TEMA 9 – FISIOLOGÍA DEL SISTEMA ENDOCRINO

Este tema se centra en tres grandes bloques de regulación hormonal del organismo:

1. **Homeostasis del calcio y del fosfato**
2. **Secreción y función del páncreas endocrino**
3. **Hormonas tiroideas**

Estos tres sistemas están íntimamente relacionados con el **control del metabolismo**, la **estructura del esqueleto** y el **funcionamiento energético del organismo**.

El **sistema endocrino** es el conjunto de glándulas que liberan **hormonas directamente a la sangre**, para regular funciones fisiológicas en órganos lejanos.

➜ LAS HORMONAS SON, EN ESENCIA, **MENSAJEROS QUÍMICOS**.

Sus características principales:

- Se liberan a la **circulación sanguínea**
- Actúan sobre **órganos diana específicos**
- Regulan procesos como:
  - metabolismo
  - crecimiento
  - equilibrio de minerales
  - reproducción
  - adaptación al medio

Este tema estudia tres sistemas endocrinos clave:

SISTEMA	HORMONAS PRINCIPALES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Páncreas endocrino	Insulina, glucagón	Regulación de la glucosa
Paratiroides y vitamina D	PTH, calcitriol	Regulación del calcio y fosfato
Tiroides	T3, T4	Regulación del metabolismo

⇒ **OBJETIVOS DEL TEMA**

Los objetivos de aprendizaje son cinco.

1. COMPRENDER EL PÁNCREAS ENDOCRINO

- Estructura
- Hormonas que secreta:
  - **insulina**
  - **glucagón**

Estas dos hormonas controlan la **glucosa en sangre**.

2. Entender la homeostasis del calcio

El calcio está presente en tres compartimentos del organismo:

COMPARTIMENTO	PORCENTAJE APROXIMADO
Hueso	99 %
Líquido intracelular (LIC)	0,9 %
Líquido extracelular (LEC)	0,1 %

Aunque el calcio del plasma es muy pequeño en cantidad, **su concentración debe mantenerse extremadamente estable**.

3. ESTUDIAR LAS HORMONAS QUE REGULAN EL CALCIO Y EL FOSFATO

Son tres hormonas fundamentales:

HORMONA	FUNCIÓN PRINCIPAL
Hormona paratiroidea (PTH)	Aumenta el calcio en sangre
Calcitriol (vitamina D activa)	Aumenta absorción intestinal de calcio
Calcitonina	Disminuye el calcio en sangre

Estas hormonas actúan sobre:

- **hueso**
- **riñón**
- **intestino**

4. COMPRENDER LAS HORMONAS TIROIDEAS

Las hormonas tiroideas:

- **T3 (triyodotironina)**
- **T4 (tiroxina)**

Regulan:

- metabolismo basal
- consumo de oxígeno
- producción de calor
- crecimiento y desarrollo.

5. ENTENDER LAS PATOLOGÍAS RELACIONADAS

Especialmente:

HORMONA	EXCESO	DÉFICIT
Insulina	Hipoglucemia	Diabetes
Hormonas tiroideas	Hipertiroidismo	Hipotiroidismo
Hormonas del calcio	Alteraciones óseas	Osteoporosis

→ **Idea clave del tema**

Este tema explica **tres sistemas hormonales esenciales para la vida**:

1. **Control de la glucosa** → páncreas endocrino
2. **Control del calcio** → paratiroides + vitamina D
3. **Control del metabolismo energético** → tiroides

→ Estos tres sistemas son fundamentales para:

- el metabolismo
- la actividad muscular y nerviosa
- la estructura del esqueleto
- el equilibrio energético del organismo.

Para ir haciendo ganas hay que ver este estupendo video:

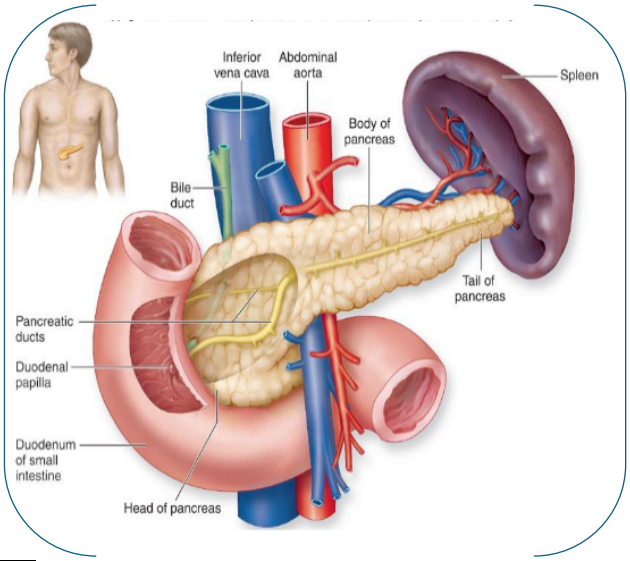
https://www.youtube.com/watch?v=CYVpBxoH80Y

⇒ **EL PÁNCREAS ENDOCRINO**

El **páncreas** es una glándula con una característica muy particular: posee **doble función**, por lo que se considera una **glándula mixta**.

Está situado:

- **detrás del estómago**
- **delante de las primeras vértebras lumbares**



Anatómicamente se extiende desde el **duodeno hasta el bazo**.

1. FUNCIÓN EXOCRINA DEL PÁNCREAS

La mayor parte del páncreas tiene función **exocrina**.

Produce el **jugo pancreático**, que se vierte al intestino delgado.

Este jugo contiene enzimas digestivas importantes:

ENZIMA	FUNCIÓN
Amilasa pancreática	digestión de carbohidratos
Lipasa pancreática	digestión de grasas
Tripsina y quimotripsina	digestión de proteínas

Estas secreciones llegan al intestino a través del **conducto pancreático**.

2. FUNCIÓN ENDOCRINA DEL PÁNCREAS

La parte endocrina está formada por pequeños grupos celulares llamados: **Islotes de Langerhans**

Son **pequeñas agrupaciones de células endocrinas** distribuidas por el páncreas.

Cada islote contiene varios tipos celulares, pero cabe destacar estas dos:

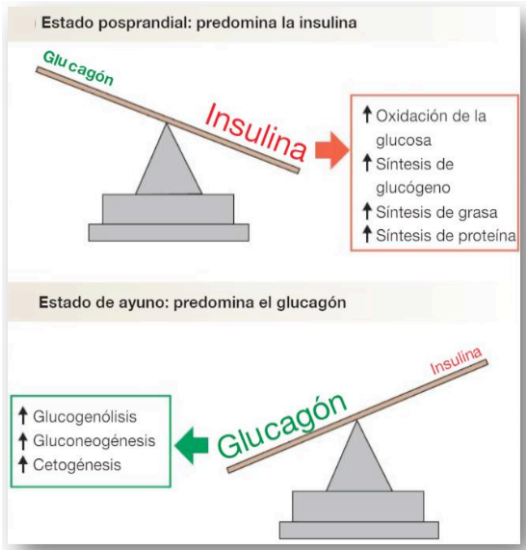
TIPO CELULAR	HORMONA QUE SECRETA	FUNCIÓN
Células alfa	Glucagón	Aumenta la glucosa en sangre
Células beta	Insulina	Disminuye la glucosa en sangre

Estas hormonas pasan **directamente a la sangre**.

⇒ REGULACIÓN DE LA SECRECIÓN DE INSULINA Y GLUCAGÓN

Este es el concepto central de la fisiología metabólica: **El metabolismo del organismo está controlado por el cociente insulina-glucagón.**

Esto significa que no importa solo la cantidad absoluta de cada hormona, sino **la relación entre ambas**.



