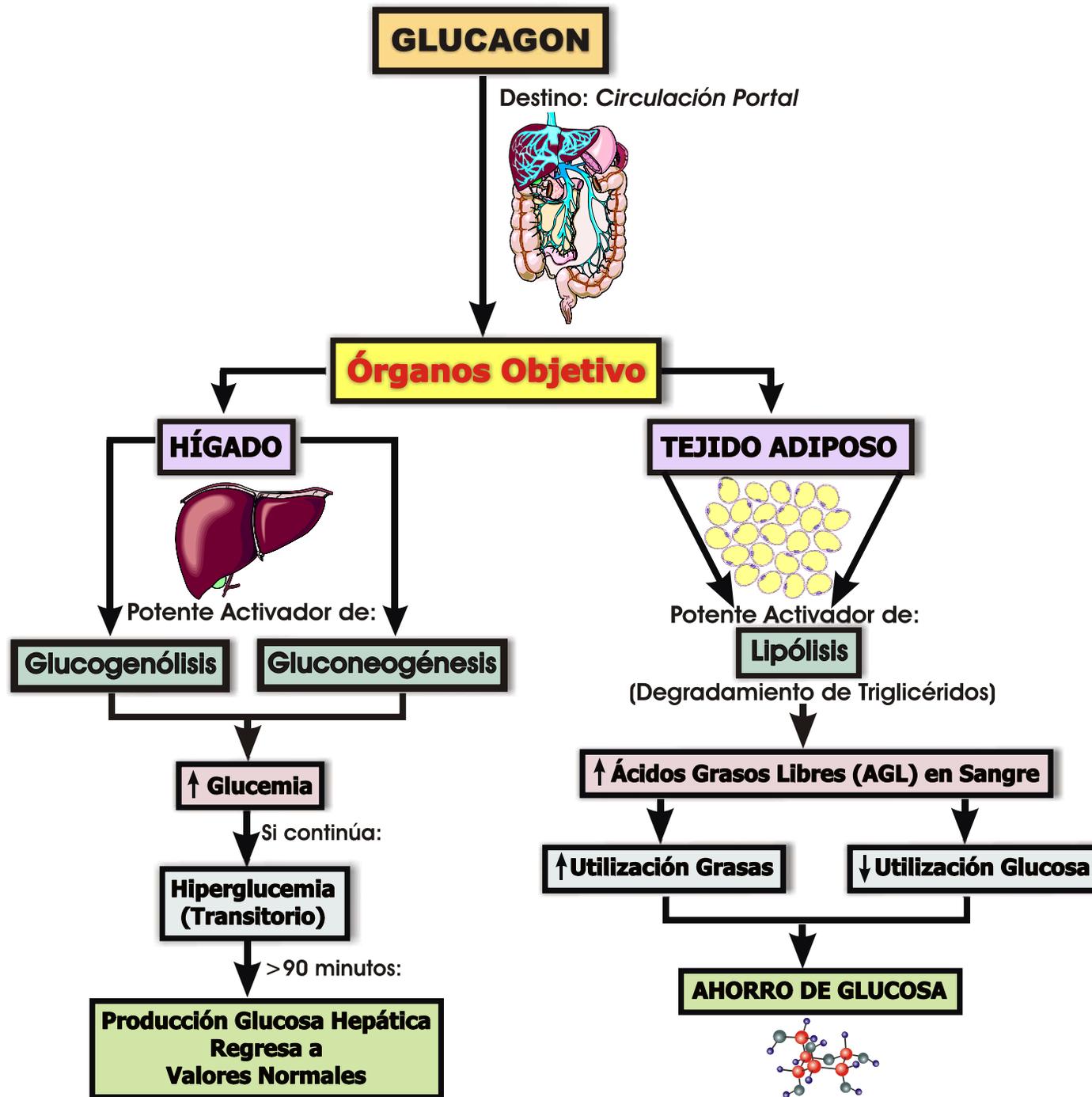
Conversión a:
(Lipogénesis)

