

ENDOKRIN (HORMON)

Kuliah Anatomi Fisiologi Manusia

Dian Ratih L.

Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa diharapkan dapat :

- menyebutkan organ-organ dalam sistem endokrin
- Menjelaskan peran hormon
- Menjelaskan regulasi / pengaturan hormon
- Menjelaskan endocrine pathway
- Menjelaskan fungsi utama dari hormon2
- menyebutkan kelainan yang ditimbulkan karena disfungsi hormon

4 Mekanisme komunikasi antar sel

Mekanisme	Transmisi	Mediator	Distribusi efek
Langsung	Via gap junction	Ion, zat terlarut	Antar sel yg berdekatan
Parakrin (dan autokrin)	Via CES	Faktor parakrin	Lokal, dengan reseptor
Endokrin	Via sirkulasi darah	hormon	Sel target jaringan lain dengan reseptor
Sinaps (neuroendokrin)	Via celah sinaps	neurotransmitter	Hanya pada area spesifik, dg reseptor

POLA DISTRIBUSI / PENYEBARAN HORMON :

- **ENDOCRINE:**

- Pola yang umum (klasik), hormon didistribusikan / disebarkan (delivery) ke sel target (sel yang letaknya jauh di organ lain) melalui darah.

- **NEUROENDOCRINE:**

- Serupa dengan endokrin tetapi diproduksi dan disekresikan oleh saraf (neuron) dan di distribusi / disebarkan (delivery) menuju sel target melalui darah.

- **PARACRINE:**

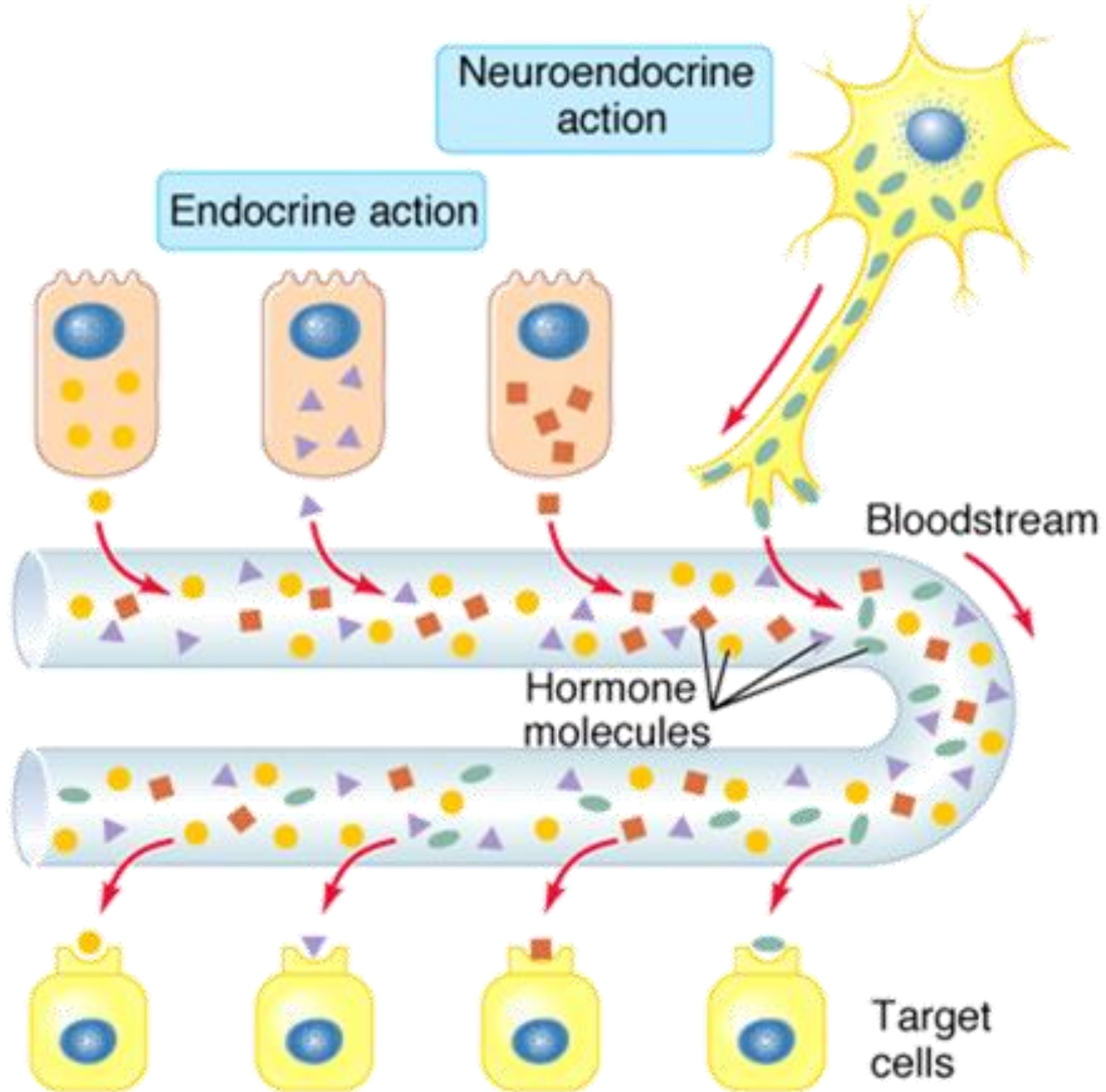
- Hormon disekresikan secara difusi pada sel target melalui ruang ekstraseluler (immediate extracellular space). Jadi, Darah tidak terlibat secara langsung dalam pengiriman
- Mempengaruhi sel sel target yang berda disekitarnya (tidak jauh/nearby)

- **AUTOCRINE:**

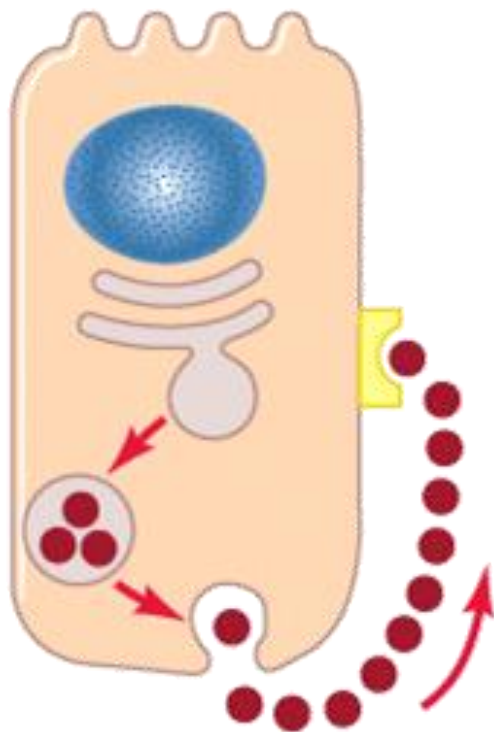
- Hormon yang disekresikan langsung mempengaruhi dirinya sendiri (sel yang menghasilkan hormon itu sendiri / self) sehingga tidak di distribusikan melalui darah.