1. REGULACIÓN POR LA GLUCEMIA

La principal señal que controla estas hormonas es: **la concentración de glucosa en sangre.**

→ **Cuando aumenta la glucosa (después de comer)** ocurre:

- ↑ secreción de **insulina**
- ↓ secreción de **glucagón**

Resultado fisiológico:

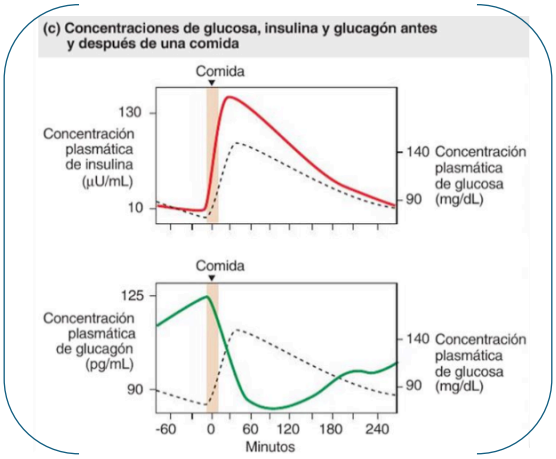
- la glucosa entra en las células
- se almacena energía.

→ **Cuando disminuye la glucosa (ayuno)**
ocurre lo contrario:

- ↓ insulina
- ↑ glucagón

Resultado:

- se movilizan las reservas energéticas.



2. VALORES NORMALES DE GLUCOSA
Según la diapositiva:

Situación	Glucosa plasmática
Ayuno	≈ 90 mg / 100 ml
Después de comer	hasta ≈ 170 mg / 100 ml

Estos valores muestran que el organismo tolera cambios, pero siempre dentro de **un rango relativamente estrecho**.

El sistema endocrino evita dos situaciones peligrosas:

- **hipoglucemia**
- **hiperglucemia**.

3. CONCEPTO CLAVE: COCIENTE INSULINA-GLUCAGÓN

Este cociente determina el estado metabólico del organismo.

ESTADO FISIOLÓGICO	HORMONA DOMINANTE
Después de comer	insulina
Ayuno	glucagón
Ejercicio intenso	glucagón + catecolaminas

4. IMPORTANCIA FISIOLÓGICA
Este sistema garantiza que el organismo siempre disponga de energía.

Después de una comida: → almacenar energía
Durante el ayuno: → liberar energía

→ Esto es uno de los mejores ejemplos de **homeostasis metabólica**.

Ahora entramos a ver el **metabolismo del hígado, músculo y tejido adiposo**, que es una de las partes más importantes del tema.

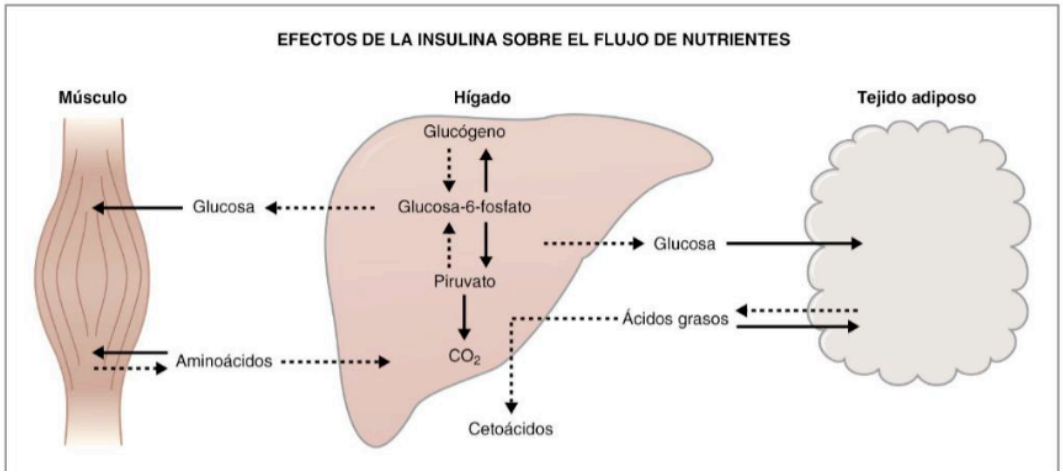
⇒ **ACCIONES DE LA INSULINA**

La **insulina** es la hormona principal del estado **postprandial** (después de comer).
Su función global es: **favorecer el almacenamiento de los nutrientes ingeridos.**

Cuando comemos, la sangre se llena de:

- glucosa
- aminoácidos
- ácidos grasos

La insulina dirige estos nutrientes hacia los tejidos para almacenarlos.



1. TEJIDOS DIANA PRINCIPALES DE LA INSULINA

La insulina actúa sobre tres órganos fundamentales:

ÓRGANO	FUNCIÓN METABÓLICA
Hígado	almacenamiento de glucosa
Músculo	síntesis proteica y glucógeno
Tejido adiposo	almacenamiento de grasa

2. EFECTOS EN EL HÍGADO

En el hígado la insulina produce:

- **Glucogénesis**

Formación de **glucógeno** a partir de glucosa.
Esto permite almacenar glucosa para utilizarla posteriormente.

- **Lipogénesis**

Cuando el glucógeno está lleno, el hígado transforma glucosa en: **ácidos grasos** que posteriormente se almacenan en el tejido adiposo.

- **Inhibición de producción de glucosa**

La insulina también inhibe:

- **gluconeogénesis**
- **glucogenólisis**

Esto evita que el hígado siga liberando glucosa.

3. EFECTOS EN EL MÚSCULO

El músculo es uno de los tejidos que más responde a la insulina.
Produce: **Entrada de glucosa**
La insulina activa transportadores de glucosa llamados: **GLUT4**
Estos transportadores permiten que la glucosa entre en la célula muscular.

- **Síntesis de glucógeno muscular**

Parte de la glucosa se almacena como **glucógeno**.
Este glucógeno será utilizado durante el ejercicio.

- **Síntesis proteica**

La insulina aumenta:

- captación de aminoácidos
- síntesis de proteínas musculares.

Por eso se considera una **hormona anabólica**.

4. EFECTOS EN EL TEJIDO ADIPOSO

En el tejido adiposo la insulina favorece la **formación de triglicéridos**
Los ácidos grasos se almacenan como **grasa corporal**.

También inhibe: **lipólisis**
es decir, evita que la grasa almacenada se degrade.

→ **Resultado final de la insulina**

Disminuyen en sangre:

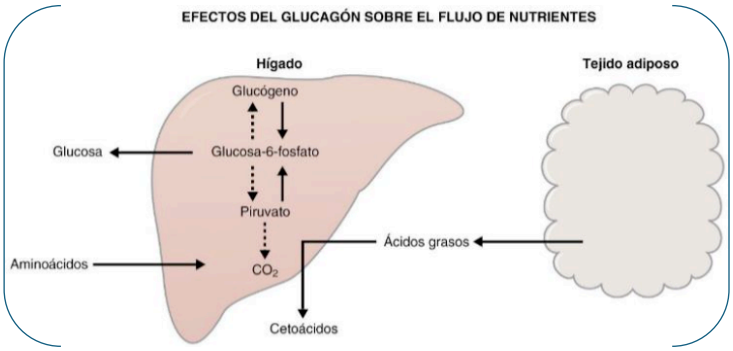
- glucosa
- aminoácidos
- ácidos grasos.

El organismo pasa a un estado **de almacenamiento energético**.

⇒ **ACCIONES DEL GLUCAGÓN**

El **glucagón** tiene una función opuesta a la insulina.

Es la hormona del: **estado de ayuno.**
Su misión es mantener el suministro de glucosa cuando no estamos comiendo.



1. ÓRGANO PRINCIPAL DE ACCIÓN

El glucagón actúa principalmente sobre: **hígado**
Tiene poca acción directa en músculo.

2. EFECTOS METABÓLICOS DEL GLUCAGÓN

→ La **glucogenólisis** es la degradación del **glucógeno hepático** almacenado en glucosa-1-fosfato y glucosa libre, activada por el glucagón y la adrenalina durante el ayuno o ejercicio. Ocurre principalmente en el citoplasma de las células hepáticas (para regular la glucemia) y musculares (para energía inmediata).
Todo este proceso, por tanto, libera glucosa.

→ La **glucogénesis** es el proceso metabólico de síntesis de glucógeno a partir de glucosa-6-fosfato, actuando como reserva energética principalmente en el hígado y los músculos. Estimulada por la insulina tras las comidas, permite almacenar el exceso de glucosa, convirtiendo la UDP-glucosa en cadenas de glucógeno mediante la glucógeno sintasa.
De modo que produce glucosa nueva a partir de:

- aminoácidos
- lactato
- glicerol.