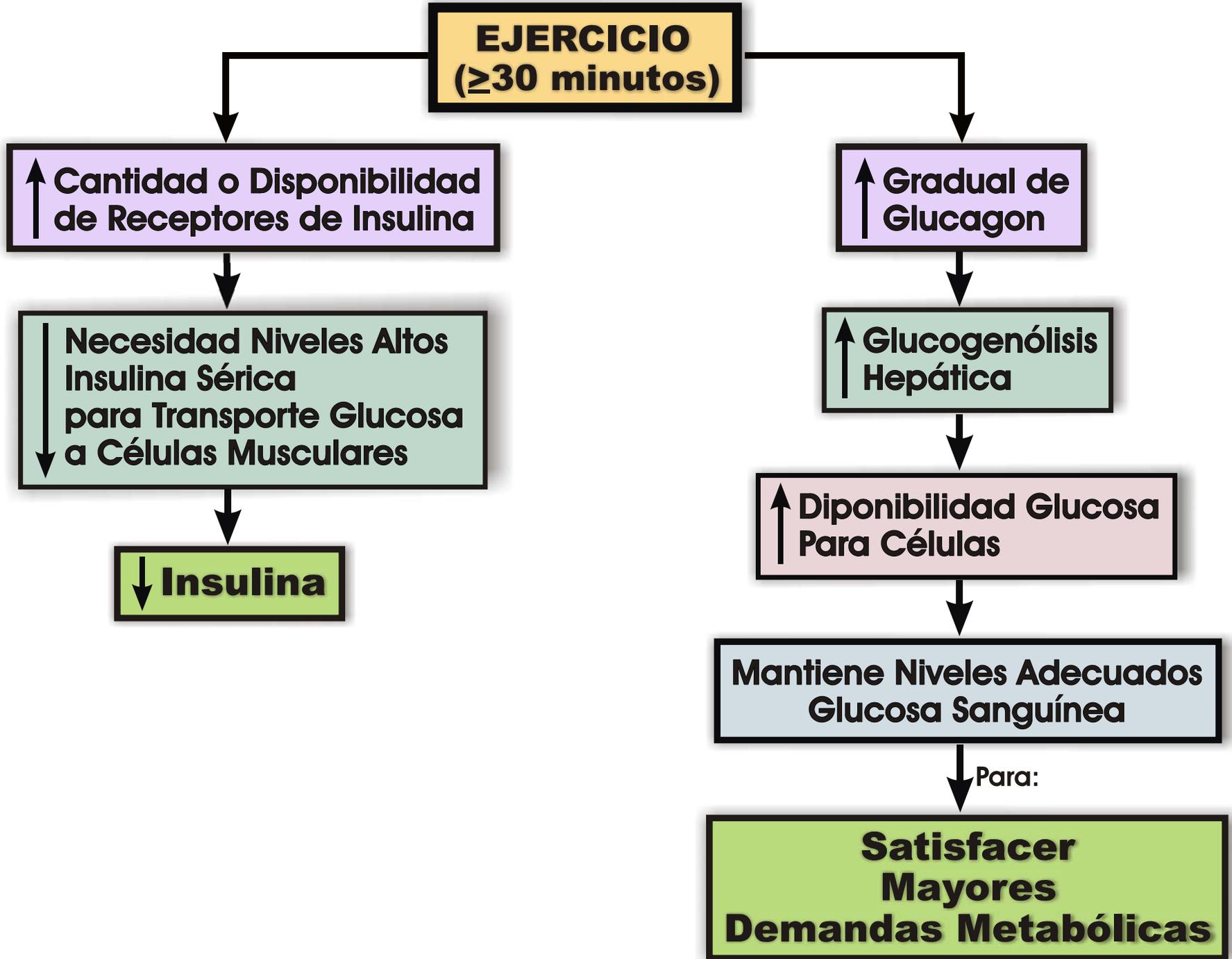
Triglicéridos

Aminoácidos

Conversión a:

Proteínas





FUNCIÓN ENDOCRINA RENAL

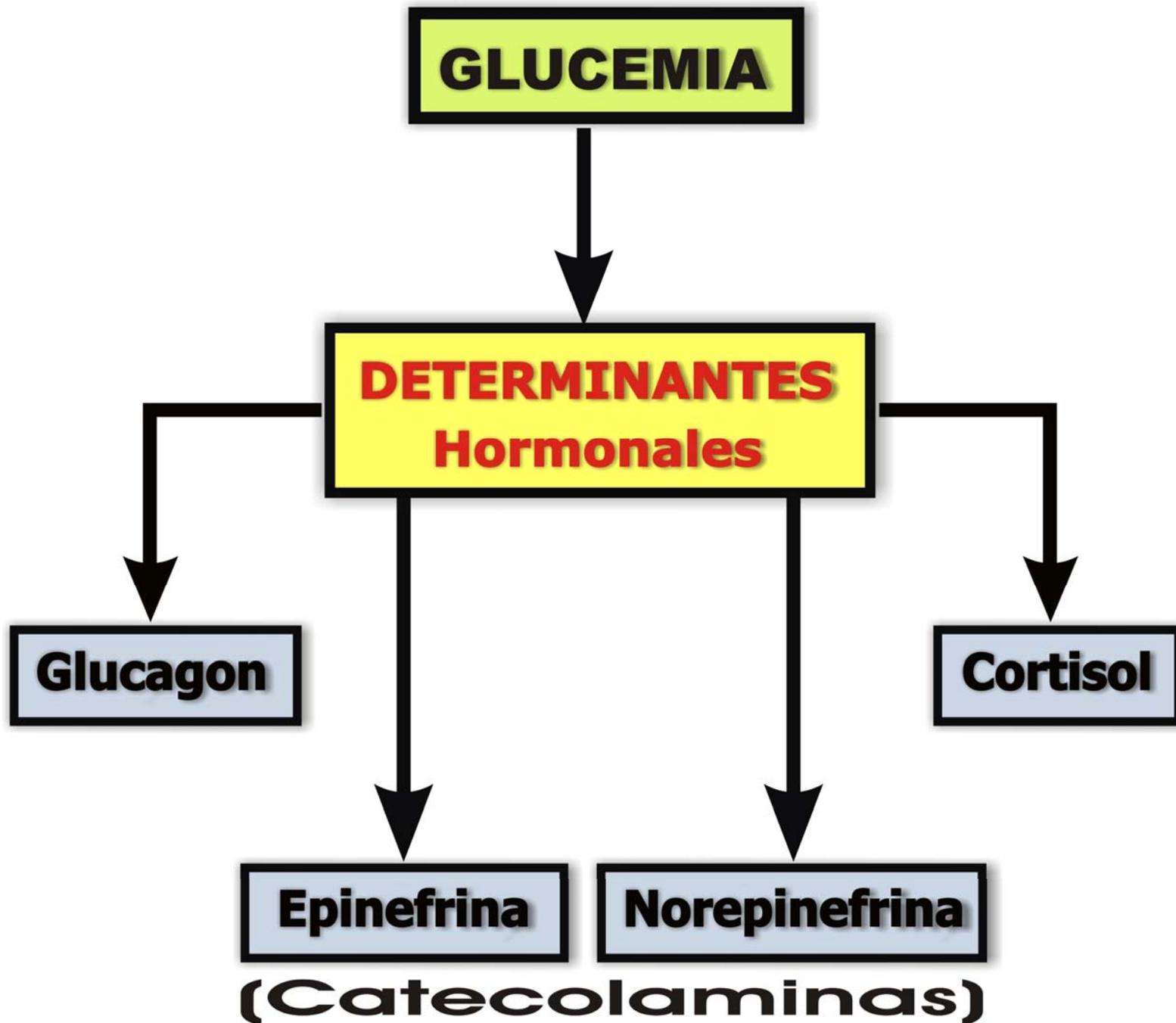
RIÑONES

Hormona Liberada:

**Eritropoyetina
(Hormona Glucoproteínica Circulante)**

**Células
Médula Ósea**

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



EJERCICIO

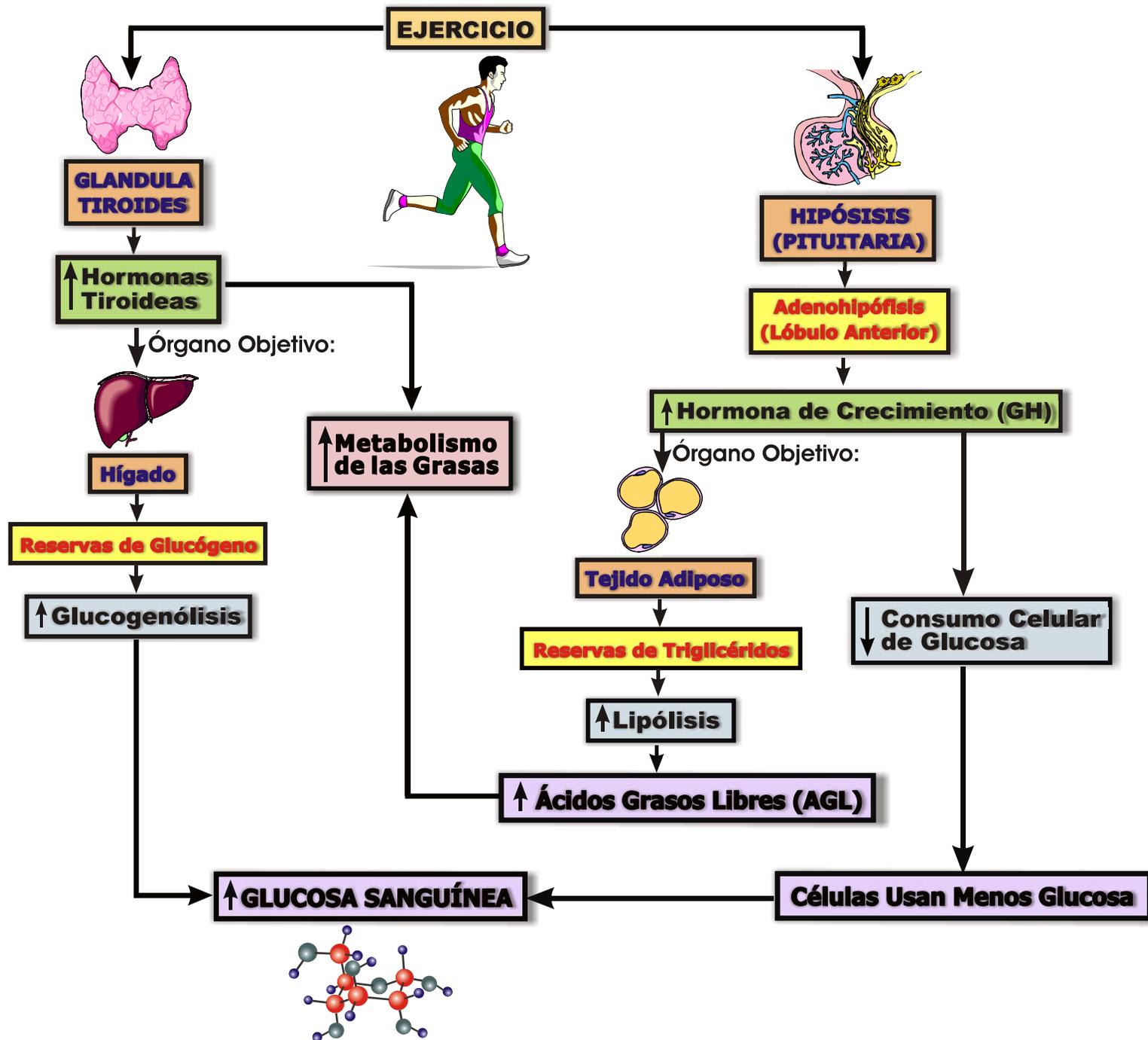
```
graph TD; A[EJERCICIO] --> B[Concentración de Glucosa Sanguínea]; B --> C[Determinantes]; C --> D[Consumo de Glucosa por Músculos Esqueléticos Activos]; C --> E[Liberación de Glucosa por el Hígado];
```