- **JUXTACRINE:**

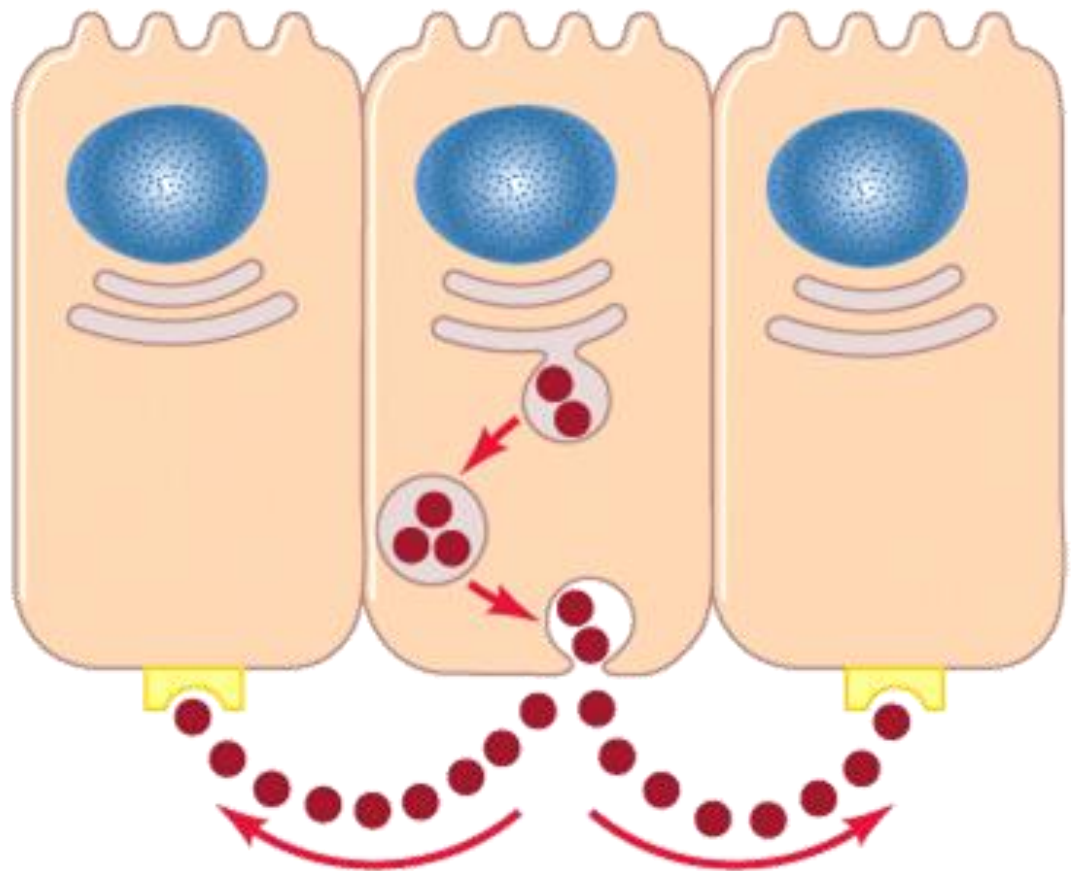
- Hormon ditransmisikan disepanjang membran sel melalui protein atau lemak integral dari komponen membran sel sehingga dapat mempengaruhi sel itu sendiri maupun sel disekitarnya / tetangganya.



