

# Hormonas y Entrenamiento

# Sistema Endocrino. Definición

El sistema endocrino es el conjunto de órganos y tejidos del organismo que liberan **hormonas**.

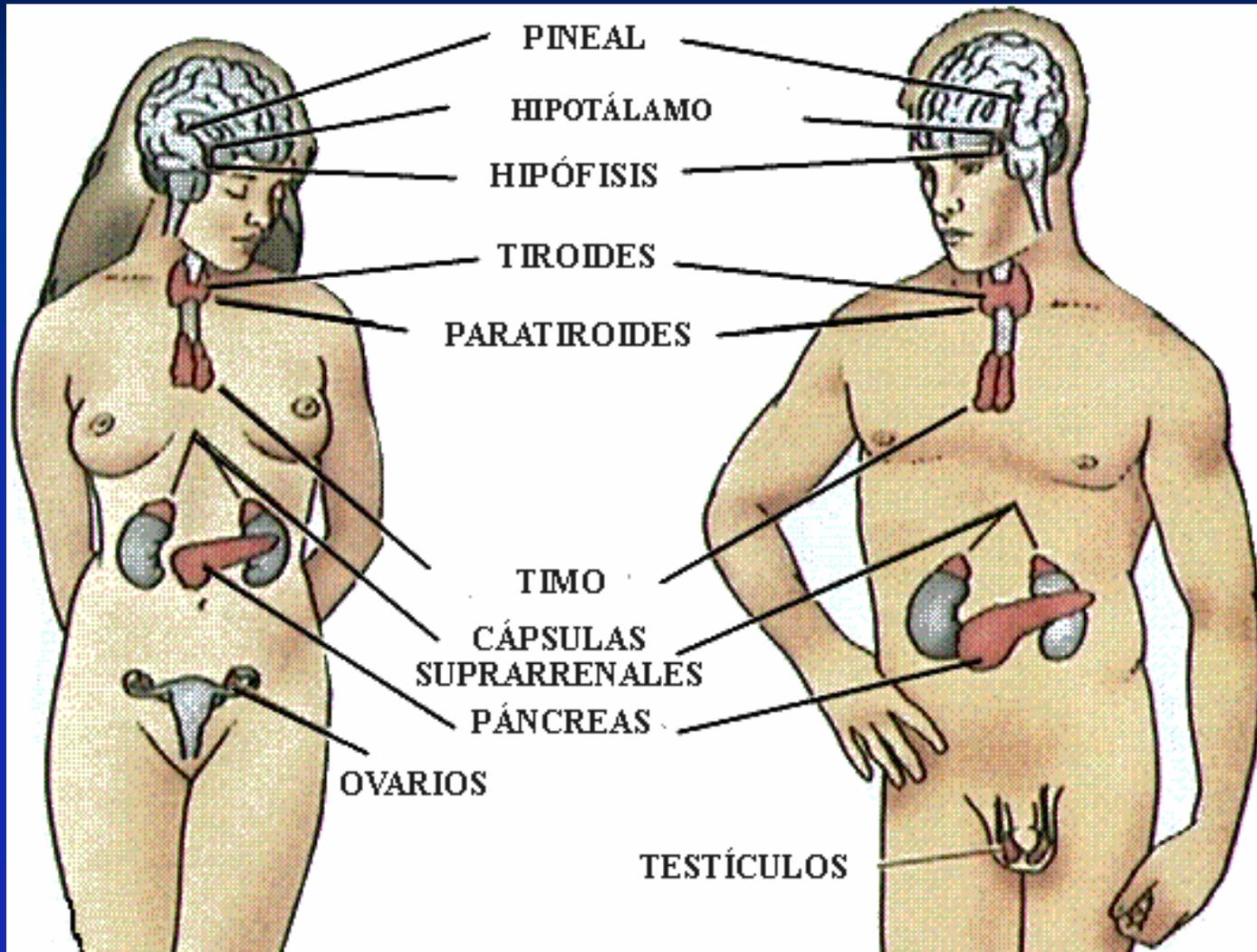
D. W. Fawcett. Tratado de Histología. 12da. edición. Ed. Interamericana, 1995.

El sistema endocrino no tiene una localización anatómica única, sino que está disperso en todo el organismo en glándulas endocrinas y en células asociadas al tubo digestivo.

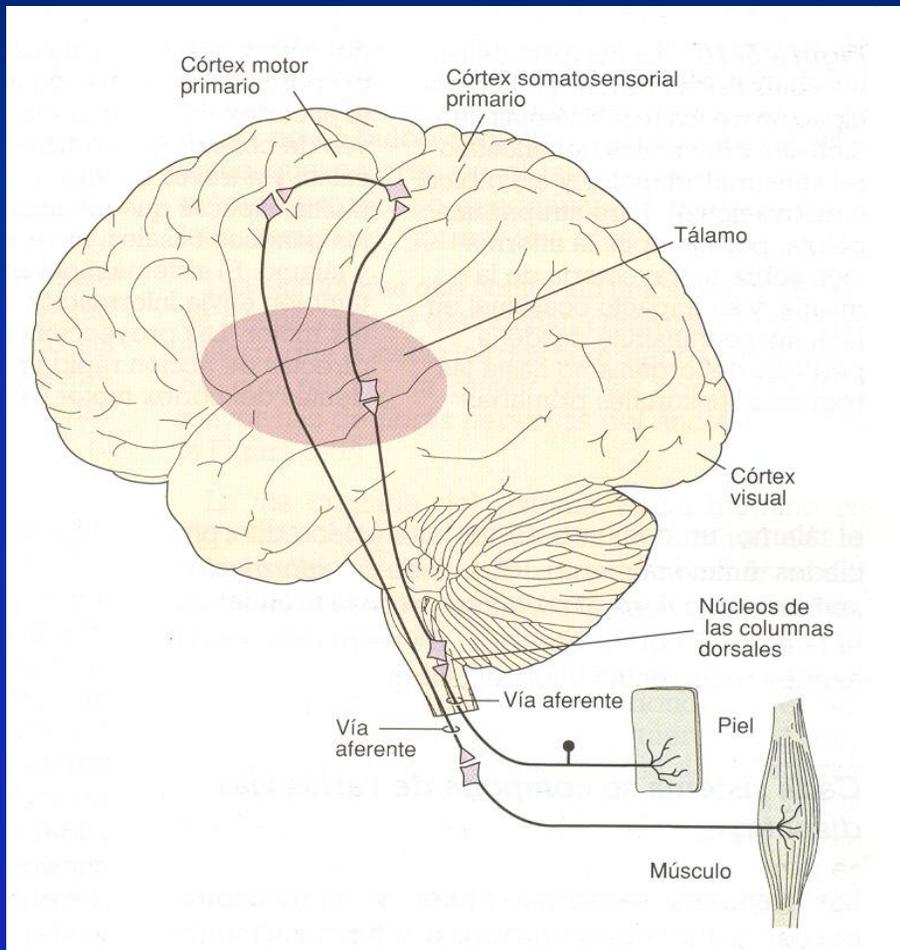
Dentro de ellas, el primer lugar lo ocupa sin duda la hipófisis o glándula pituitaria, que es un pequeño órgano de secreción interna localizado en la base del cerebro, junto al hipotálamo.

Tiene forma ovoide (de huevo) y mide poco más de diez milímetros. A pesar de ser tan pequeñísima, su función es fundamental para el cuerpo humano, por cuanto tiene el control de la secreción de casi todas las glándulas endocrinas.

# Glándulas de Secreción Endócrina. Esquema



# Tálamo. Hipotálamo.



## TALAMO:

Transmite y reduce mensajes de los receptores sensoriales (excepto los del olfato) de todo el cuerpo.

## HIPOTALAMO:

Parte baja de tálamo.