→ **Lipólisis** es la movilización de grasas en el tejido adiposo. Esto permite producir energía en situaciones de ayuno.

→ **Resultado del glucagón**

El resultado principal del glucagón es el **aumento rápido de los niveles de glucosa (azúcar) en sangre**. Actúa como una hormona hiperglucemiante liberada por el páncreas para contrarrestar la

hipoglucemia grave (azúcar muy bajo), señalando al hígado que libere glucosa almacenada, lo que suele surtir efecto en 5-10 minutos.

⇒ ALTERACIONES DE LA SECRECIÓN DE INSULINA

→ DIABETES MELLITUS

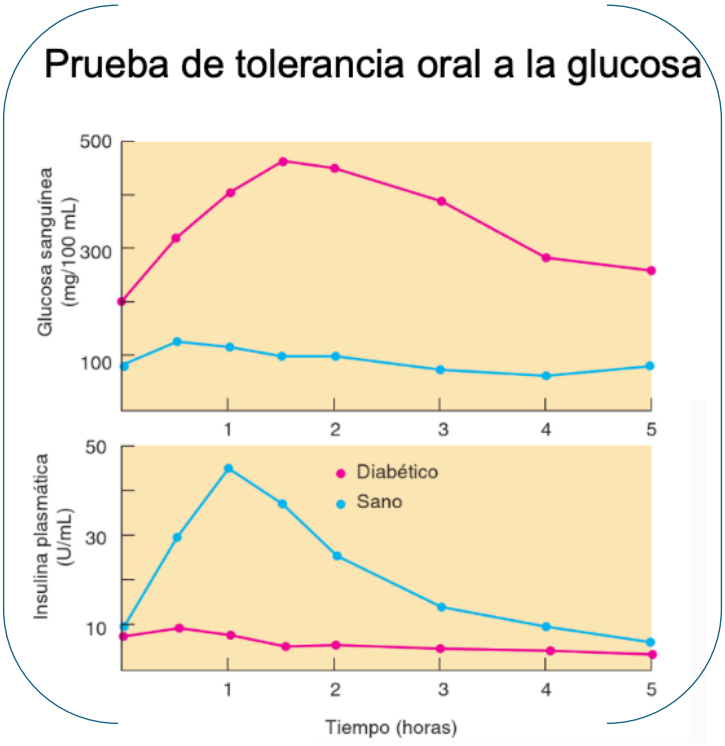
La **diabetes mellitus** es una enfermedad caracterizada por: **hiperglucemia crónica.**

Esto ocurre porque la insulina:

- no se produce
- o no funciona correctamente.

Síntomas clásicos de la diabetes:

SÍNTOMA	EXPLICACIÓN FISIOLÓGICA
Poliuria	aumento de la micción
Polidipsia	aumento de la sed
Pérdida de peso	catabolismo de grasas y proteínas



→ Glucosuria

Cuando la glucosa supera el umbral renal: **aparece glucosa en la orina.**

De ahí viene el nombre: **mellitus (miel).**

https://www.youtube.com/watch?v=l3xxCR3LGaI

⇒ DIABETES MELLITUS TIPO II

Es la forma más frecuente de diabetes.

El problema principal es: **resistencia a la insulina.** Las células beta producen insulina, pero los tejidos responden mal, por lo que ecesitan mayores concentraciones de insulina para mantener la tasa de glucemia.

Factores que favorecen la enfermedad

FACTOR	MOTIVO
obesidad	reduce sensibilidad a insulina
sedentarismo	disminuye captación de glucosa
genética	predisposición hereditaria
edad	cambios metabólicos

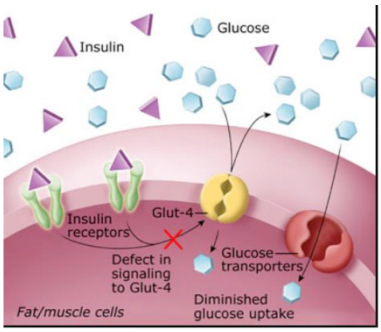
→ Tratamiento

Primero:

- dieta
- ejercicio.

Si no es suficiente se utilizan fármacos como:

Fármaco	Acción
sulfonilureas	aumentan secreción de insulina
metformina	aumenta sensibilidad a insulina



→ **Complicaciones crónicas**

Si no se controla la enfermedad pueden aparecer:

- problemas vasculares
- daño renal
- problemas oculares
- gangrena en extremidades.

⇒ REGULACIÓN HORMONAL DEL CALCIO Y FOSFATO

A partir de aquí vamos a ver cómo se realiza la **homeostasis del calcio**.

Tres hormonas regulan este sistema:

HORMONA	FUNCIÓN
PARATIROIDEA (PTH)	aumenta calcio
CALCITRIOL (1,25(OH)2D3)	aumenta absorción de calcio
CALCITONINA	disminuye calcio

Estas hormonas actúan sobre:

- hueso
- riñón
- intestino.

⇒ FUNCIONES DEL CALCIO EN EL ORGANISMO

El calcio es uno de los minerales más importantes del cuerpo. Participa en muchas funciones fisiológicas. Vamos a verlas.

1. FUNCIONES ESTRUCTURALES

En la matriz extracelular forma:

- huesos
- dientes.

Es esencial para el **crecimiento óseo**.

2. FUNCIONES EN EL SISTEMA NERVIOSO

El calcio permite la **liberación de neurotransmisores en las sinapsis** (se conoce como sinapsis a la conexión entre el **axón** de una neurona y la **dendrita** de otra cercana mediante neurotransmisores.

Sin calcio no hay transmisión nerviosa.

3. CONTRACCIÓN MUSCULAR

El Ca^{2+} interviene en la contracción de:

- músculo esquelético
- músculo cardíaco
- músculo liso.

4. COAGULACIÓN SANGUÍNEA

Es un **cofactor esencial** en la cascada de coagulación.

5. SEÑALIZACIÓN CELULAR

Dentro de las células el calcio funciona como **segundo mensajero** participando en numerosas vías de señalización.

6. HIPOCALCEMIA

Cuando el calcio sanguíneo disminuye aparece: **tetania**

Se caracteriza por:

- espasmos musculares
- hiperexcitabilidad nerviosa.

Esto ocurre porque el calcio estabiliza la excitabilidad neuronal.

⇒ HOMEOSTASIS DEL CALCIO

El organismo debe mantener la concentración de **calcio plasmático** dentro de límites muy estrechos porque este ion participa en procesos vitales.

En el cuerpo humano el calcio se distribuye en tres compartimentos principales:

COMPARTIMENTO	PORCENTAJE APROXIMADO
Matriz extracelular (hueso)	99 %
Líquido intracelular	0,9 %
Líquido extracelular (plasma)	0,1 %

Esto significa que casi todo el calcio se encuentra **almacenado en el esqueleto**.

Sin embargo, el calcio que realmente tiene funciones fisiológicas inmediatas es el del **líquido extracelular**, especialmente el **calcio ionizado (Ca^{2+})**.

→ Balance del calcio

La cantidad total de calcio del organismo depende de un equilibrio entre:

→ Ingreso

El calcio entra al organismo mediante:

- la **dieta**
- la **absorción intestinal** en el intestino delgado.

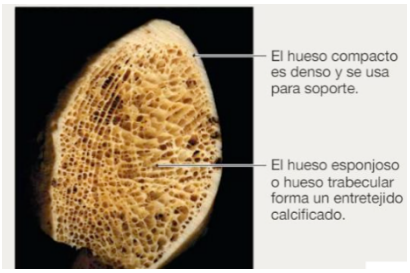
→ Egreso

El calcio se elimina principalmente por:

VÍA	CARACTERÍSTICA
Riñones	principal vía de eliminación
Heces	pequeña cantidad

Este equilibrio entre **ingreso y eliminación** permite mantener estable el contenido corporal de calcio.