Autocrine action



Paracrine action

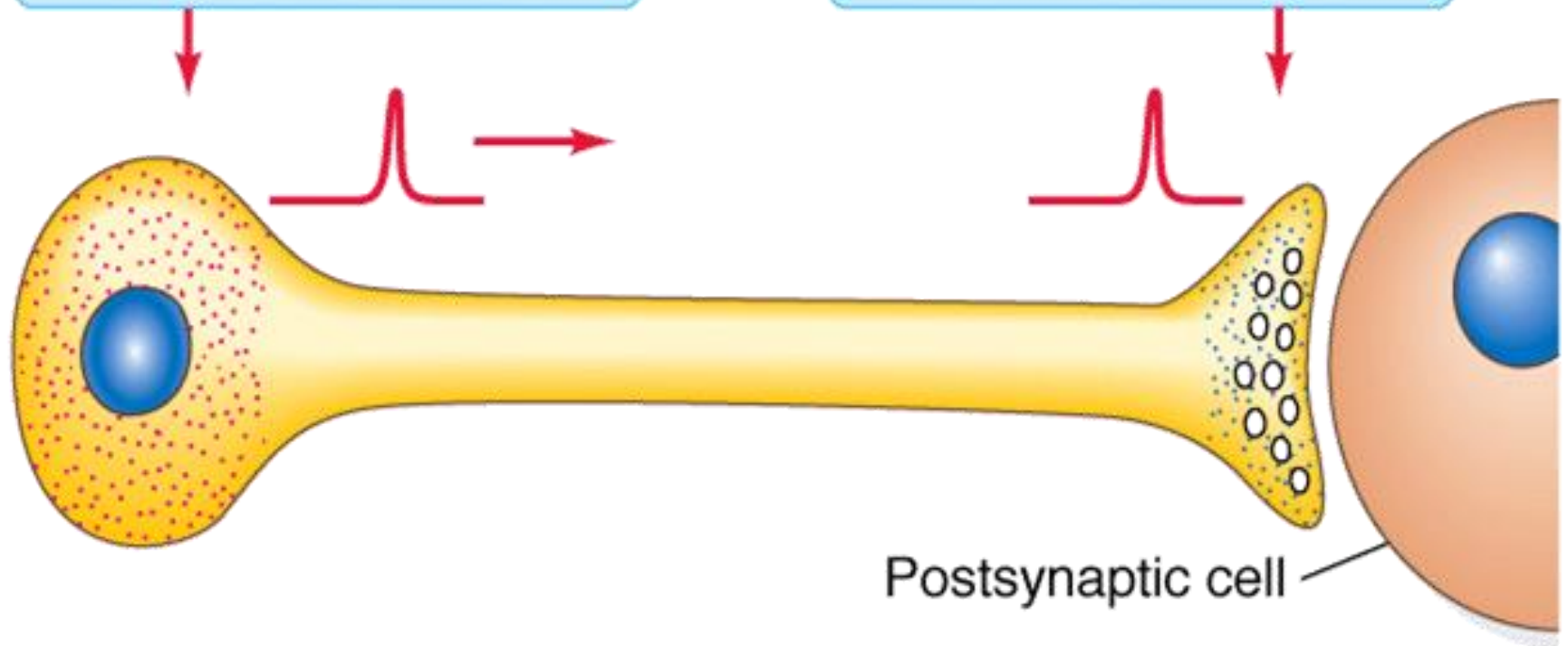


Stimulus induces

- (1) permeability increase
- (2) Na^+ , Ca^{2+} influx
- (3) depolarization

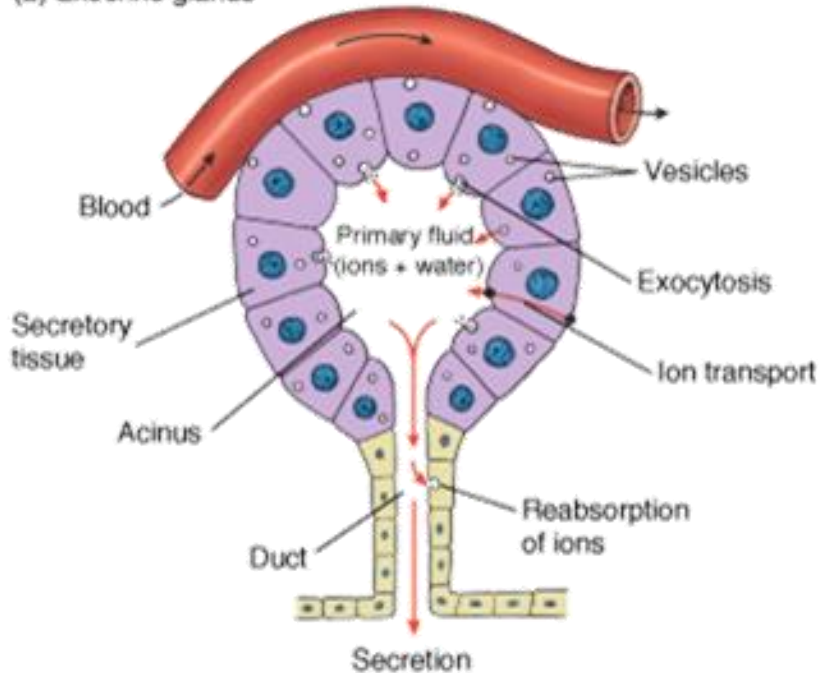
Secretion follows

- (1) depolarization
- (2) permeability increase
- (3) Ca^{2+} influx



Jenis Kelenjar

(a) Exocrine glands



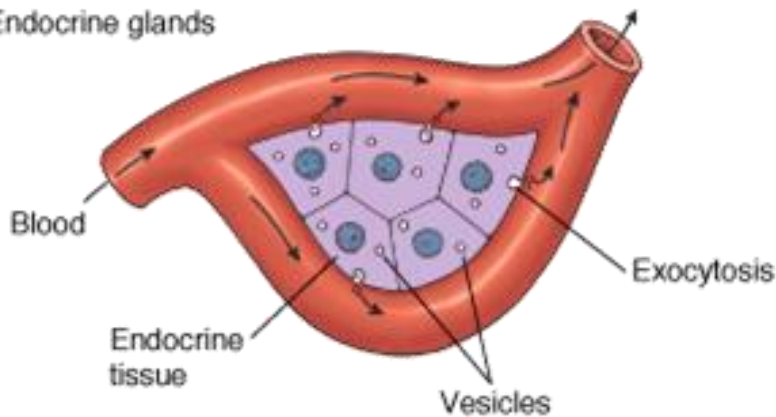
1. Eksokrin

mensekresi produk ke dalam duktus kemudian ke rongga tubuh, lumen organ atau ke permukaan tubuh, contoh : sudorifera, sebaceous, mukus, digestive gland

2. Endokrin

mensekresi produk ke ruang ekstrasel sekitarnya, masuk kapiler darah dan ditranspor ke seluruh tubuh, contoh : tiroid, adrenal

(b) Endocrine glands



Hormon : Suatu substansi kimiawi ataupun molekul yang disekresikan oleh satu sel atau lebih dalam suatu jaringan kelenjar dan berefek secara fisiologis (mempengaruhi) sel lain dari bagian tubuh yang lain dari suatu organisme

Peran hormon

1. Mengontrol homeostasis tubuh
2. Memberi respon terhadap kondisi lingkungan tu. Dlm keadaan darurat spt. Infeksi, trauma, stress (E/NE) emosi, dehidrasi (ADH), kelaparan, perdarahan, perbedaan temperatur yg ekstrim (Thyroid).
3. Berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan (GH)
4. Berperan dalam proses reproduksi (FSH, LH, estrogen, testosteron)
5. Mengatur metabolisme organik dan keseimbangan energi.(Tiroid, glukokortikoid, GH)

Kelenjar endokrin

Jaringan endokrin

- Kelenjar : pituitary (hipofisis), tiroid, paratiroid, adrenal (suprarenal), pineal (epifisis serebri)
- Jaringan : pankreas, ovarium, testes

Klasifikasi Kimiawi Hormon berdasarkan kelarutannya

- **Hormone Lipid-Soluble**
 - Steroid → dr kolesterol
 - Tiroid (T3 dan T4) → tgt ikatan Iodine pd asam amino
 - NO → hormon dan neurotransmitter
- **Hormone Water-Soluble**
 - Amine → dekarboksilasi dan modifikasi asam amino (katekolamin disintesis dr aa tirosin; histamin; serotonin dan melantoin)
 - Peptide dan protein (ADH & oxytocin; hGH & IGF; TSH)
 - Eicosanoid → sintesis dr aa arachidonat (mis : prostaglandin & leukotrien)

Klasifikasi berdasarkan struktur kimia

1. Derivat Asam Amino & Peptida

- **Peptide hormones**: umumnya berukuran besar, berstruktur kompleks dan ditemukan pada kebanyakan jenis hormon.
 - Peptida Pendek : TRH dan Vasopresin
 - Polipeptida (Protein) : Insulin, Prolaktin, GH
 - Glikoprotein : LH, FSH, TSH
- **Amines**: umumnya berukuran kecil dan merupakan derivat dari asam amino tunggal (tirosin ataupun triptofan).
 - Derivat Tirosin : T4 (Tiroksin) dan Derivat Katekolamin
 - Derivat Triptofan : Melatonin

2.Derivat Asam Lemak

- Lipid hormones : umumnya merupakan derivat dari asam linoleat (linoleic acid) dan asam arakidonat (arachidonic acid).
 - Steroid hormones: lipid soluble molecules yang disintesis dari kolesterol (merupakan derivat asam linoleat). **Contoh** : gonadal steroids (testosteron, progesteron, estriol dll) & adrenocortical steroids (kortisol, aldosteron dll).
 - Eicosanoids: disintesis dari asam lemak arakidonat yang berlokasi di membran sel.
Contoh : Prostaglandin, Tromboksan dll

1.

HORMONES

Classified by chemical structure

PEPTIDE HORMONES Chains of amino acids

SHORT POLYPEPTIDES AND SMALL PROTEINS (Under 200 amino acids)

Hypothalamus

ADH, oxytocin, regulatory hormones

Pituitary gland

ACTH, growth hormone (GH), MSH, prolactin (PRL)

Pancreas

Insulin, glucagon

Parathyroid gland

Parathyroid hormone (PTH)

C cells of thyroid

Calcitonin (CT)

Heart

Atrial natriuretic peptide (ANP)

Digestive tract

Hormones discussed in Chapter 24

GLYCOPROTEINS

Pituitary gland

Thyroid-stimulating hormone (TSH)

Luteinizing hormone (LH)

Follicle-stimulating hormone (FSH)

Kidneys

Erythropoietin (EPO)

Reproductive organs

Inhibin

2.