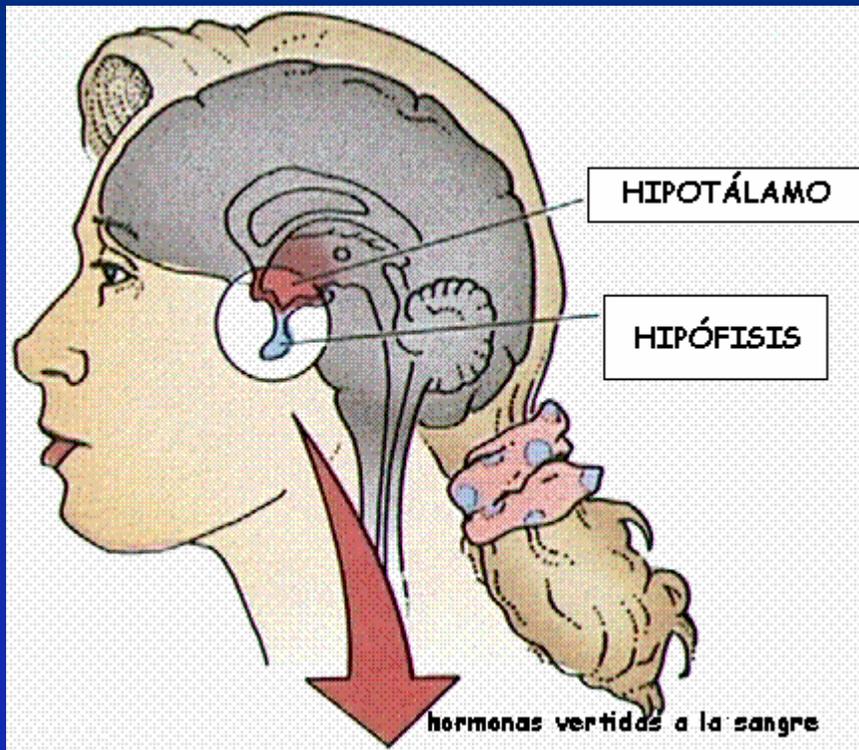
**Influye** sobre varios tipos de motivación.

**Controla** la alimentación, la ingestión del agua, la conducta sexual, el sueño, y el control de la temperatura.

**Participa** directamente en conductas emocionales como la ira, el terror, el placer.

**Coordina** e integra el sistema nervioso (stress)

# Glándulas de Secreción Endócrina. Hipotálamo

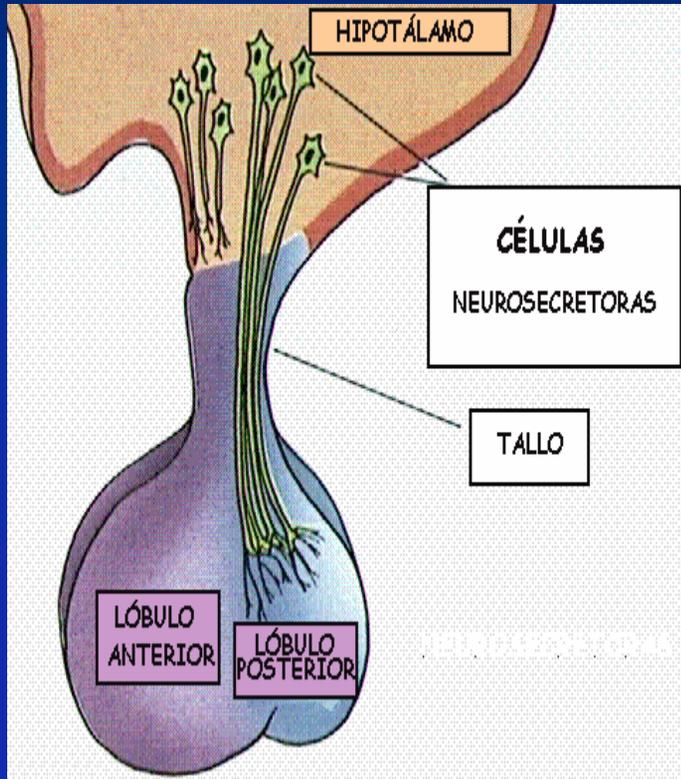


## HIPOTÁLAMO

Localizado en el cerebro, cerca del quiasma óptico. Secreta hormonas que estimulan o suprimen la liberación de hormonas en la glándula pituitaria. Controlan

- Balance de agua
- Sueño
- Temperatura
- Apetito
- Tensión Arterial

# Glándulas de Secreción Endócrina. Hipófisis



## HIPÓFISIS

Tamaño y la forma de una arveja. Cuelga del hipotálamo mediante el eje hipotálamo-hipófisis. Se distinguen tres lóbulos, que pueden considerarse incluso como glándulas independientes.

# Hipófisis. Lóbulo Anterior. Hormonas Trópicas.

## Hormonas trópicas

Estimulantes, ya que estimulan a las glándulas correspondientes.

- **TSH o tireotropina:** regula la secreción de tiroxina por el tiroides
- **ACTH o adrenocorticotropina:** controla la secreción de las hormonas de las cápsulas suprarrenales.
- **FSH o folículo estimulante:** provoca la secreción de estrógenos por los ovarios y la maduración de espermatozoides en los testículos.
- **LH o luteotropina:** estimula la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo y de la testosterona por los testículos.

# Hipófisis. Lóbulo Anterior. Hormonas No Trópicas.

## Hormonas no trópicas

Actúan directamente sobre sus células blanco.

- **STH o somatotropina**, conocida como "hormona del crecimiento", ya que es responsable del control del crecimiento de huesos y cartílagos.
- **PRL o prolactina**: estimula la secreción de leche por las glándulas mamarias tras el parto.

# Hipófisis. Lóbulo Medio y Posterior.

## Lóbulo medio

**MSH o estimulante de los melonóforos**, estimula la síntesis de melanina y su dispersión por la célula.

## Lóbulo posterior o neurohipófisis

**Oxitocina y Vasopresina o ADH**. Son sintetizadas por el hipotálamo y se almacenan aquí.

- 1. Oxitocina:** Actúa sobre los músculos del útero, estimulando las contracciones durante el parto. Facilita la salida de la leche como respuesta a la succión.
- 1. Vasopresina:** Es una hormona antidiurética, favoreciendo la reabsorción de agua a través de las nefronas.