⇒ HUESOS: RESERVA DE CALCIO DEL ORGANISMO

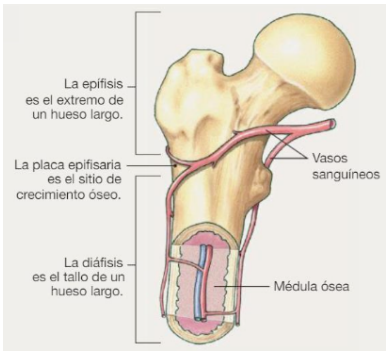


El **esqueleto** es el mayor reservorio de calcio del cuerpo.

Un adulto posee aproximadamente: **1 kg de calcio corporal**, y la mayor parte se encuentra formando cristales minerales llamados:

→ Hidroxiapatita

→ La fórmula química es: **$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)$**



Estas sales de fosfato cálcico forman la estructura mineral del hueso y de los dientes, **dos compartimentos de calcio en el hueso.**

En el hueso existen dos tipos funcionales de calcio:

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Calcio estable (≈99%)	forma parte de la estructura mineral
Calcio intercambiable (≈1%)	puede liberarse rápidamente al plasma

Este pequeño porcentaje funciona como un **sistema amortiguador** que estabiliza las variaciones del calcio sanguíneo.

→ **Balance global del calcio**

El equilibrio del calcio corporal puede expresarse así:

Calcio ingerido + calcio liberado del hueso = calcio eliminado + calcio depositado en hueso nuevo

Este proceso está regulado por hormonas.

⇒ DEPOSICIÓN Y RESORCIÓN ÓSEAS

El hueso no es un tejido estático. Es un tejido **dinámico** que está en constante renovación.
Este proceso se denomina: **remodelado óseo**

Cada año se renueva aproximadamente el **7 % de la masa ósea total.**

Este proceso permite:

- reparar microfracturas
- adaptar el hueso a cargas mecánicas
- mantener la homeostasis del calcio.

→ **Células responsables del remodelado óseo**

Existen dos tipos celulares fundamentales.

→ **Osteoblastos**

Son las células encargadas de **formar hueso nuevo**.

Funciones:

- producen **osteoid** (matriz orgánica del hueso)
- secretan colágeno y proteínas
- depositan cristales de hidroxiapatita.

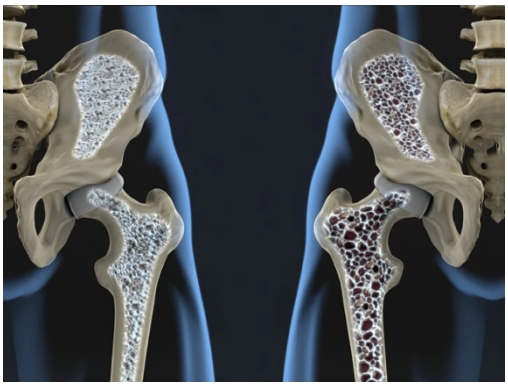
Por tanto: **captan calcio y fosfato de la sangre.**

→ **Osteoclastos**

Son células grandes multinucleadas cuya función es: **degradar hueso**
Este proceso se denomina: **resorción ósea.**

Durante la resorción se liberan hacia la circulación:

- calcio
- fosfato



→ **Equilibrio fisiológico**

El estado del hueso depende del equilibrio entre:

PROCESO	CÉLULA
Formación de hueso	osteoblastos
Destrucción de hueso	osteoclastos

Si la resorción supera la formación aparece: **osteoporosis.**

La osteoporosis es una enfermedad crónica que debilita los huesos, haciéndolos porosos, frágiles y propensos a fracturas, especialmente en cadera, columna y muñeca.

A menudo es "silenciosa" y no presenta síntomas hasta que ocurre una ruptura. Se diagnostica con densitometría ósea y se maneja con dieta, ejercicio y medicación para fortalecer el hueso y prevenir caídas.

⇒ REGULACIÓN HORMONAL DEL CALCIO Y FOSFATO

El calcio plasmático está regulado por **tres hormonas principales**.

HORMONA	ORIGEN	EFECTO
Hormona paratiroidea (PTH)	glándulas paratiroides	aumenta calcio
Calcitriol ((1,25(OH)2D3 vitamina D activa)	piel–hígado–riñón	aumenta absorción de calcio
Calcitonina	glándula tiroides	disminuye calcio

Estas hormonas actúan sobre tres órganos:

- **hueso**
- **riñón**
- **intestino**.

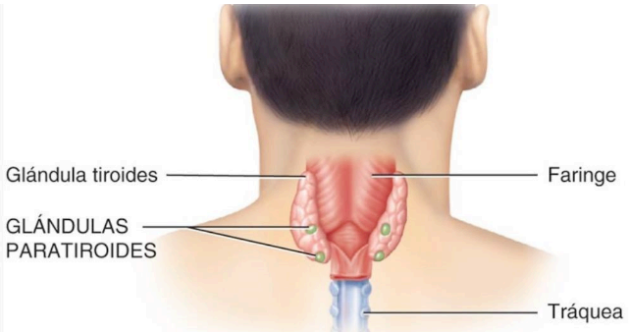
El objetivo es mantener estable la concentración de **Ca^{2+} en el plasma**.

⇒ GLÁNDULAS PARATIROIDES

Las **glándulas paratiroides** son pequeñas glándulas endocrinas situadas en la **parte posterior de la tiroides**.

Normalmente existen: **cuatro glándulas paratiroides.**

Sus células principales producen: **hormona paratiroidea (PTH)**



La PTH es un **polipéptido formado por 84 aminoácidos**.

→ Función principal de la PTH

La misión fundamental de esta hormona es: **aumentar la concentración de calcio en sangre.**

Para lograrlo actúa sobre tres órganos.

Órgano	Acción de la PTH
Hueso	aumenta resorción ósea
Riñón	aumenta reabsorción de calcio
Intestino	aumenta absorción de calcio (indirectamente)

Las glándulas paratiroides se descubrieron en la década de 1890 al estudiar la tiroides. Se observó que al quitársela a perros y gatos se morían en unos días, pero a los conejos no.

A continuación, vamos a ver **exactamente cómo ocurre esto**.

⇒ REGULACIÓN Y ACCIONES DE LA PTH

La **hormona paratiroidea (PTH)** es el regulador más importante del calcio plasmático.

→ Estímulo para su secreción

La secreción de PTH está controlada directamente por la concentración de **Ca^{2+} en sangre**.
Cuando ocurre:

↓ calcio plasmático (hipocalcemia)

las glándulas paratiroides responden con:

↑ secreción de PTH.

Esto sucede gracias a receptores especializados llamados: **receptores sensores de calcio (CaSR)** presentes en las células paratiroideas.

→ EFECTOS DE LA PTH

La PTH aumenta el calcio plasmático mediante tres mecanismos principales.

ÓRGANO	ACCIÓN
Hueso	aumenta resorción ósea
Riñón	aumenta reabsorción de calcio
Riñón	activa vitamina D

El resultado global es: **aumento del Ca^{2+} en sangre.** El Ca^{2+} es el **ion calcio**, un catión esencial para la vida**.**

1. ACCIÓN SOBRE EL HUESO

La PTH (**hormona paratiroidea)** estimula la actividad de los **osteoclastos**.

Esto provoca:

- degradación de la matriz ósea
- liberación de calcio y fosfato.

Este proceso se llama: **resorción ósea.**

2. ACCIÓN SOBRE EL RIÑÓN

En el riñón la PTH produce dos efectos:

→ Aumenta la reabsorción de calcio

Esto reduce la pérdida de calcio en la orina.

→ Disminuye la reabsorción de fosfato

El fosfato se elimina más por la orina.
Esto es importante porque evita que el fosfato se una al calcio y precipite.

3. ACTIVACIÓN DE VITAMINA D

La PTH estimula en el riñón la enzima: **1-α-hidroxilasa**
Esta enzima transforma la vitamina D en su forma activa: **calcitriol.**

⇒ <u>SÍNTESIS DEL CALCITRIOL (VITAMINA D ACTIVA)</u>

El **calcitriol** es la forma activa de la vitamina D.

Su nombre químico es: **1,25-dihidroxicolecalciferol**
Su síntesis se realiza en tres órganos diferentes.