HORMONES

Classified by chemical structure

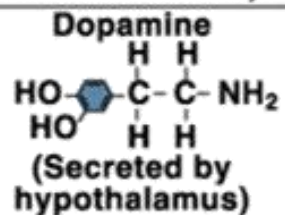
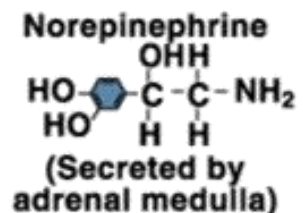
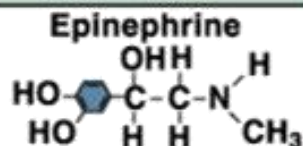
AMINO ACID DERIVATIVES

Small molecules structurally related to individual amino acids

DERIVATIVES OF TYROSINE

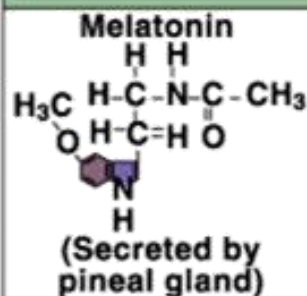
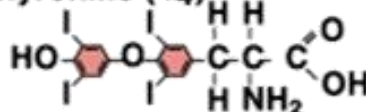
DERIVATIVE OF TRYPTOPHAN

CATECHOLAMINES

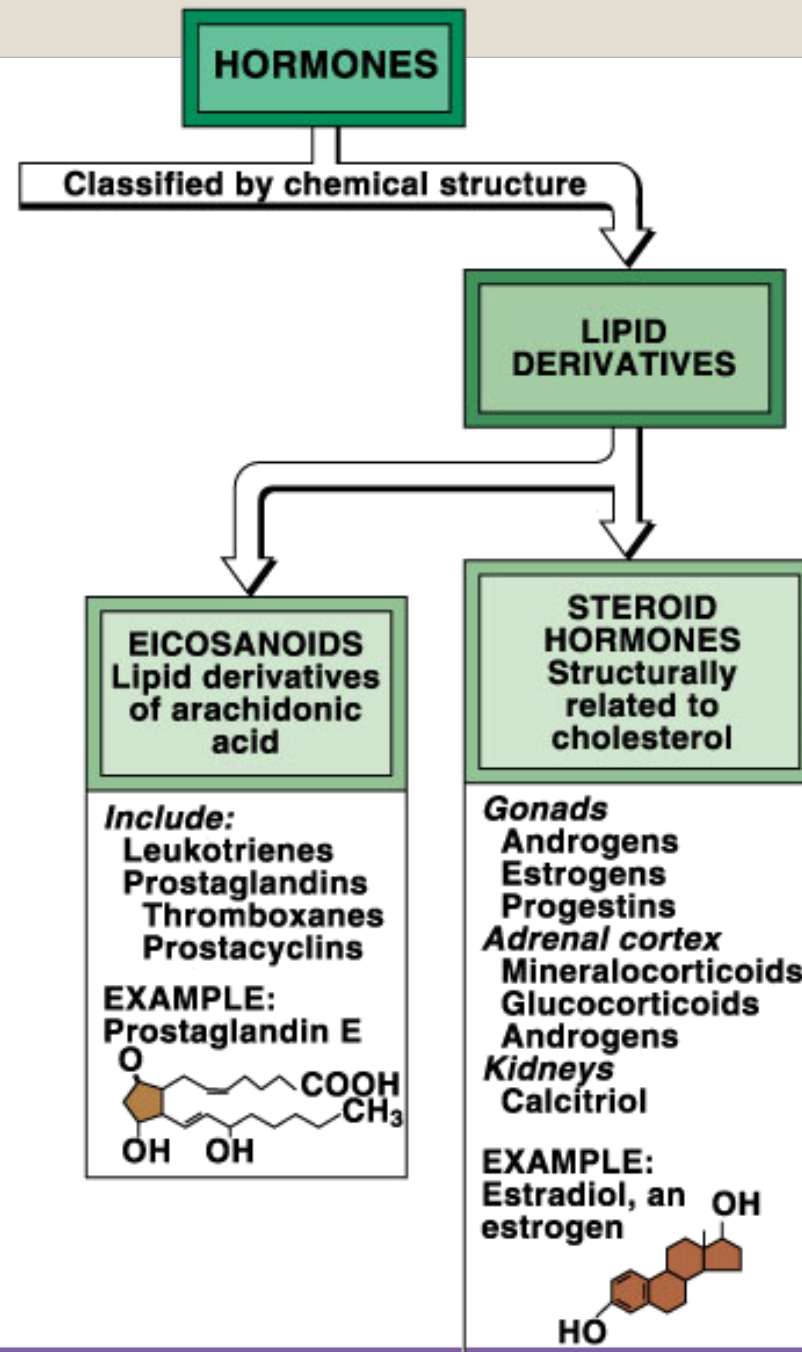


THYROID HORMONES (Secreted by thyroid gland)

Thyroxine (T₄)