# Hormonas Esteroides. Ciclo secretor. Hipófisis

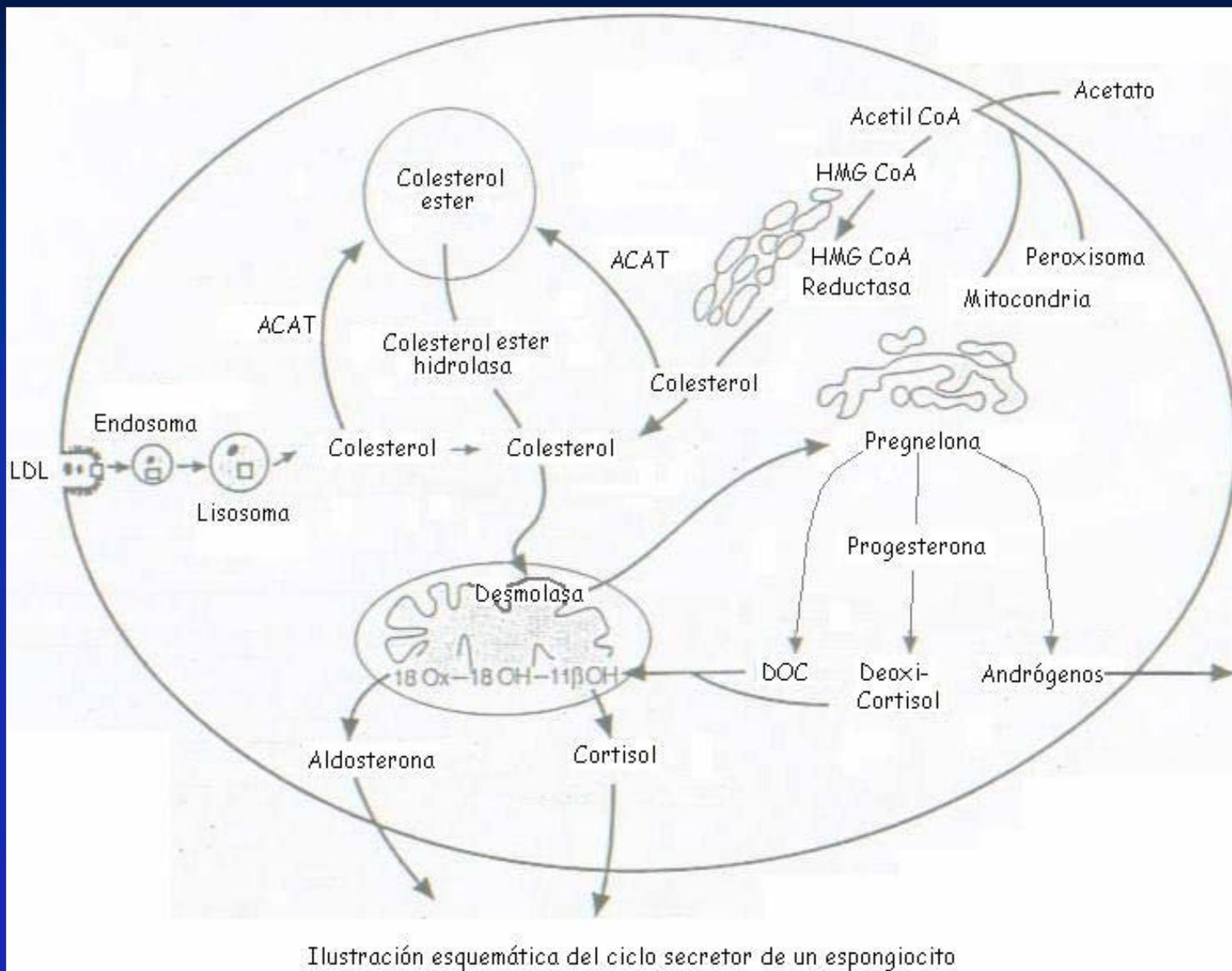


Ilustración esquemática del ciclo secretor de un espongocito

# Clasificación 1.

HORMONA	GLANDULA DE ORIGEN	TEJIDO DE DESTINO	FUNCIÓN
<b>Adrenocorticotropina (ACTH)</b>	<b>Hipófisis A</b>	Corteza suprarrenal	Activa la secreción de cortisol de la glándula suprarrenal
<b>Crecimiento</b>	<b>Hipófisis A</b>	Todo el cuerpo	Estimula el crecimiento y el desarrollo
<b>Foliculoestimulante (FSH)</b>	<b>Hipófisis A</b>	Glándulas sexuales	Estimula la maduración del óvulo en la mujer y la producción de esperma en el Hombre
<b>Luteinizante (LH)</b>	<b>Hipófisis A</b>	Glándulas sexuales	Estimula la ovulación femenina y la secreción masculina de testosterona
<b>Prolactina (LTH)</b>	<b>Hipófisis A</b>	Glándulas mamarias	Estimula la secreción de leche en las mamas tras el parto
<b>Tirotropina (TSH)</b>	<b>Hipófisis A</b>	Tiroides	Activa la secreción de hormonas Tiroideas
<b>Melanotropina</b>	<b>Hipófisis A</b>	Células productoras de melanina	Controla la pigmentación de la piel
<b>Vasopresina</b>	<b>Hipófisis P</b>	Riñones	Regula la retención de líquidos y la tensión arterial
<b>Oxitocina</b>	<b>Hipófisis P</b>	Útero	Activa la contracción del útero durante el parto
		Glándulas mamarias	Estimula la secreción de leche tras el parto

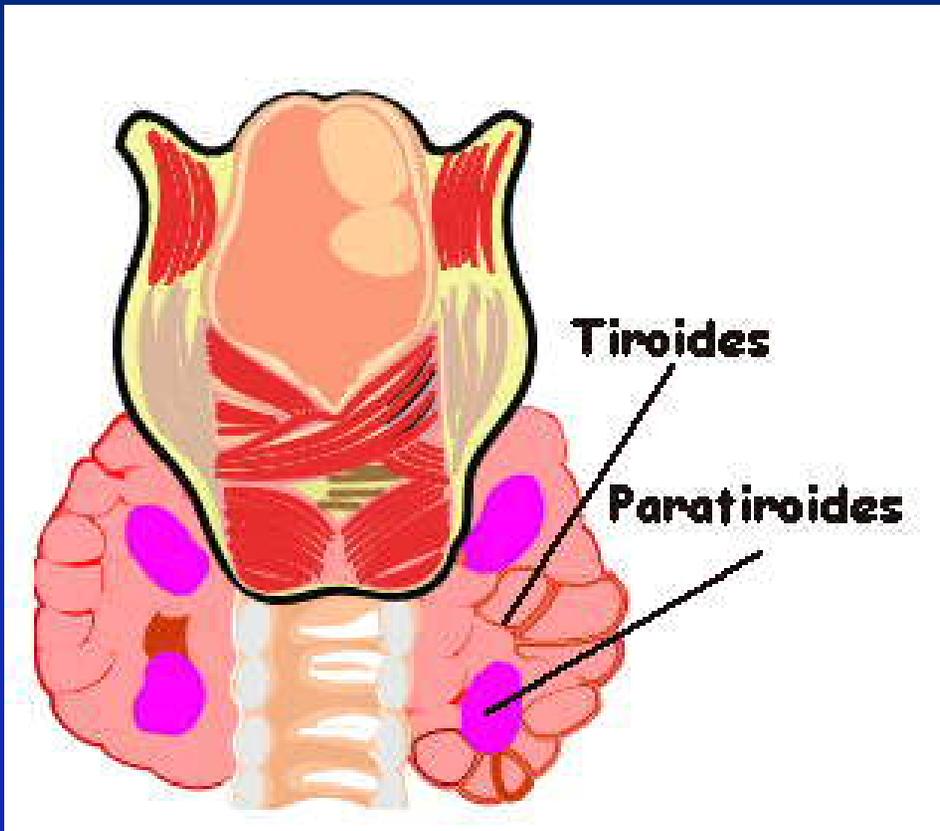
## Clasificación 2.

HORMONA	GLÁNDULA DE ORIGEN	TEJIDO DE DESTINO	FUNCIÓN
<b>Melatonina</b>	<b>Pineal</b>	No está claro, aunque los posibles destinos parecen ser las células pigmentadas y los órganos sexuales	Parece afectar a la pigmentación de la piel, regular los biorritmos y prevenir los trastornos por desfase horario
<b>Calcitonina</b>	<b>Tiroides</b>	Huesos	Controla la concentración de calcio en la sangre depositándolo en los huesos
<b>Hormonas tiroideas</b>	<b>Tiroides</b>	Todo el cuerpo	Aumentan el ritmo metabólico, potencian el crecimiento y el desarrollo normal
<b>Parathormona (PTH)</b>	<b>Paratiroides</b>	Huesos, intestinos y riñones	Regula el nivel de calcio en la sangre
<b>Timosina</b>	<b>Timo</b>	Glóbulos blancos	Potencia el crecimiento y el desarrollo de los glóbulos blancos, ayudando al cuerpo a luchar contra las infecciones
<b>Aldosterona</b>	<b>Suprarrenal</b>	Riñones	Regula los niveles de sodio y potasio en la sangre para controlar la presión sanguínea
<b>Cortisol o Hidrocortisona</b>	<b>Suprarrenal</b>	Todo el cuerpo	Juega un papel esencial en la respuesta ante el estrés, aumenta los niveles de glucosa en sangre y moviliza las reservas de grasa, reduce las inflamaciones
<b>Adrenalina</b>	<b>Suprarrenal</b>	Músculos y vasos sanguíneos	Aumenta la presión sanguínea, el ritmo cardíaco y metabólico y los niveles de azúcar en sangre; dilata los vasos sanguíneos. También se libera al realizar un ejercicio físico
<b>Norepinefrina</b>	<b>Suprarrenal</b>	Músculos y vasos sanguíneos	Aumenta la presión sanguínea y el ritmo cardíaco, produce vasoconstricción