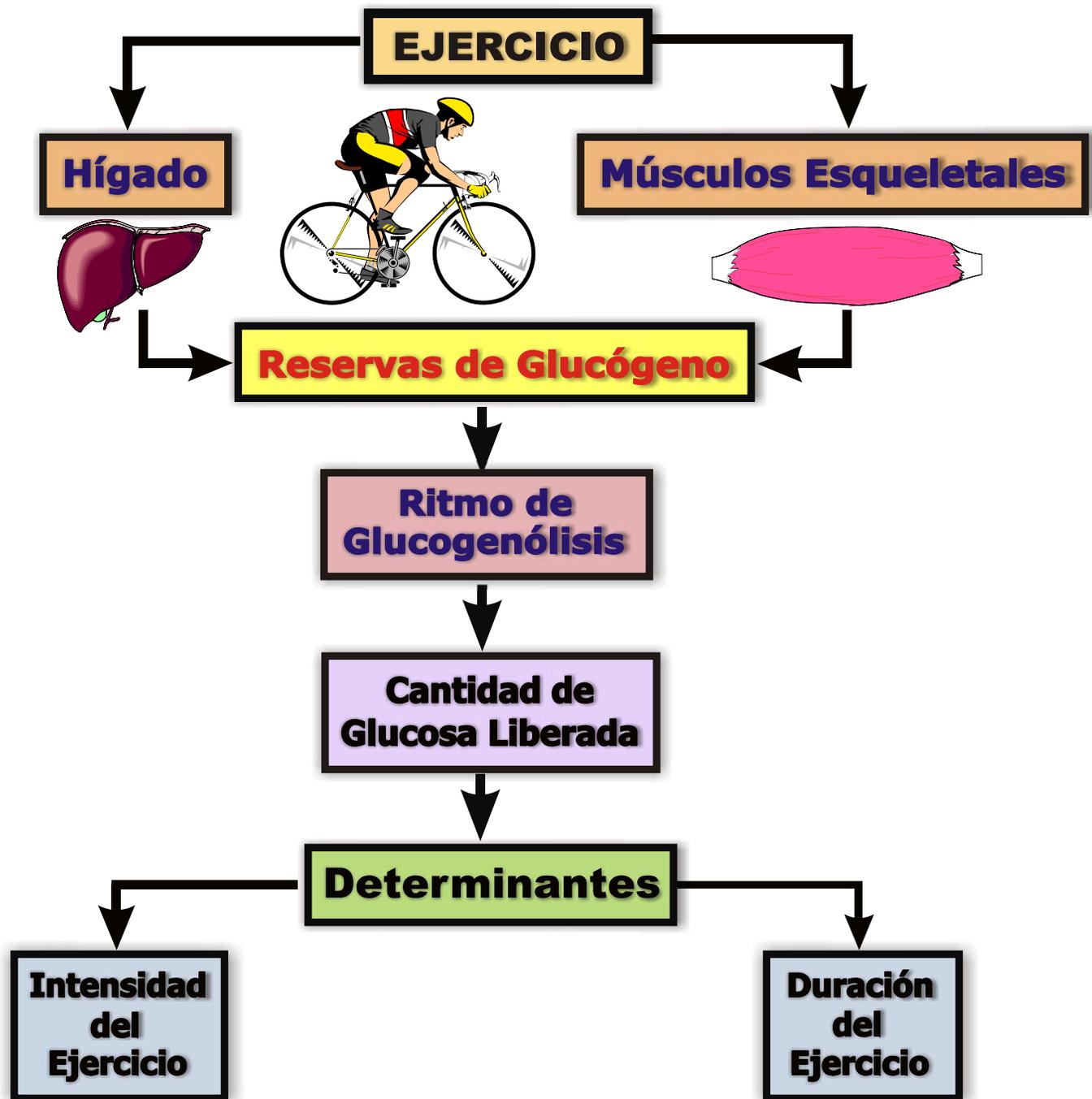
Concentración de Glucosa Sanguínea

Determinantes

**Consumo de Glucosa
por
Músculos Esqueléticos Activos**

**Liberación de Glucosa
por el
Hígado**





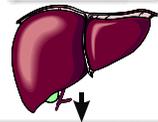
EJERCICIO



↑ Intensidad

↑ Ritmo de Liberación de Catecolaminas

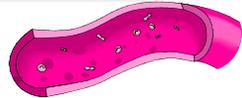
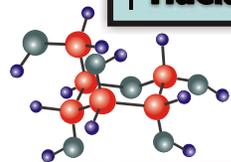
Hígado



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