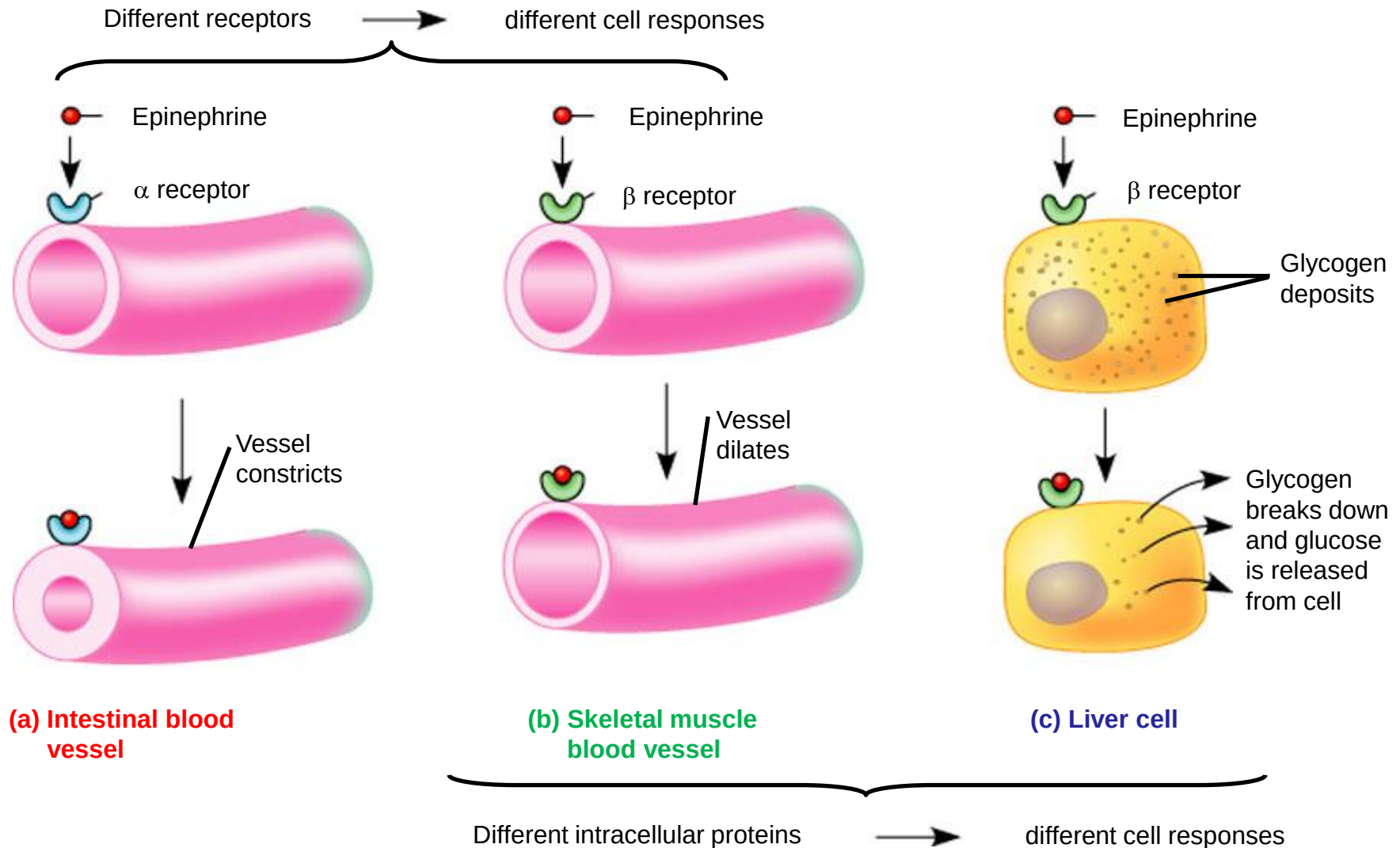
3.



Spesifitas Reseptor dan Hormon

- Hormon bekerja pada **sel target**, yi.sel yang mempunyai **reseptor spesifik** thd hormon tersebut.
- Ada hormon yang mempunyai satu macam sel target, cth.TSH hy pd kel tiroid.
- Ada hormon yang py byk macam sel target, cth. Insulin bekerja pada sel lemak, sel hati dan sel pankreas. Epinefrin bekerja pada reseptor alfa dan beta

Contoh spesifitas hormon: Epinefrin mempunyai banyak organ target



Reseptor hormon berdasar letaknya

1. Reseptor membran plasma

hormon peptida, katekolamin dan eicosanoid memiliki reseptor yang berada pd permukaan membran plasma. Ikatan tsb mengaktifkan protein G

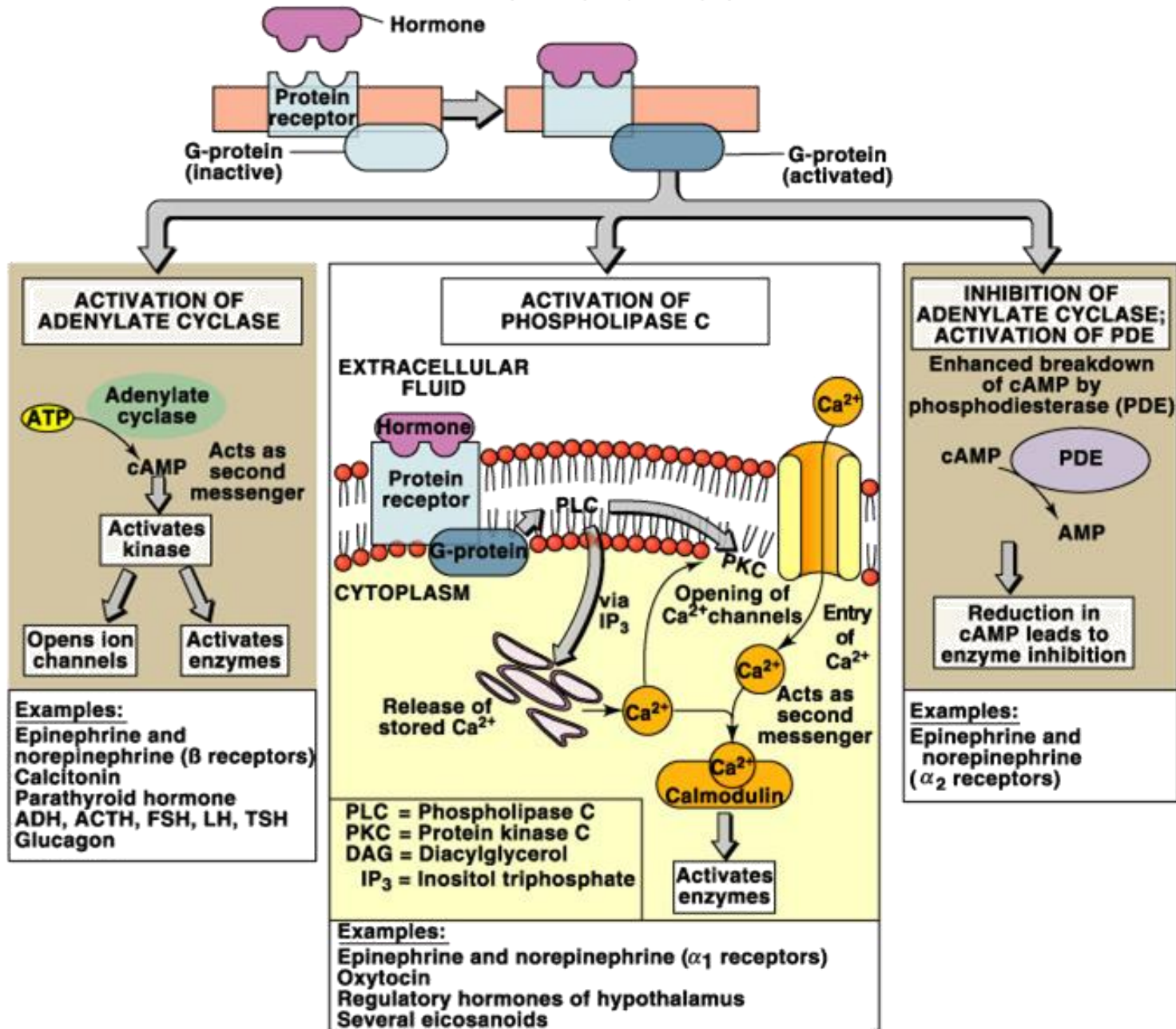
2. Reseptor sitoplasma dan inti sel.