# Clasificación 3.

HORMONA	GLÁNDULA DE ORIGEN	TEJIDO DE DESTINO	FUNCIÓN
<b>Glucagón</b>	<b>Páncreas</b>	Hígado	Estimula la conversión del glucógeno (hidrato de carbono almacenado) en glucosa (azúcar de la sangre), regula el nivel de glucosa en la sangre
<b>Insulina</b>	<b>Páncreas</b>	Todo el cuerpo	Regula los niveles de glucosa en la sangre, aumenta las reservas de glucógeno, facilita la utilización de glucosa por las células del cuerpo
<b>Estrógenos</b>	<b>Ovarios</b>	Sistema reproductor femenino	Favorecen el desarrollo sexual y el crecimiento, controlan las funciones del sistema reproductor femenino
<b>Progesterona</b>	<b>Ovarios</b>	Glándulas mamarias	Prepara el útero para el embarazo
		Útero	
<b>Testosterona</b>	<b>Testículos</b>	Todo el cuerpo	Favorece el desarrollo sexual y el crecimiento; controla las funciones del sistema reproductor masculino
<b>Eritropoyetina</b>	<b>Riñón</b>	Médula ósea	Estimula la producción de glóbulos rojos

# Glándulas. Tiroides.



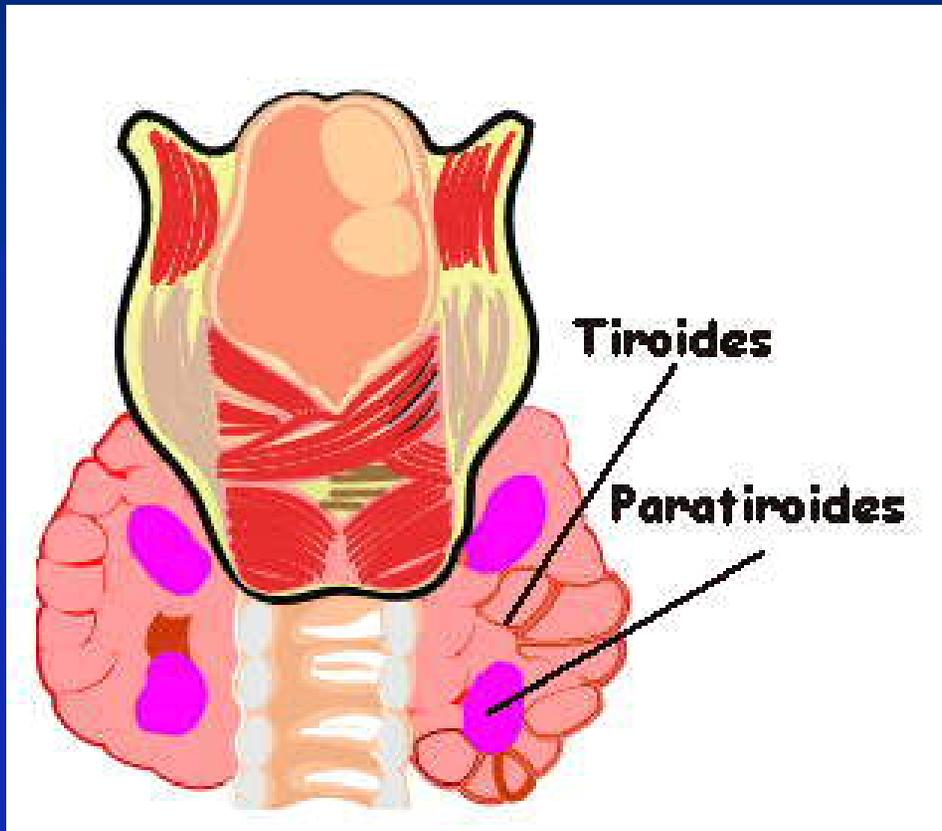
## TIROIDES

Situada en la parte anterior del cuello y a ambos lados de la tráquea, segrega:

**Tiroxina:** Su función es actuar sobre el metabolismo y la regulación del crecimiento y desarrollo en general.

**Calcitonina:** Interviene junto a la hormona paratiroidea, en la regulación del metabolismo del calcio en la sangre, estimulando su depósito en los huesos.

# Glándulas. Tiroides.



## PARATIROIDES

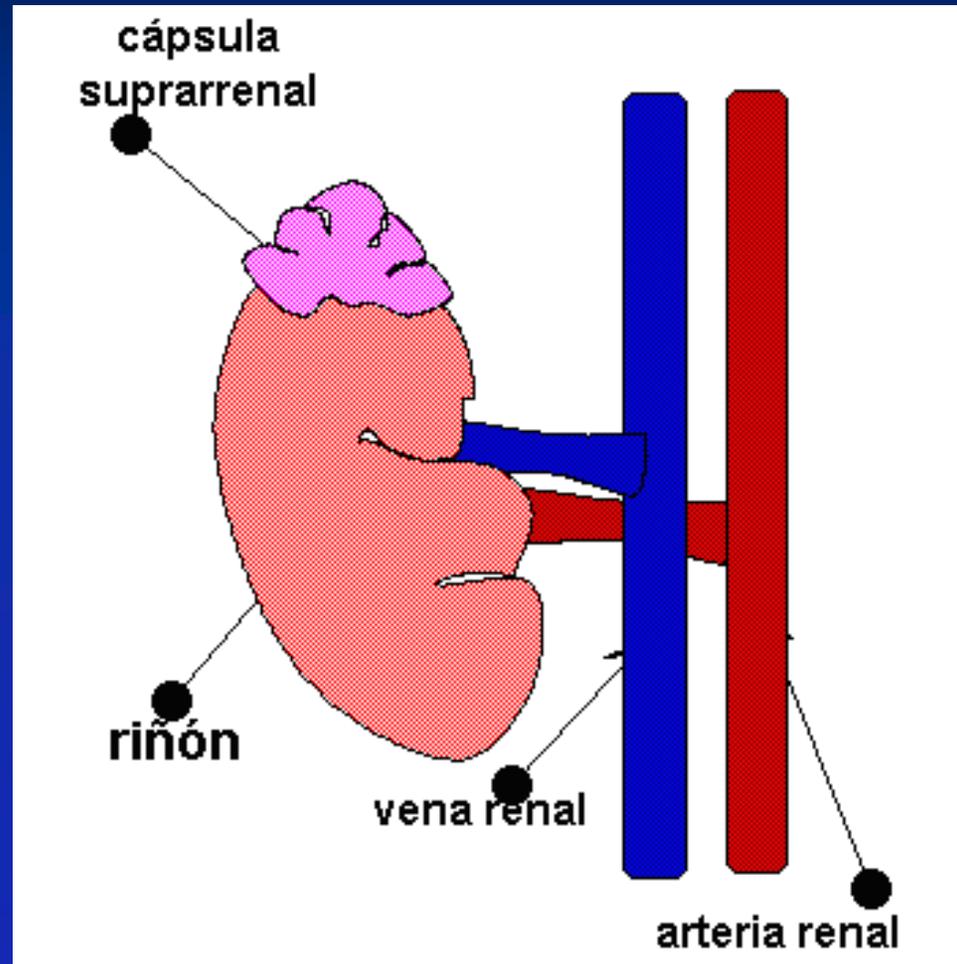
Cuatro grupos celulares incluidos en la parte posterior del tiroides.