GLÁNDULAS SUPRARRENALES

**CORTEZA ADRENAL
(Zona Glomerular)**

Mineracorticoides

Hormona Principal:

Aldosterona

(Hormona Esteroide)

(Responsable del 95% de toda la Actividad Mineracorticoide)

Función:

EN: Ambiente Interno-Líquido Extracelular

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

Incluye:

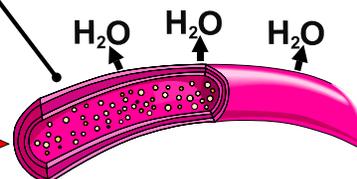
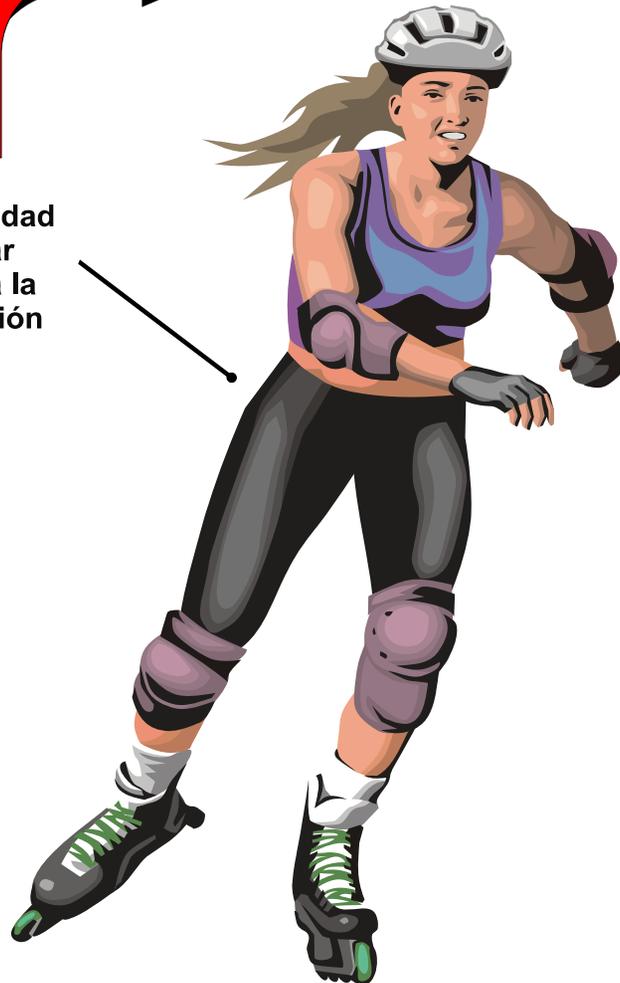
**Sodio
(Na⁺)**