Hormon **steroid** berdifusi melalui lipid membran dan mengikat reseptor di sitoplasma atau nukleus. Kompleks ikatan kmdn mengikat DNA di nukleus dan mengaktivasi gen yg spesifik.

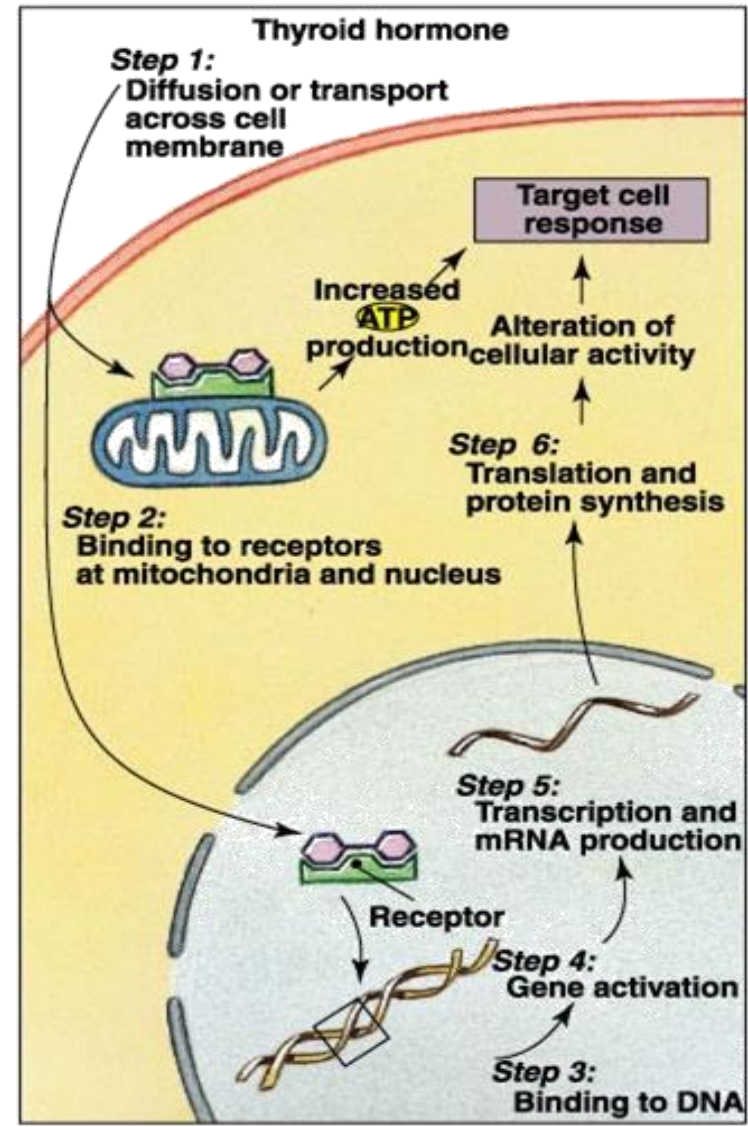
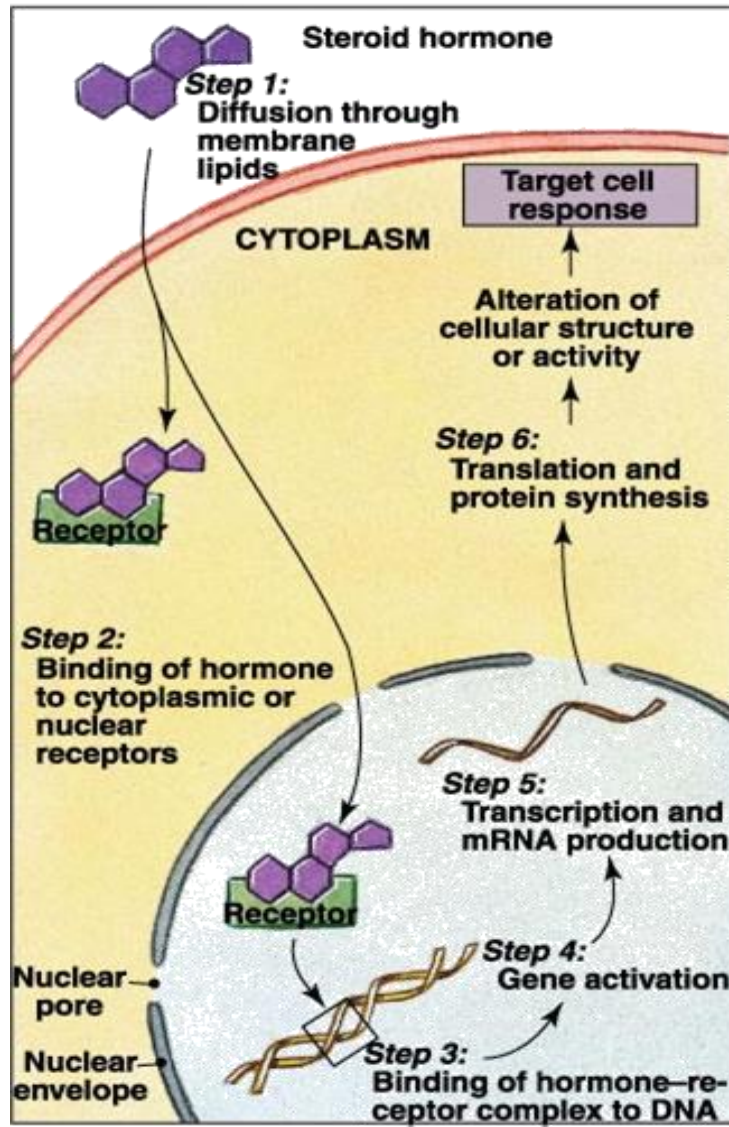
Hormon **tiroid** juga spt steroid. Kemampuan lain adlh. mengikat reseptor di mitokondria dan mempercepat produksi ATP.