Segregan **parathormona**, que está implicada en la regulación de los niveles de calcio en la sangre.

Efectos contrarios a la **calcitonina**  
La **parathormona** estimula la absorción del calcio en el intestino por lo que produce un aumento de calcio en sangre.

La **calcitonina** tiende a disminuir la presencia de calcio en sangre.

# Glándulas. Cápsula Suprarrenal. Estructura.



# Glándulas. Cápsula Suprarrenal. Corteza.

## Corteza:

Tres capas. Cada una segrega diversas sustancias hormonales.

**Capa externa: mineralocorticoides.** Regulan el metabolismo de los iones.

**Aldosterona**, facilita la retención de agua y sodio, la eliminación de potasio y la elevación de la tensión arterial.

**Capa intermedia: Glucocorticoides.**

**Cortisol:** Formación de glúcidos y grasas a partir de los aminoácidos de las proteínas. Aumenta el catabolismo de proteínas. Disminuyen los linfocitos y eosinófilos. Aumenta la capacidad de resistencia al estrés.

**Capa interna: Andrógenocorticoides.** Caracteres sexuales

Se segregan tanto hormonas femeninas como masculinas, que producen su efecto fundamentalmente antes de la pubertad para, luego, disminuir su secreción.

# Glándulas. Cápsula Suprarrenal. Médula.

## Médula

### Adrenalina y noradrenalina.

- Controlan el metabolismo de los glúcidos
- Favorece la glucogenólisis. Aumenta la glucemia
- Elevan la presión arterial.
- Aceleran la FC
- Aumentan la frecuencia respiratoria
- Se denominan también "hormonas de la emoción"
- Se producen abundantemente en situaciones de estrés, terror,
- ansiedad, etc,

# Hormonas. Adrenalina y Noradrenalina.

<b>Adrenalina</b>	<b>Noradrenalina</b>
Incremento de la <u>fuerza</u> y Frecuencia de la contracción cardíaca	Incremento de la <u>fuerza</u> y frecuencia de la contracción cardíaca
Dilatación de los vasos coronarios	Dilatación de los vasos coronarios
<b>Vaso dilatación general</b>	<b>Vaso constricción general</b>
Incremento del gasto cardíaco	Descenso del gasto cardíaco
Incremento de la glucogenólisis	Incremento de la glucogenólisis (en menor proporción)

# Páncreas. Estructura y Función.

Glándula de secreción mixta

Situada detrás del estómago, por delante de las primeras vértebras lumbares.

Secreción externa: jugo pancreático. Función digestiva.

Secreción interna: Islotes de Langerhans

**Células alfa ► Glucagón**

**Células beta ► Insulina**

**Insulina.** Estimula la absorción de la glucosa por las células, fundamentalmente por las del hígado y el tejido muscular, para que se transformen en glucógeno hepático y muscular.

Disminución de la glucosa en sangre.

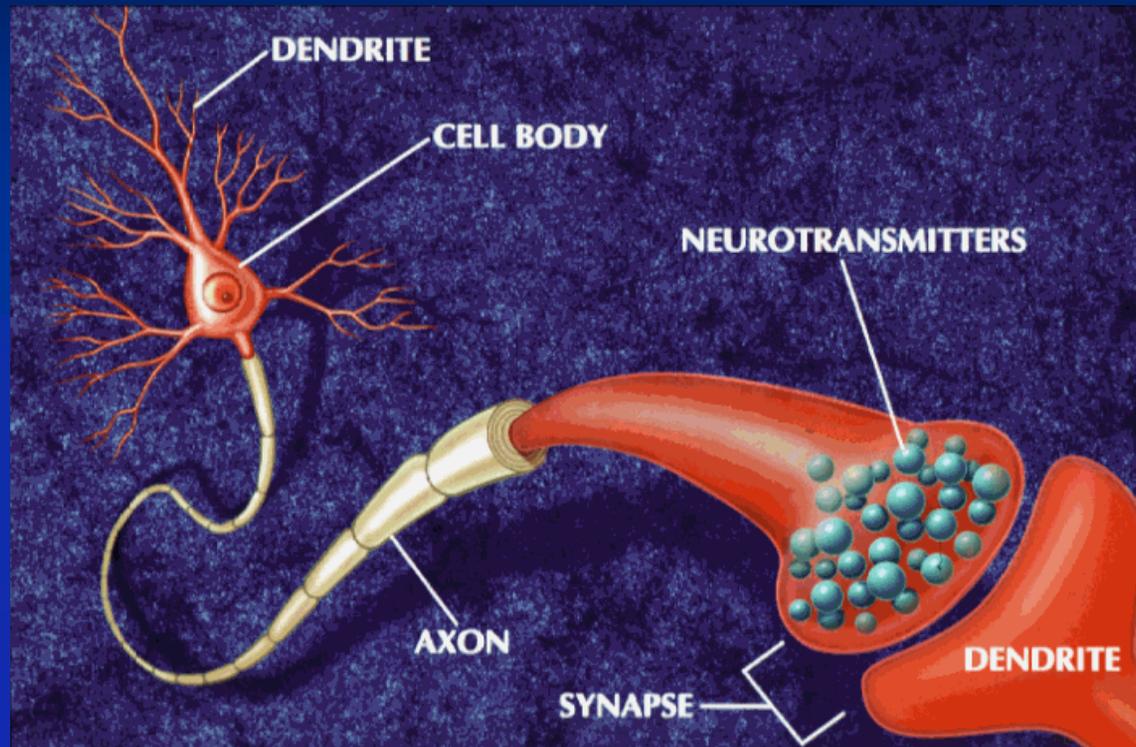
Hormona hipoglucemiante.

**Glucagón.** Antagónico de la insulina. Glucogenólisis.

Hormona hiperglucemiante.

Aumento de la glucosa en sangre.

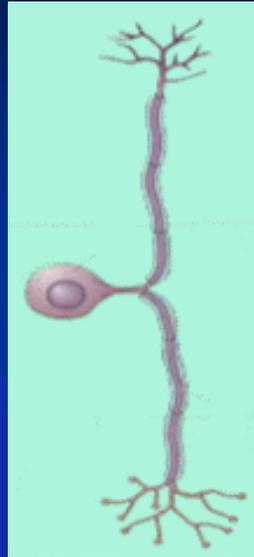
# Neurona. Sinapsis. Acetilcolina.



**Acetil Colina.** Neurotransmisor.

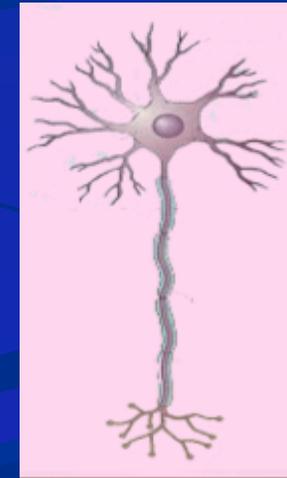
# Neurona. Tipos.