**Sodio
(Na⁺)**

MECANISMO DE RENINA-ANGIOTENSINA

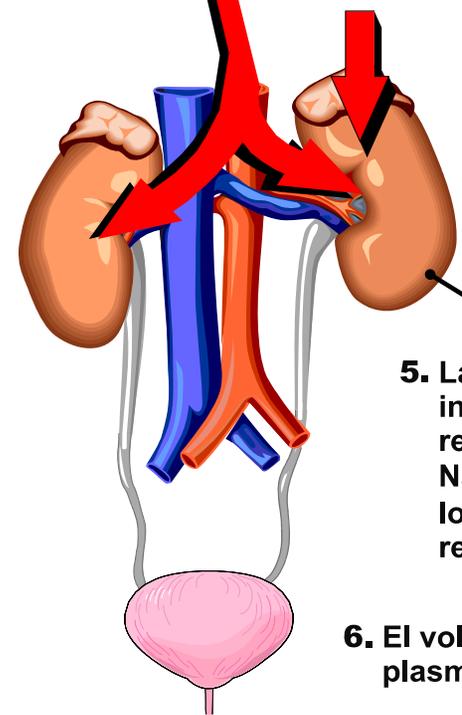
2. La sudoración reduce el volumen del plasma y el flujo sanguíneo hacia los riñones

1. La actividad muscular estimula la sudoración



3. El menor flujo sanguíneo renal estimula la liberación de renina por los riñones. La renina lleva a la formación de la angiotensina I, que es convertida en angiotensina II

4. La angiotensina II estimula la liberación de aldosterona desde la corteza adrenal

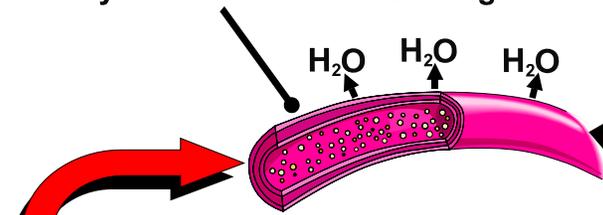


5. La aldosterona incrementa la reabsorción de Na^+ y H_2O desde los túbulos renales

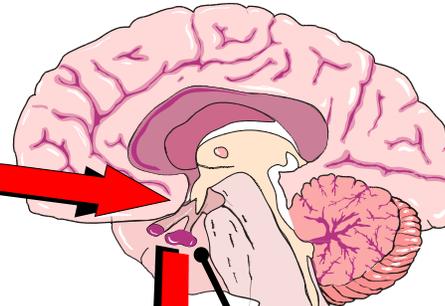
6. El volumen del plasma aumenta

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

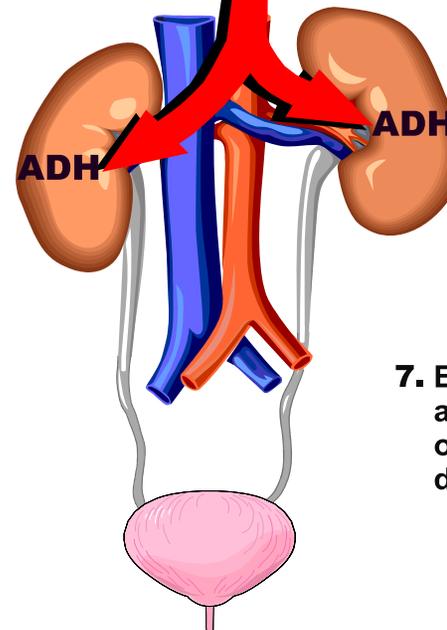


1. La actividad muscular estimula la sudoración



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