1. FORMACIÓN EN LA PIEL

En la piel existe una molécula llamada: **7-dehidrocolesterol**

La radiación ultravioleta del sol la transforma en: **vitamina D_3 (colecalciferol).**

2. TRANSFORMACIÓN EN EL HÍGADO

En el hígado la vitamina D se convierte en: **25-hidroxivitamina D.**

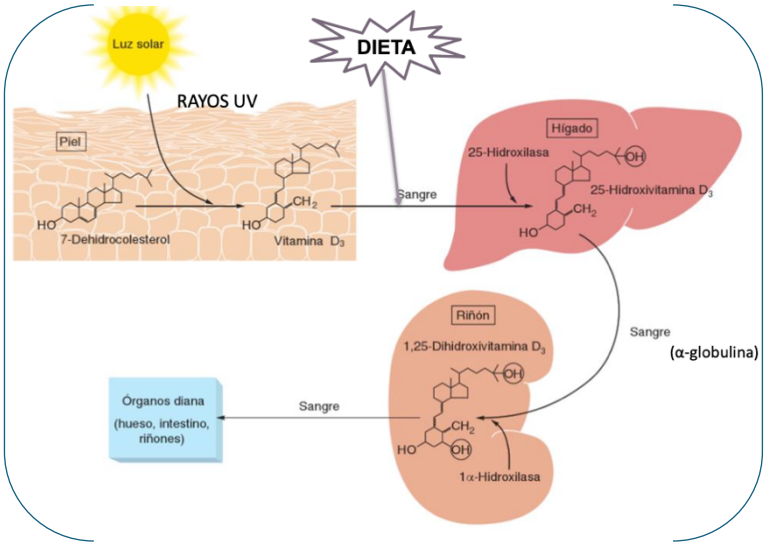
Esta condición es la principal forma circulante.

3. ACTIVACIÓN EN EL RIÑÓN

En el riñón se produce la reacción final.

La enzima **1-α-hidroxilasa** convierte la vitamina D en: **1,25-dihidroxivitamina D (calcitriol).**

Esta etapa es estimulada por: **la PTH.**



⇒ **ACCIONES DEL CALCITRIOL**

La función general del calcitriol es: **aumentar calcio y fosfato en sangre para favorecer la mineralización ósea.**

Actúa sobre tres órganos.

1. INTESTINO

Aumenta la **absorción intestinal** de:

- calcio
- fosfato.

Este es su efecto más importante.

2. RIÑÓN

Estimula la **reabsorción renal** de:

- calcio
- fosfato.

Esto reduce su pérdida en la orina.

3. HUESO

Estimula la resorción de hueso antiguo.

Esto libera:

- calcio
- fosfato.

Posteriormente estos minerales permiten formar **hueso nuevo**.

⇒ **PAPEL DE PTH, CALCITONINA Y CALCITRIOL**

Estas tres hormonas trabajan de forma coordinada para mantener estable el calcio plasmático.

Cuando el calcio sanguíneo baja se libera: **PTH**

Esto produce:

- resorción ósea
- reabsorción renal de calcio
- activación de vitamina D.

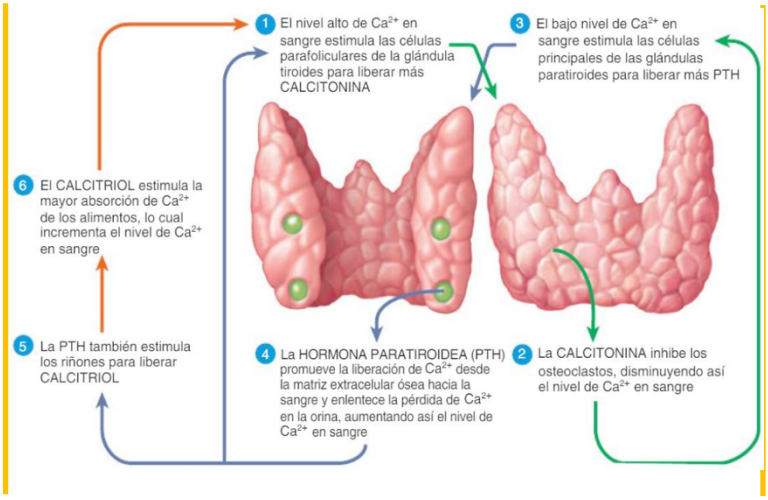
Resultado: **aumento del calcio plasmático.**

Cuando el calcio sanguíneo sube la tiroides libera: **calcitonina.**

Esta hormona:

- inhibe osteoclastos
- disminuye resorción ósea.

Resultado: **disminuye el calcio plasmático.**



Idea fisiológica importante

El calcio plasmático debe mantenerse extremadamente estable porque participa en:

- excitabilidad nerviosa
- contracción muscular
- coagulación
- señalización celular.

Por eso el organismo utiliza **un sistema hormonal muy preciso** para regularlo.

⇒ **OSTEOPOROSIS**

La **osteoporosis** es una enfermedad caracterizada por la **disminución de la densidad mineral ósea.**

Esto ocurre cuando el equilibrio entre formación y destrucción de hueso se altera.

Recordemos que en el hueso actúan dos tipos celulares:

CÉLULA	FUNCIÓN
Osteoblastos	formación de hueso
Osteoclastos	resorción ósea

Cuando la actividad de los osteoclastos supera a la de los osteoblastos aparece la **pérdida progresiva de masa ósea**.

→ **FACTORES QUE FAVORECEN LA OSTEOPOROSIS**

- **Falta de carga mecánica**

Cuando los huesos reciben poco esfuerzo mecánico (sedentarismo o inmovilización), disminuye la formación ósea.

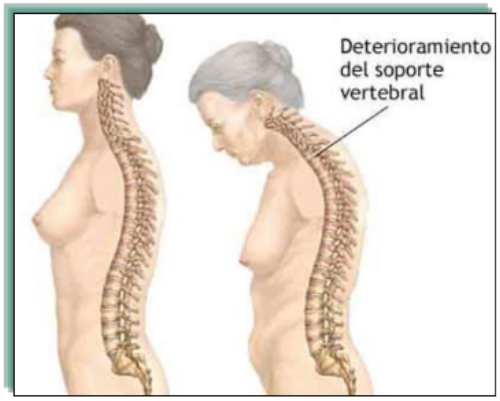
El hueso necesita **estimulación mecánica** para mantenerse.

- **Déficit nutricional**

Especialmente:

- **vitamina D**
- **calcio**

Esto reduce la absorción intestinal de calcio.



- **Falta de estrógenos**

En mujeres jóvenes los estrógenos:

- inhiben la resorción ósea
- estimulan osteoblastos.

Por eso después de la **menopausia** aumenta mucho el riesgo de osteoporosis.

- **Edad avanzada**

Con la edad se produce:

- menor hormona del crecimiento
- menor síntesis proteica
- menor actividad osteoblástica.



- **Otros factores**

- tabaquismo
- consumo excesivo de alcohol
- bajo peso corporal
- sedentarismo.

- **Consecuencias clínicas**

La osteoporosis suele ser **asintomática** durante muchos años.

Las manifestaciones aparecen cuando el hueso se debilita.

MANIFESTACIÓN	EXPLICACIÓN
fracturas por fragilidad	hueso menos resistente
disminución de la talla	aplastamiento vertebral
cifosis dorsal	deformación de la columna

→ **TRATAMIENTO CON FÁRMACOS**

Existen varios tratamientos.

- **Bifosfonatos**

Inhiben los **osteoclastos**. Disminuyen la resorción ósea.

- **Teriparatida**

Es un **derivado de la PTH**.
En dosis controladas estimula la formación de hueso nuevo.

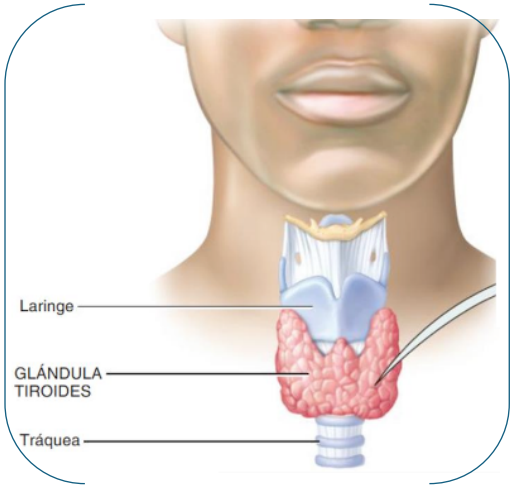
- **Raloxifeno**

Actúa sobre los **receptores estrogénicos**.
Imita parcialmente el efecto protector de los estrógenos sobre el hueso.