**Monopolares:**  
Una sola  
terminación  
que actúa de  
dendrita y axón

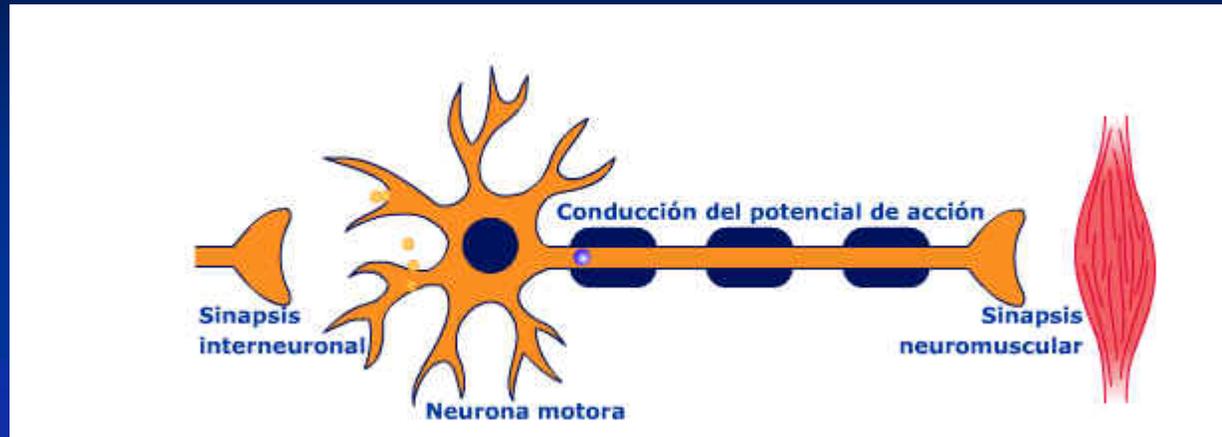


**Multipolares:**  
Son las más  
comunes.  
Tienen múltiples  
entradas  
(dendritas) y  
una sola salida  
(axón)

**Bipolares:**  
Dos terminaciones,  
uno de entrada  
que actúa de  
dendrita y otro de  
salida que actúa de  
axón



# Neurona. Sinapsis. Placa Motora.



Las neuronas son **células sintetizadoras de proteínas**, con un alto gasto de energía metabólica, ya que se caracterizan por:

- Presentar formas complejas y una gran área de superficie de membrana celular, a nivel de la cuál debe mantener un gradiente electroquímico importante entre el intra y el extracelular.
- Secretar distintos tipos de productos a nivel de sus terminales axónicos.
- Requerir un recambio constante de sus distintos organelos y componentes moleculares ya que su vida suele ser muy larga (hasta los mismos años que el individuo al que pertenecen).

# Entrenamiento. Principales Hormonas.

**Cortisol**: Riñón. Corteza Suprarrenal

**STH**: Cerebro. Hipófisis Anterior

**Insulina**: Páncreas. Células B Islotes Langherans

**Glucagón**: Páncreas. Células A Islotes Langherans

# Entrenamiento. Hormonas. Cortisol.

## Cortisol

**Estimula la conversión de proteínas en glucosa.  
Almacena la glucosa en la forma de glucógeno.**

Es inductivo.

### **Modo de regulación:**

Un **estímulo liberador de glucocorticoides** (Ej.: Ayuno prolongado) ► hipotálamo hormona liberadora de corticotropina (CRH).

Viaja hacia la adenohipófisis (o hipófisis anterior) donde se comunica con los receptores de membrana de las células corticotróficas creando segundos mensajeros (AMPc principalmente) en el interior de estas células;

**Segunda respuesta:** liberación de Adenocorticotrofina (ACTH) por parte de las células corticotróficas de la adenohipófisis, esta hormona viaja hasta las glándulas suprarrenales, donde se unen a los receptores de membrana presentes en las células de la corteza suprarrenal (entre ellas los espongocitos) desencadenando un sistema de segundos mensajeros, donde el principal es el AMPc; y el  $Ca^{+2}$  con el fosfatidil inositol actúan de forma complementaria.

### **Vías de retroalimentación negativa:**

Bloquea el efecto estimulador de la ACTH sobre la corteza suprarrenal en cuestión de minutos.

Inhibe la producción de ACTH, este efecto es más lento, puede tomar unas horas

ACTH bloqueada y el Cortisol ► Hipotálamo detienen la liberación y probablemente la síntesis de CRH.

## Cortisol

### Variación Secreción Cortisol



## STH

**Estimula transporte de AA a través de las membranas celulares.**

**Estimula la síntesis proteica por los ribosomas.**

**Aumenta tasa de transcripción del ADN para formar ARN.**

**Promueve disminución del catabolismo proteico y de AA.**

**Estimula casi todos los aspectos de la captación de AA y síntesis de proteínas por la células y reduce la degradación de las mismas.**

## STH

### Ganancia de Peso por STH



# Entrenamiento. Hormonas. Insulina y Glucagón

## Insulina

Estimula la captación inmediata, el almacenamiento y el uso de la glucosa por casi todos los tejidos del organismo.

En reposo la energía producida es en casi totalidad proveniente de ácidos grasos.

La célula en reposo es impermeable a la glucosa.

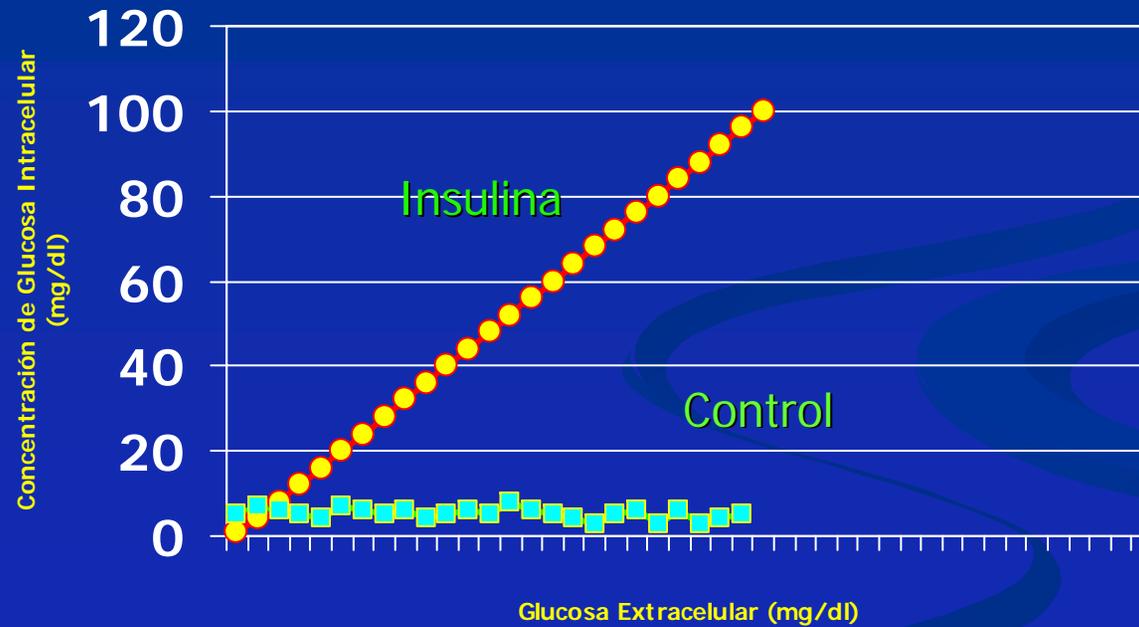
Durante el ejercicio aumenta la permeabilidad por la contracción muscular.

Luego de una ingesta elevada en CHO, la insulina inhibe la liberación de ácidos grasos de los adipositos.

La capacidad de almacenamiento de glucógeno es del 2% en tejido muscular.