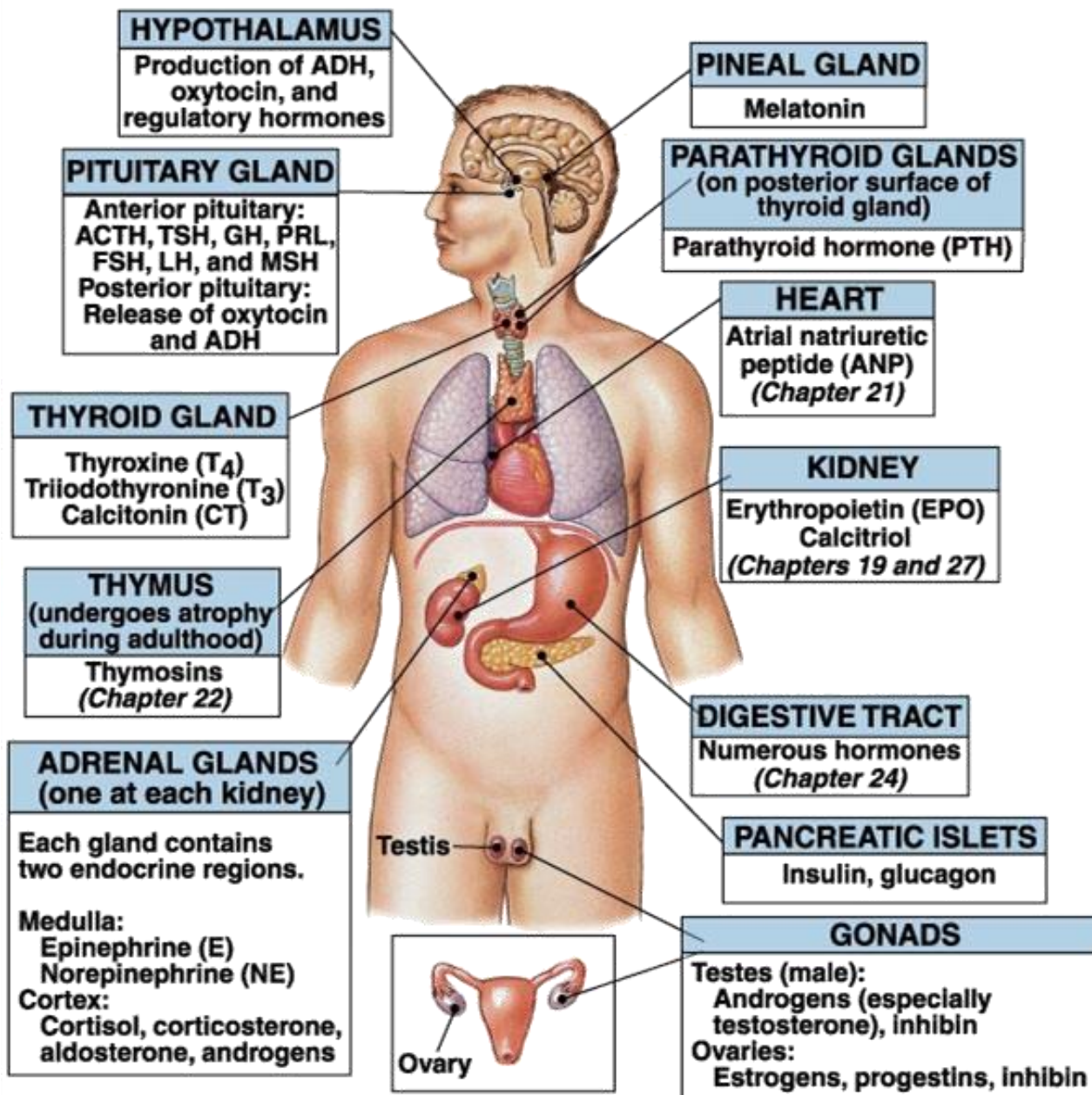
Hormone	Class of hormone	Location
Amine (epinephrine)	Water-soluble	Cell surface
Amine (thyroid hormone)	Lipid soluble	Intracellular
Peptide/protein	Water soluble	Cell surface
Steroids and Vitamin D	Lipid Soluble	Intracellular

Skema mekanisme aktivitas hormon yang terikat pada reseptor membran sel



Efek hormon yang terikat pada reseptor sitoplasma dan inti sel





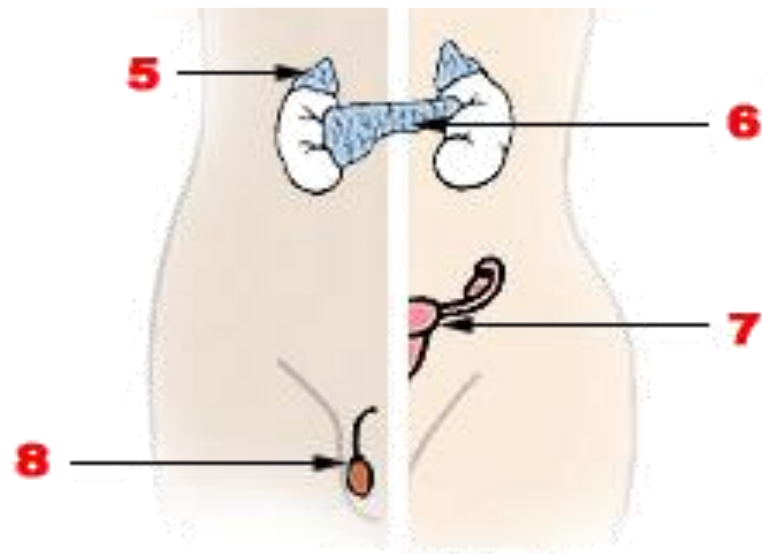
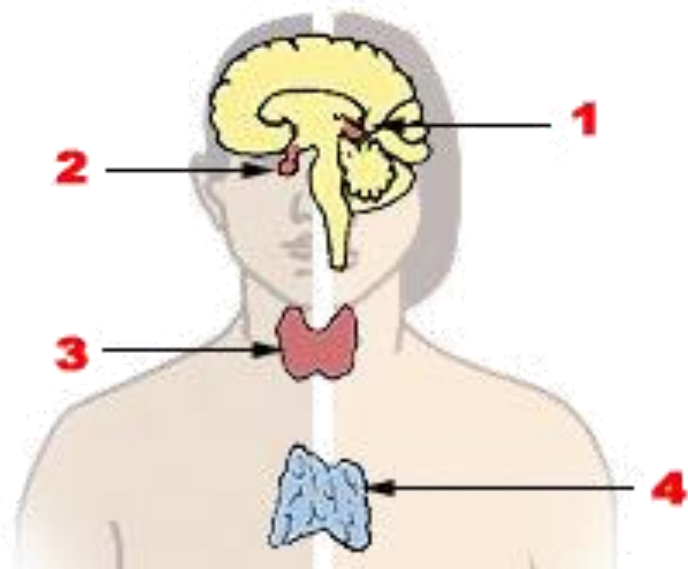


TABLE 16.4

Selected Examples of Hormones Produced by Organs Other Than the Major Endocrine Organs

SOURCE	HORMONE	CHEMICAL COMPOSITION	TRIGGER	TARGET ORGAN AND EFFECTS
GI tract mucosa				
▪ Stomach	Gastrin	Peptide	Secreted in response to food	Stomach: stimulates glands to release hydrochloric acid (HCl)
▪ Duodenum of small intestine	Intestinal gastrin	Peptide	Secreted in response to food, especially fats	Stomach: stimulates HCl secretion and gastrointestinal tract motility
▪ Duodenum	Secretin	Peptide	Secreted in response to food	Pancreas and liver: stimulates release of bicarbonate-rich juice; stomach: inhibits secretory activity
▪ Duodenum	Cholecystokinin (CCK)	Peptide	Secreted in response to food	Pancreas: stimulates release of enzyme-rich juice; gallbladder: stimulates expulsion of stored bile; sphincter of Oddi: causes sphincter to relax, allowing bile and pancreatic juice to enter duodenum
Kidney	Erythropoietin (EPO)	Glycoprotein	Secreted in response to hypoxia	Bone marrow: stimulates production of red blood cells
Kidney	Renin	Peptide	Secreted in response to low blood pressure or plasma volume, or sympathetic stimulation	Initiates renin-angiotensin mechanism of aldosterone release; returns blood pressure to normal