⇒ **<u>GLÁNDULA TIROIDES</u>**

La **tiroides** es una glándula endocrina situada en la parte anterior del cuello.
Se localiza:

- debajo de la **laringe**
- a ambos lados de la **tráquea**.



Tiene forma de mariposa y está formada por:

PARTE	CARACTERÍSTICA
dos lóbulos laterales	derecho e izquierdo
istmo	parte central que los une

Su peso aproximado es: **15–20 gramos.**

→ **Hormonas que produce**

La glándula tiroides secreta:

HORMONA	FUNCIÓN
T3 (triyodotironina)	regulación metabólica
T4 (tiroxina)	regulación metabólica
Calcitonina	regulación del calcio

Las hormonas tiroideas afectan prácticamente a **todos los tejidos del organismo**.

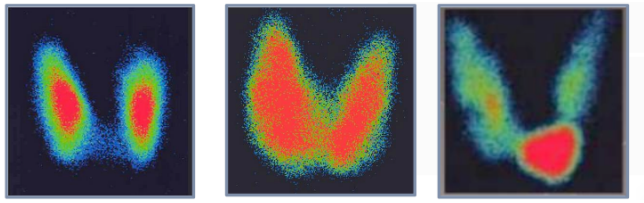
⇒ GAMMAGRAFÍA TIROIDEA

La gammagrafía tiroidea es una prueba de medicina nuclear que utiliza **isótopos radiactivos de yodo.** El tiroides capta este yodo y permite visualizar su actividad para evaluar la estructura, tamaño y funcionamiento de la glándula tiroides. Se emplea para diagnosticar causas de hipertiroidismo/hipotiroidismo, estudiar nódulos (fríos o calientes) y después del cáncer de tiroides.

→ Qué se puede observar

La prueba permite distinguir diferentes situaciones.

IMAGEN	SIGNIFICADO
tiroides normal	captación homogénea
hiperplasia	aumento de actividad
adenoma	zona hiperactiva



Esta prueba se utiliza para diagnosticar:

- nódulos tiroideos
- hipertiroidismo
- tumores tiroideos.

⇒ HORMONAS TIROIDEAS (T3 Y T4)

Las hormonas tiroideas se sintetizan a partir de: **tirosina + yodo.**

Son las únicas hormonas del organismo que contienen **yodo**. Por eso este elemento debe obtenerse mediante la dieta.

→ Proporción de secreción

La glándula tiroides produce principalmente:

HORMONA	PORCENTAJE
T4	93 %
T3	7 %

Sin embargo: **T3 es la forma biológicamente más activa.**

Gran parte de la T3 se forma en los tejidos a partir de T4.

⇒ ACCIONES DE LAS HORMONAS TIROIDEAS

Las hormonas tiroideas actúan prácticamente en todos los tejidos.

Por eso se consideran **reguladores globales del metabolismo**.

1. AUMENTO DEL METABOLISMO BASAL

Incrementan:

- consumo de oxígeno
- producción de energía
- producción de calor.

Esto explica por qué las personas con hipertiroidismo tienen:

- intolerancia al calor
- sudoración excesiva.

2. EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO

Actúan junto con:

- **hormona del crecimiento (GH)**
- **factores IGF**

para estimular:

- crecimiento óseo
- desarrollo corporal.

3. EFECTOS CARDIOVASCULARES

Aumentan:

- frecuencia cardiaca
- fuerza de contracción
- gasto cardíaco.

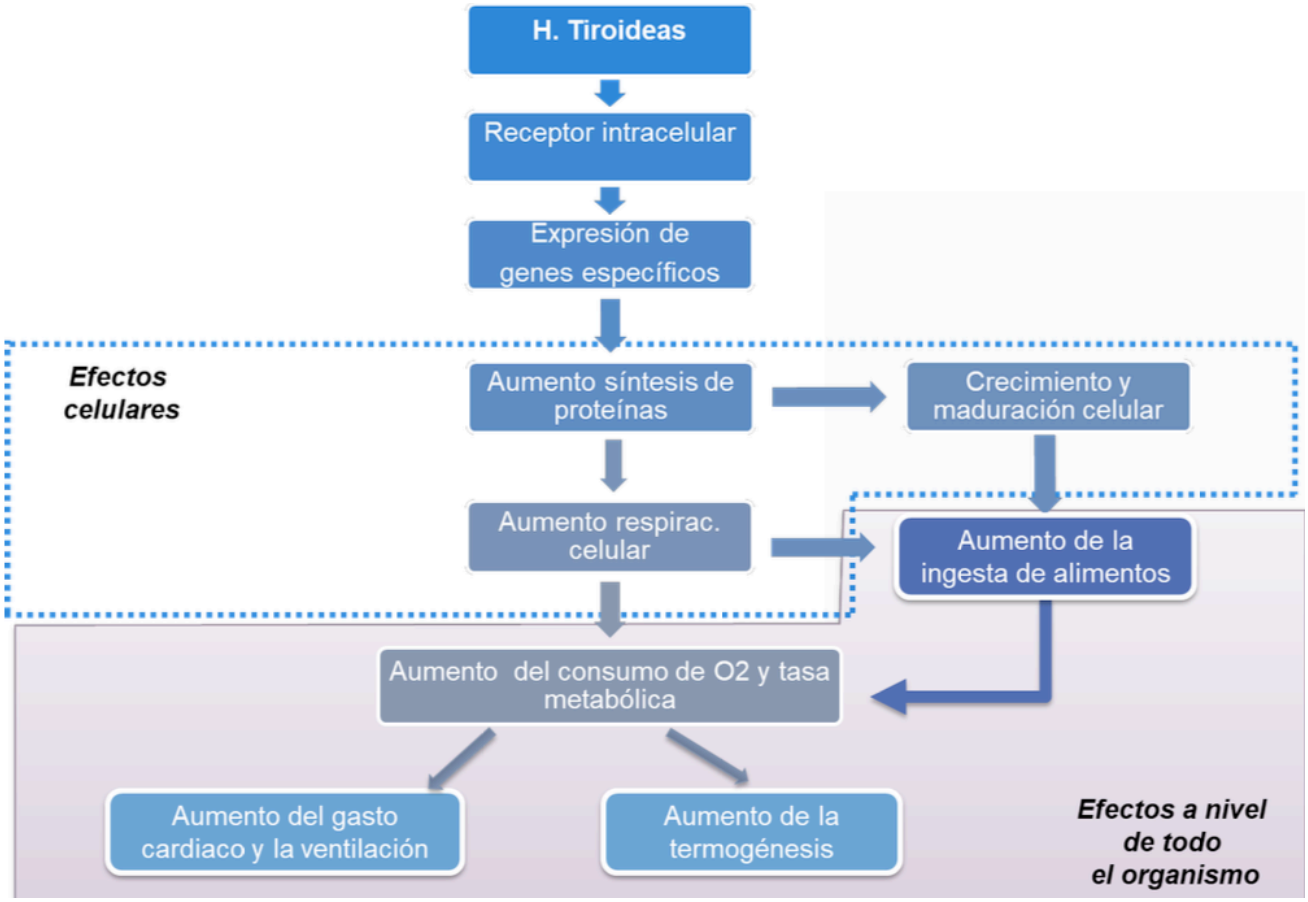
Esto mejora la entrega de oxígeno a los tejidos.