## Insulina

### Permeabilidad de membrana



## Glucagon

**Estimula la glucogenólisis.**

**Se dispara por acción del AMPc, como segundo mensajero.**

**Aumenta la glucemia plasmática.**

**La glucosa desfosforilada puede salir de los hepatocitos.**

**Inhibe el almacenamiento de TGL en el hígado.**

**Activa la lipasa de los adipocitos.**

**Inhibe la secreción de ácido gástrico.**

## Metabolismo CHO

**Conservar la glucemia en niveles normales: el tejido nervioso solo puede usar glucosa.**

**Más del 50% de la glucosa formada vía gluconeogénesis se utiliza en alimentar el tejido nervioso.**

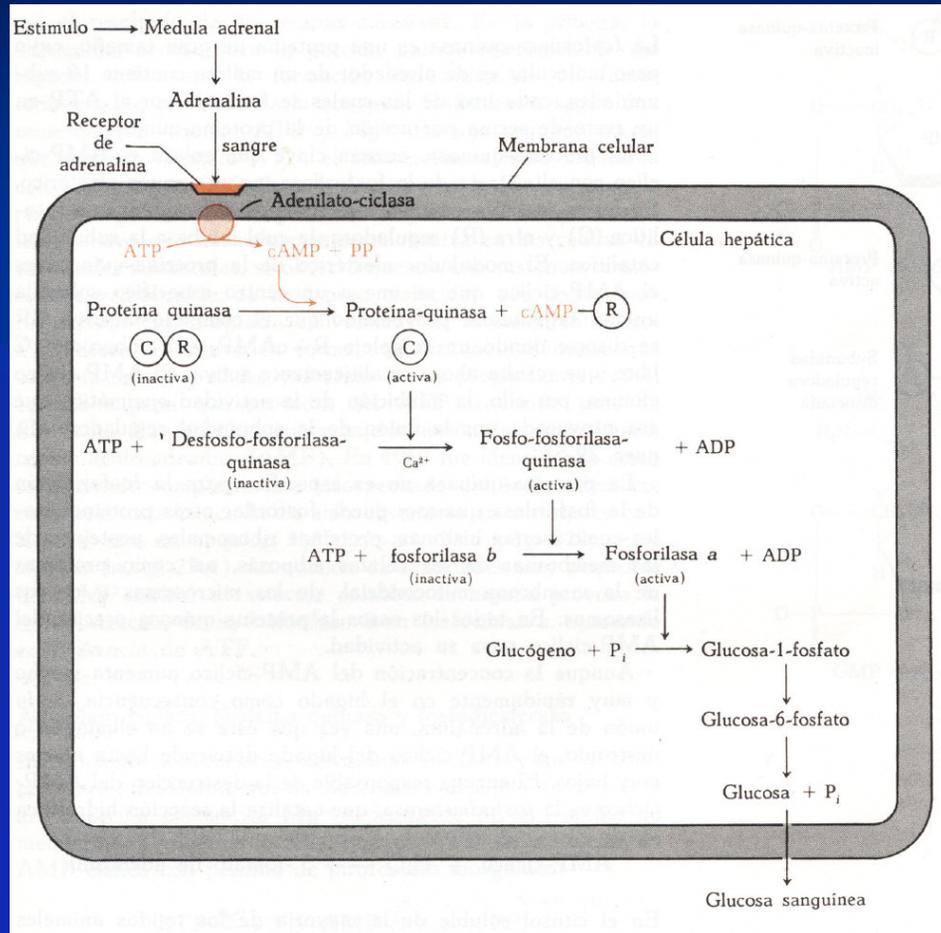
**La glucemia elevada aumenta la presión osmótica del tejido extracelular y deshidrata a la célula.**

**La glucemia elevada estimula la diuresis osmótica en el riñón, con fuertes pérdida de electrolitos.**

**La presencia de AA como alanina y arginina estimulan la cc de glucagon.**

**Durante el ejercicio la cc de glucagon se eleva 5 a 6 veces mas que en reposo.**

# Adrenalina. Acción Glucogenolítica.



Se inicia cuando la adrenalina estimula la degradación del glucógeno en el hígado para convertirse a glucosa.

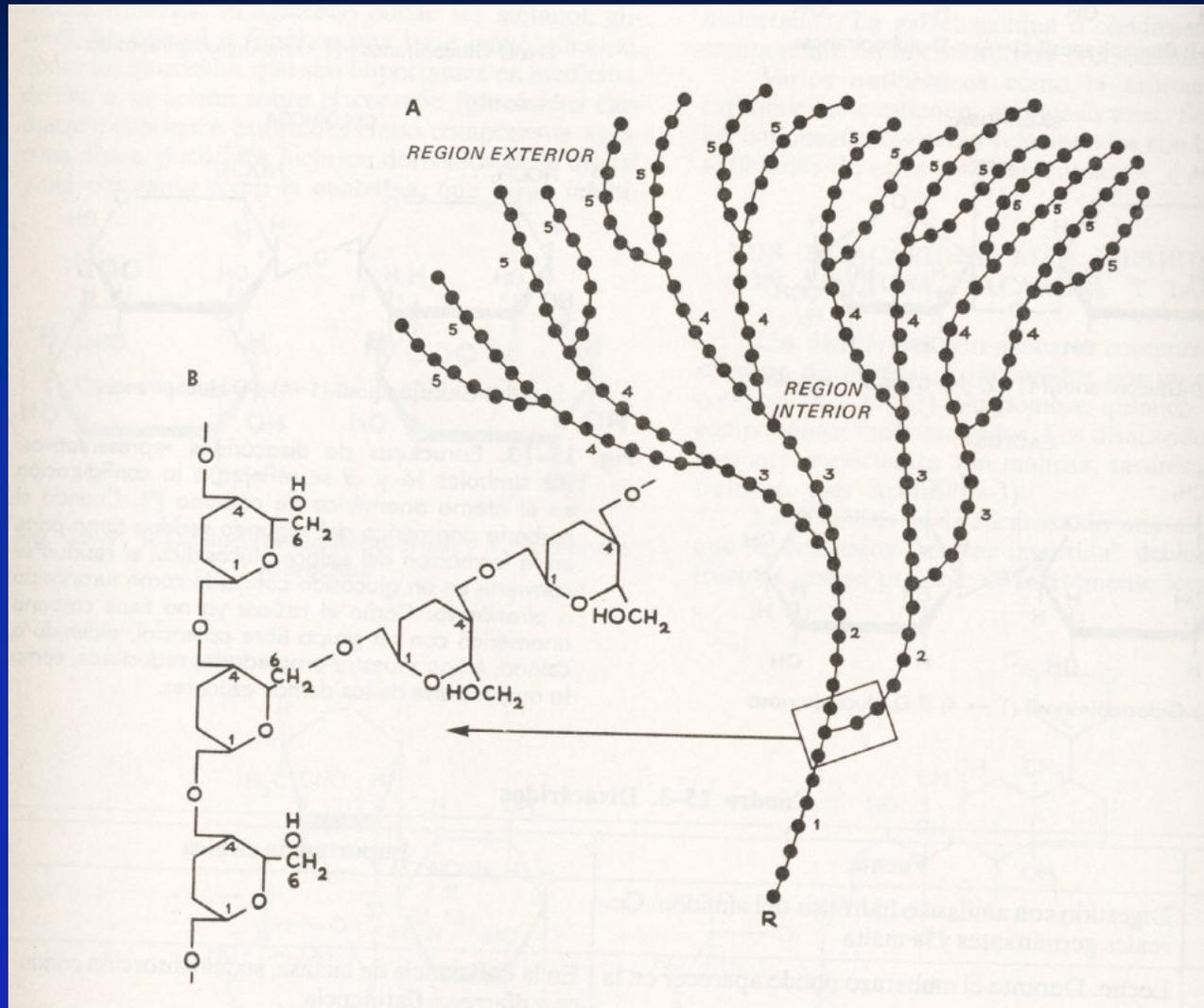
Origina la cascada amplificadora.

Se eleva la concentración de glucosa sanguínea.

Puede alcanzar su máxima actividad en cuestión de segundos.

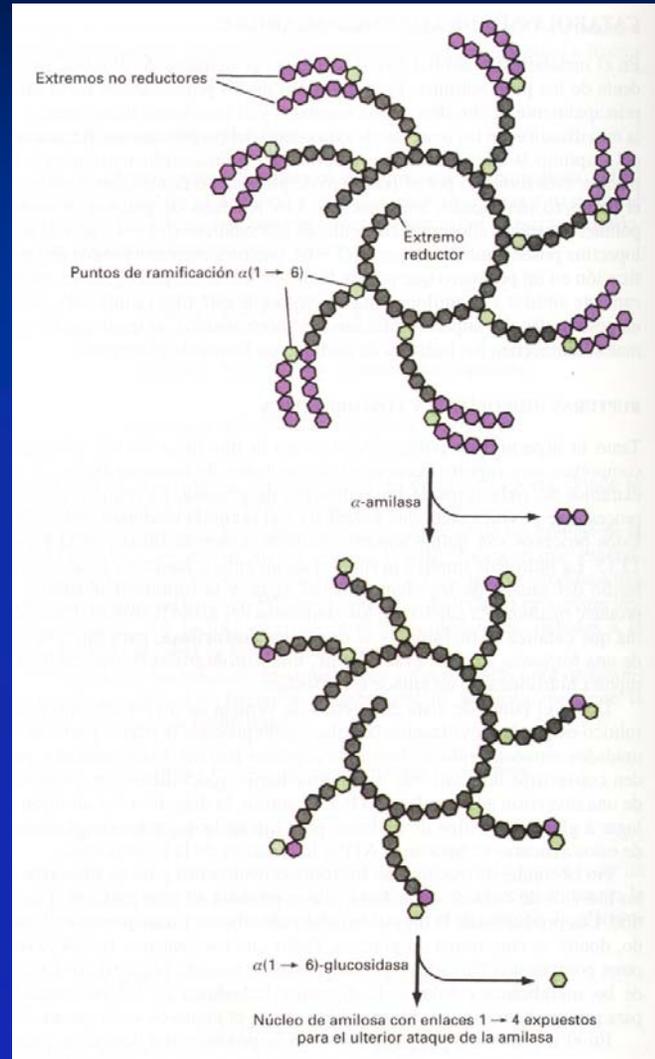
La **adrenalina** no sólo **estimula la degradación de glucógeno**, también **inhibe la síntesis** del mismo en el hígado, dirigiendo así todos los restos de glucosa disponibles y sus precursores hacia la producción de glucosa libre.

# Glucógeno. Estructura.



(9) Murray, Robert K., Granner, Daryl K., Mayes, Peter, A., Rodwell, Victor W.F. "Bioquímica de Harper". 1992. 14a. edición. Editorial: El Manual Moderno. Página 132

# Amilasa. Acción Enzimática



Mathews, Christopher K. , Van Holde, K.E. "Bioquímica". 1998. 1a. edición. Editorial: Mc Graw Hill –Interamericana. Madrid, España. Página 522.

# Glucógeno. Síntesis y Lisis.

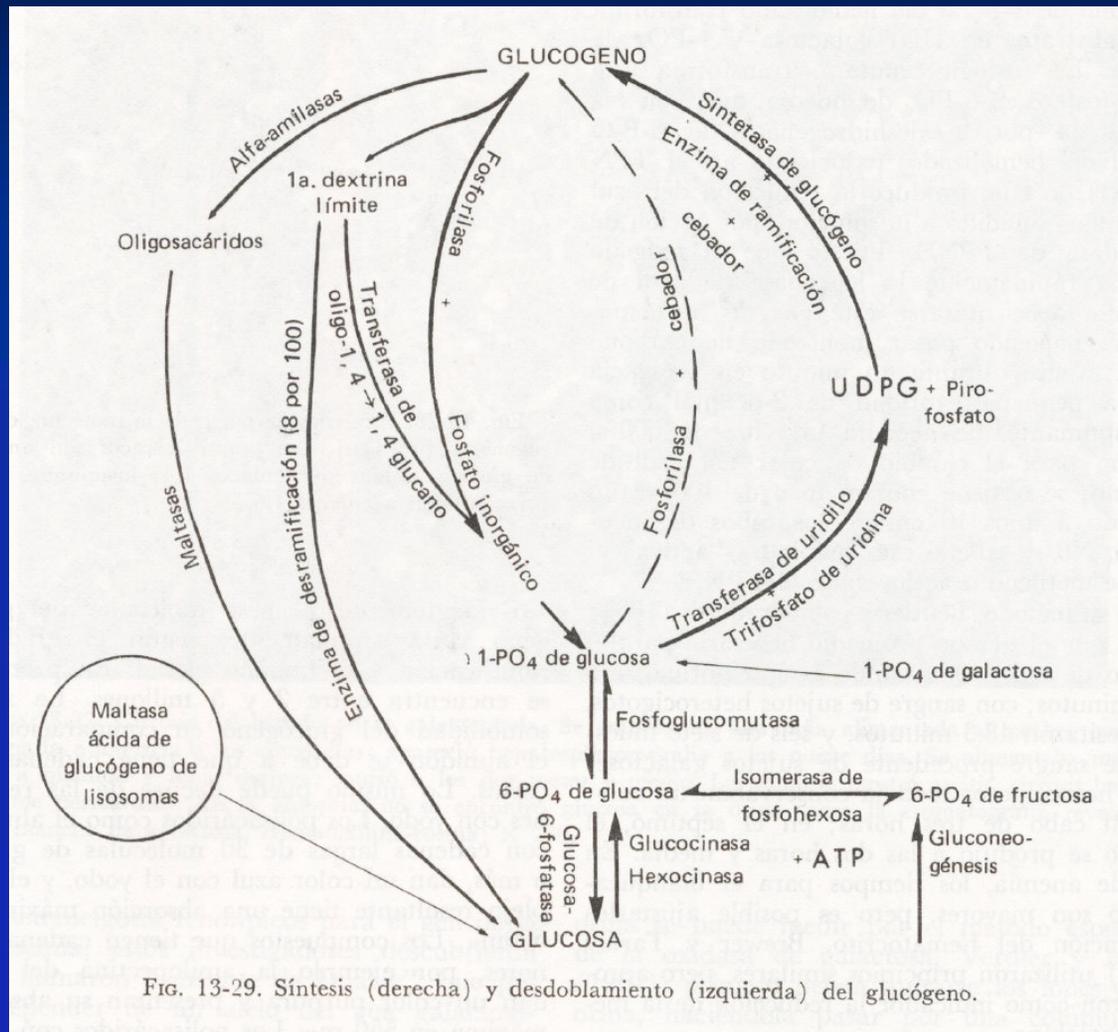


FIG. 13-29. Síntesis (derecha) y desdoblamiento (izquierda) del glucógeno.

(6) Lynch, M.J., Rápale, S.S., Mellor, L.D., Spare, P.D., Inwood, M.J.H. "Métodos de Laboratorio" 1991. Tercera edición. Editorial: Interamericana, México, D.F. Página 554

# Glucógeno. Patologías Asociadas.

TIPO	ENZIMA DEFECTUOSA	ÓRGANO AFECTADO	GLUCÓGENO
I	Glucosa-6-fosfatasa	Hígado y Riñón	*Cantidad elevada *Estructura normal
II	Alfa-glucosidasa lisosómica	Todos los órganos	*Muy incrementado *Estructura normal
III	Enzima desramificante	Músculo e Hígado	*Cantidad elevada *Ramificaciones cortas
IV	Enzima ramificante	Hígado y Bazo	*Cantidad normal *Pocas ramificaciones
V	Fosforilasa	Músculo	*Cantidad incrementada *Estructura normal
VI	Fosforilasa	Hígado	*Cantidad incrementada
VII	Fosfofructoquinasa	Músculo	*Cantidad incrementada *Estructura normal
VIII	Fosforilasa b quinasa	Hígado	*Cantidad incrementada *Estructura normal
IX	Glucógeno Sintasa	Hígado	*Cantidad disminuida