4. EFECTOS METABÓLICOS

Estimulan:

PROCESO	RESULTADO
metabolismo de glucosa	mayor producción de energía
lipólisis	degradación de grasas
síntesis proteica	crecimiento celular

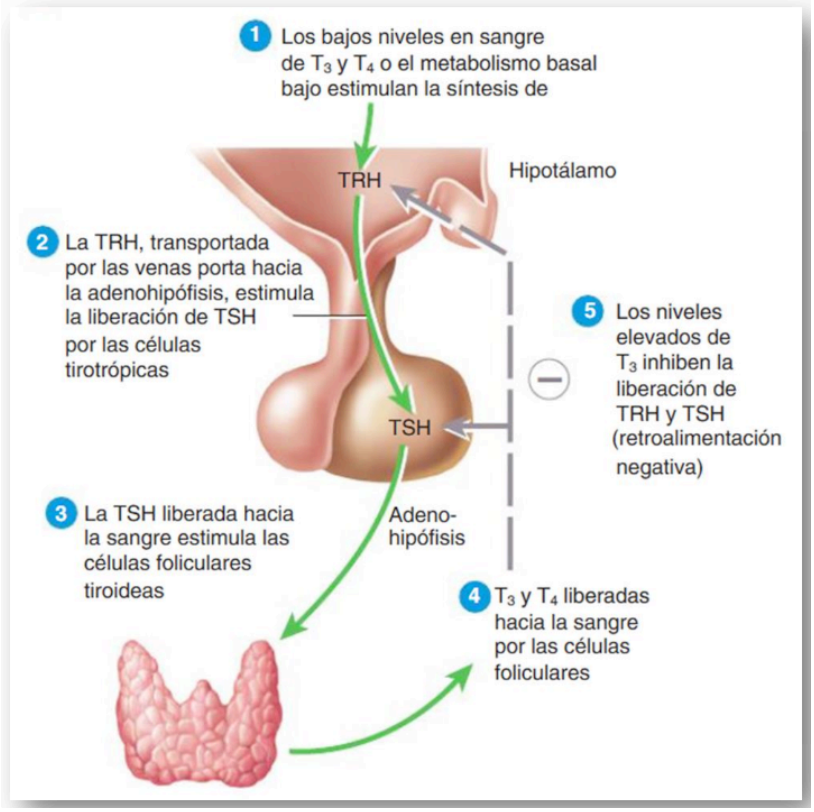
⇒ **RESUMEN DE LOS EFECTOS DE LAS HORMONAS TIROIDEAS**



⇒ REGULACIÓN DE LAS HORMONAS TIROIDEAS

La secreción de hormonas tiroideas está regulada por un sistema jerárquico de control hormonal denominado: **eje hipotálamo-adenohipófisis-tiroides**

Este eje permite mantener una regulación muy precisa del metabolismo.



1. Hipotálamo

El **hipotálamo** secreta una hormona llamada: **TRH** (Hormona liberadora de tirotropina)

Esta hormona viaja por el sistema portal hipofisario hasta la hipófisis.

2. Hipófisis anterior

La **adenohipófisis** responde a la TRH liberando: **TSH** (Hormona estimulante del tiroides o tirotropina)

La TSH es la hormona que estimula directamente la glándula tiroides.

3. Glándula tiroides

La TSH estimula al tiroides para que sintetice y libere:

- **T4 (tiroxina)**
- **T3 (triyodotironina)**

Estas hormonas pasan a la sangre y actúan sobre casi todos los tejidos del organismo.

Retroalimentación negativa

Cuando la concentración de T3 y T4 aumenta:

- se inhibe la secreción de **TSH**
- se inhibe la secreción de **TRH**

Este mecanismo mantiene el equilibrio hormonal.

⇒ HIPOTIROIDISMO

El **hipotiroidismo** se caracteriza por la **disminución de las hormonas tiroideas en sangre.**

Una causa clásica es la **deficiencia de yodo en la dieta**.

El yodo es esencial porque las hormonas tiroideas contienen este elemento.

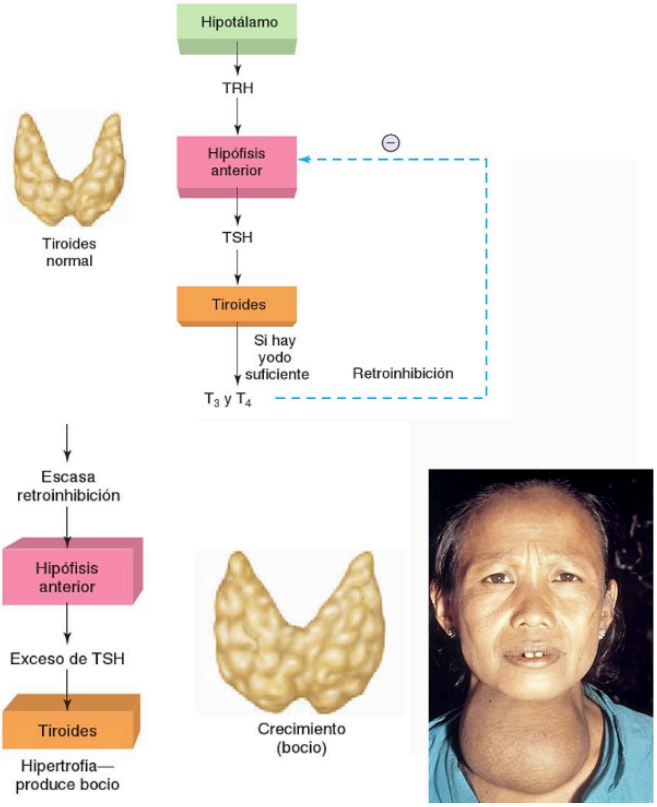
→ Bocio endémico

Cuando falta yodo ocurre:

- disminuye la producción de T3 y T4
- aumenta la secreción de TSH

La TSH estimula el crecimiento del tiroides. El resultado es: **bocio**

es decir, **agrandamiento de la glándula tiroides**.



⇒ MANIFESTACIONES DEL HIPOTIROIDISMO

Como consecuencia del hipotiroidismo se ocasiona una afección en la que la tiroides no produce suficientes hormonas, ralentizando el metabolismo. Los síntomas suelen desarrollarse lentamente e incluyen cansancio extremo, aumento de peso inexplicado, sensibilidad al frío, piel seca, estreñimiento, caída de cabello, ronquera y depresión. Estos síntomas se confirman mediante análisis de sangre (TSH y T4).

Manifestaciones fisiológicas

SÍNTOMA	EXPLICACIÓN
disminución metabolismo basal	menor producción de energía
intolerancia al frío	menor producción de calor
pulso lento	menor actividad cardíaca
disminución gasto cardíaco	metabolismo reducido

→ Síntomas característicos

En muchos casos aparece lo que se conoce como **mixedema.**

Se caracteriza por:

- cara hinchada
- edema alrededor de los ojos
- piel engrosada.

Otros síntomas

- letargia (estado de somnolencia profunda)
- lentitud mental
- pérdida de memoria.

Una de las causas más comunes es: **tiroiditis de Hashimoto**

Esta es una enfermedad **autoinmune** en la que el sistema inmunitario destruye la glándula tiroides.

→ Tratamiento

El tratamiento consiste en:

- administración de **yodo** (si el problema es déficit)
- **terapia hormonal sustitutiva** con tiroxina.

⇒ HIPERTIROIDISMO

El **hipertiroidismo** es la situación opuesta. Se caracteriza por: **exceso de hormonas tiroideas.**

→ **Efectos fisiológicos**

El metabolismo del organismo se acelera.

MANIFESTACIÓN	EXPLICACIÓN
aumento metabolismo basal	mayor consumo energético
aumento consumo de oxígeno	mayor actividad celular
taquicardia	estimulación cardíaca
hipertensión	aumento del gasto cardíaco

- La causa más común es la **enfermedad de Graves.**
- Es una enfermedad autoinmune. El organismo produce anticuerpos que **estimulan el receptor de TSH**.
- Esto provoca una producción excesiva de hormonas tiroideas.

→ **Síntomas característicos**

- pérdida de peso
- nerviosismo
- sudoración
- palpitaciones
- temblor.

→ **Signo típico**



Exoftalmos: Los ojos aparecen **prominentes o salientes** debido a inflamación de los tejidos orbitarios.

→ **Tratamiento**

Puede incluir:

- fármacos que inhiben la síntesis hormonal
- **yodo radiactivo**
- **cirugía tiroidea**.

La que puede liar tu TIROIDES: HIPERTIROIDISMO e HIPOTIROIDISMO
https://www.youtube.com/watch?v=Tk0Ac4KqnZU

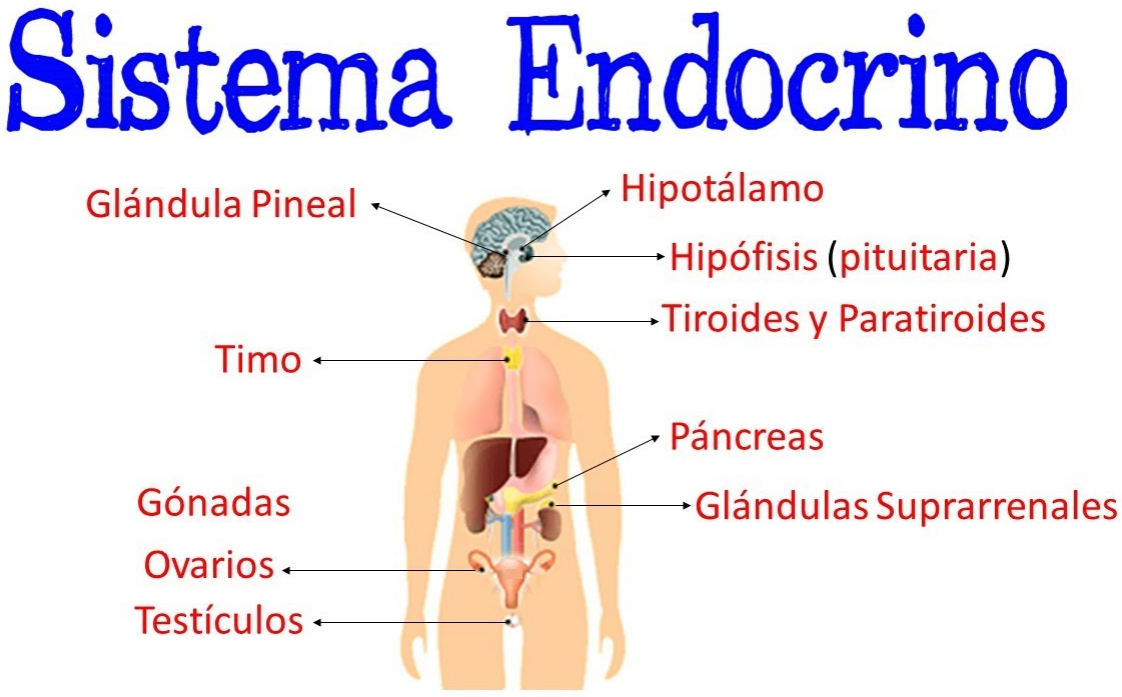


TABLA DE ENFERMEDADES TIROIDEAS

TIPO	CAUSA	CARACTERISTICAS CLINICAS	DIAGNOSTICO (NO TODAS LAS PRUEBASSON NECESARIAS)	DURACIÓN Y RESOLUCIÓN.
Tiroiditis de Hashimoto	Anticuerpos anti-tiroideos, enfermedad auto-inmune.	Hipotiroidismo. Casos raros de tirotoxicosis transitoria.	Pruebas de función tiroidea. Pruebas de anticuerpos tiroideos	El hipotiroidismo generalmente es permanente
Tiroiditis subaguda	Posible causa viral	Tiroides dolorosa, tirotoxicosis seguida de hipotiroidismo	Pruebas de función tiroidea. Pruebas de anticuerpos tiroideos, captación de yodo radiactivo	Resolución con función tiroidea normal entre 12 y 18 meses, 5% posibilidad de hipotiroidismo permanente
Tiroiditis silente. Tiroiditis no dolorosa	Anticuerpos anti-tiroideos, enfermedad auto-inmune	Tirotoxicosis seguida de hipotiroidismo	Pruebas de función tiroidea. Pruebas de anticuerpos tiroideos, captación de yodo radiactivo	Resolución con función tiroidea normal entre 12 y 18 meses, 20% posibilidad de hipotiroidismo permanente
Tiroiditis del post-parto	Anticuerpos anti-tiroideos, enfermedad auto-inmune	Tirotoxicosis o hipotiroidismo	Pruebas de función tiroidea. Pruebas de anticuerpos tiroideos, captación de yodo radiactivo (contraindicada si la mujer está lactando)	Resolución con función tiroidea normal entre 12 y 18 meses, 20% posibilidad de hipotiroidismo permanente
Inducida por drogas	Drogas incluyen: amiodarona, litio, interferón, citokinas	Ocasionalmente tirotoxicosis. Más frecuentemente hipotiroidismo	Pruebas de función tiroidea. Pruebas de anticuerpos tiroideos	Generalmente continúa mientras se toma la droga
Inducida por radiación	Sigue al tratamiento con yodo radiactivo para el hipertiroidismo o radiación externa para ciertos canceres	Ocasionalmente tiroides dolorosa, enfermedad generalizada, a veces hipotiroidismo leve	Ocasionalmente tirotoxicosis. Más frecuentemente hipotiroidismo	Pruebas de función tiroidea. La tirotoxicosis es transitoria. El hipotiroidismo usualmente es permanente
Tiroiditis aguda, Tiroiditis supurativa	Principalmente bacterias, pero cualquier agente infeccioso		Pruebas de función tiroidea, captación de yodo radiactivo, aspiración con aguja	Resolución después del tratamiento de la causa infecciosa, puede causar enfermedad severa fina



TABLA COMPARATIVA DE LAS HORMONAS DEL TEMA 9

HORMONA	GLÁNDULA / CÉLULAS QUE LA PRODUCEN	ESTÍMULO PRINCIPAL DE SECRECIÓN	ÓRGANOS DIANA PRINCIPALES	EFECTOS FISIOLÓGICOS
Insulina	Células **β** de los islotes de Langerhans (páncreas)	Aumenta glucosa sanguínea (después de comer)	Hígado, músculo esquelético, tejido adiposo	Disminuye la glucosa en sangre. Aumenta captación de glucosa (GLUT4), glucogénesis, lipogénesis y síntesis proteica. Inhibe gluconeogénesis y lipólisis.
Glucagón	Células **α** de los islotes de Langerhans (páncreas)	Disminuye glucosa sanguínea (ayuno)	Principalmente hígado	Aumenta glucosa en sangre. Estimula glucogenólisis, gluconeogénesis y movilización de grasas.
Somatostatina	Células **δ** del páncreas (también hipotálamo)	Nutrientes en sangre	Islotes pancreáticos, sistema digestivo	Inhibe secreción de insulina y glucagón. Disminuye secreciones digestivas. Regula el equilibrio hormonal local.
Polipéptido pancreático	Células **PP** del páncreas	Ingesta de alimentos	Sistema digestivo	Regula secreciones pancreáticas y motilidad gastrointestinal.
Hormona paratiroidea (PTH)	Glándulas **paratiroides**	Disminuye el calcio plasmático	Hueso, riñón, intestino	Aumenta Ca^{2+} en sangre. Estimula resorción ósea, aumenta reabsorción renal de calcio y activa la vitamina D. Disminuye reabsorción renal de fosfato.
Calcitriol (vitamina D activa)	Activación final en **riñón** (vitamina D procedente de piel y dieta)	Estimulación por PTH	Intestino, hueso, riñón	Aumenta absorción intestinal de calcio y fosfato. Favorece mineralización ósea y disponibilidad de calcio.
Calcitonina	Células **C** (parafoliculares) de la tiroides	Aumenta el calcio plasmático	Hueso	Disminuye el calcio sanguíneo. Inhibe osteoclastos y reduce resorción ósea.
T4 (Tiroxina)	Glándula **tiroides**	Estimulación por TSH	Prácticamente todos los tejidos	Regula metabolismo basal. Aumenta consumo de oxígeno y producción de energía. Se convierte en T3 en los tejidos.
T3 (Triyodotironina	Tiroides (y conversión periférica de T4)	Estimulación por TSH	Todos los tejidos	Forma más activa. Aumenta metabolismo celular, producción de calor, gasto cardíaco y desarrollo del sistema nervioso.
TSH	Adenohipófisis	Estimulación por TRH	Glándula tiroides	Estimula síntesis y liberación de T3 y T4. Promueve crecimiento del tiroides.
TRH	Hipotálamo	Regulación central metabólica	Hipófisis anterior	Estimula liberación de TSH.