Skin (epidermal cells)	Cholecalciferol (provitamin D ₃)	Steroid	Activated by the kidneys to active vitamin D ₃ (calcitriol) in response to parathyroid hormone	Intestine: stimulates active transport of dietary calcium across intestinal cell membranes
Heart (atria)	Atrial natriuretic peptide	Peptide	Secreted in response to stretching of atria (by rising blood pressure)	Kidney: inhibits sodium ion reabsorption and renin release; adrenal cortex: inhibits secretion of aldosterone; decreases blood pressure
Adipose tissue	Leptin	Peptide	Secretion proportional to fat stores; increased by nutrient uptake	Brain: suppresses appetite; increases energy expenditure
Adipose tissue	Resistin	Peptide	Unknown	Fat, muscle, liver: antagonizes insulin's action on liver cells

Hypothalamus

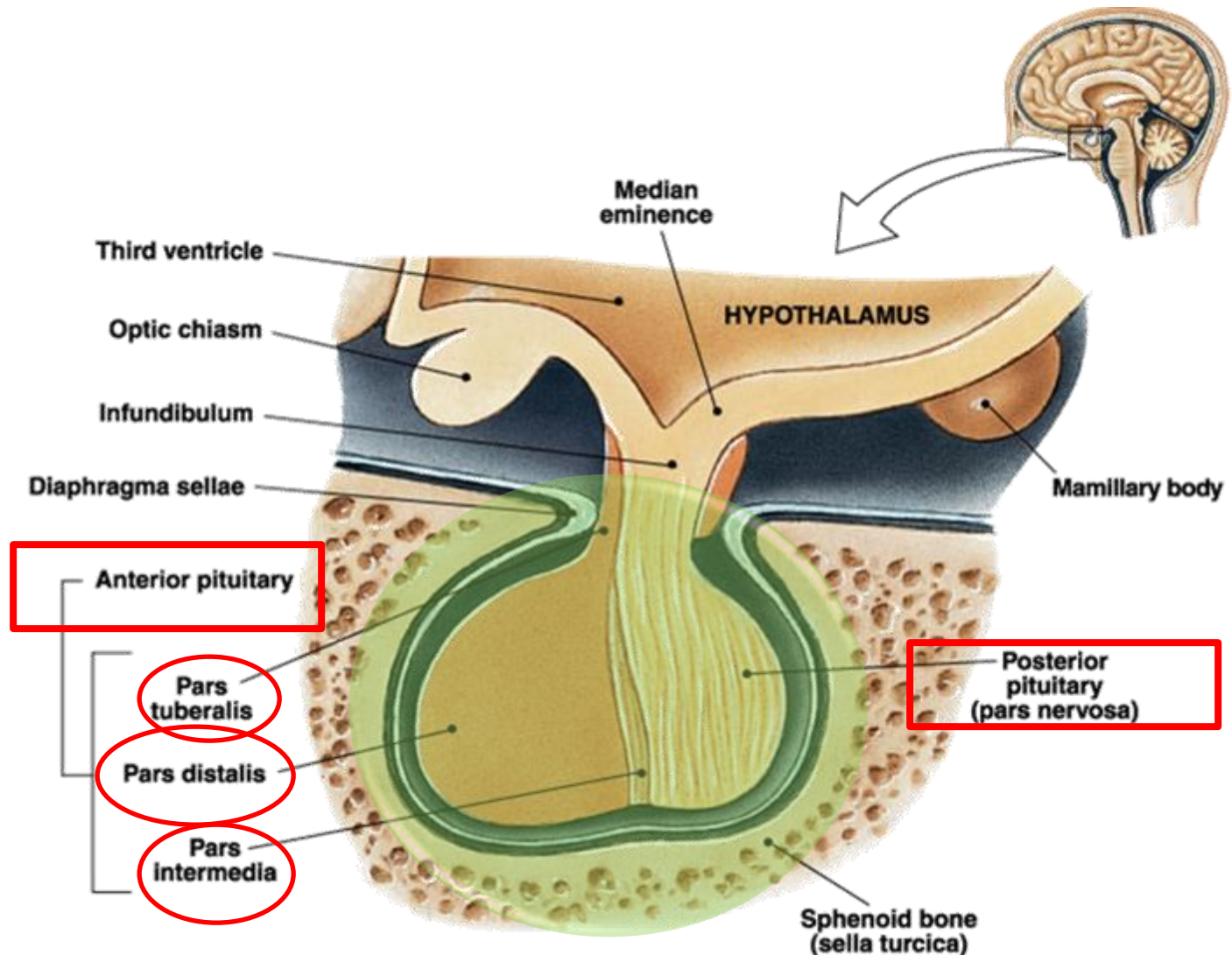
- Produces several releasing and inhibiting factors that stimulate or inhibit anterior pituitary's secretion of hormones.
 - ✓ GHRH, GHIH
 - ✓ PRF, PIF
 - ✓ CRH
 - ✓ MRF, MIF
 - ✓ TRH
 - ✓ GnRH
- Produces hormones that are stored in and released from posterior pituitary. Yaitu : Antidiuretik (ADH), oksitosin.

PITUITARY/HIPOFISIS

‘MASTER GLAND’

- Mengatur banyak aktifitas tubuh = master gland
- bentuk : bulat, diameter 1,3 cm
- Letak : didekat tulang sfenoid menempel di hipotalamus
- Terdiri dari 2 lobus : anterior dan posterior
- Lihat gambar 18-5

Kelenjar Hipofisa / Pituitari



LOBUS ANTERIOR / KELENJAR ADENOHIPOFISIS

- Dihubungkan dengan hipotalamus melalui pembuluh2 darah
- Terdiri atas 75 % dari total kelenjar
- Pengeluaran hormon dari kelenjar ini diatur oleh zat kimia yang berasal dari hipotalamus yang disebut Regulating hormon/ Regulating factor

Terdapat 6 hormon utama yang disekresikan oleh **pars Distalis** Hipofisa anterior :

- 1) **Growth hormone (GH/somatotropin).**
- 2) **Thyroid-stimulating hormone (TSH/thyrotropin).**
- 3) **Adrenocorticotrophic hormone (ACTH/corticotropin).**
- 4) **Prolactin.**
- 5) **Follicle-stimulating hormone (FSH).**
- 6) **Luteinizing hormone (LH/Lutein).**

Hormon yang disekresikan **pars Intermedia** Hipofisa anterior :
MSH (melanocyte stimulating hormone)

LOBUS POSTERIOR/ NEUROHIPOFISIS

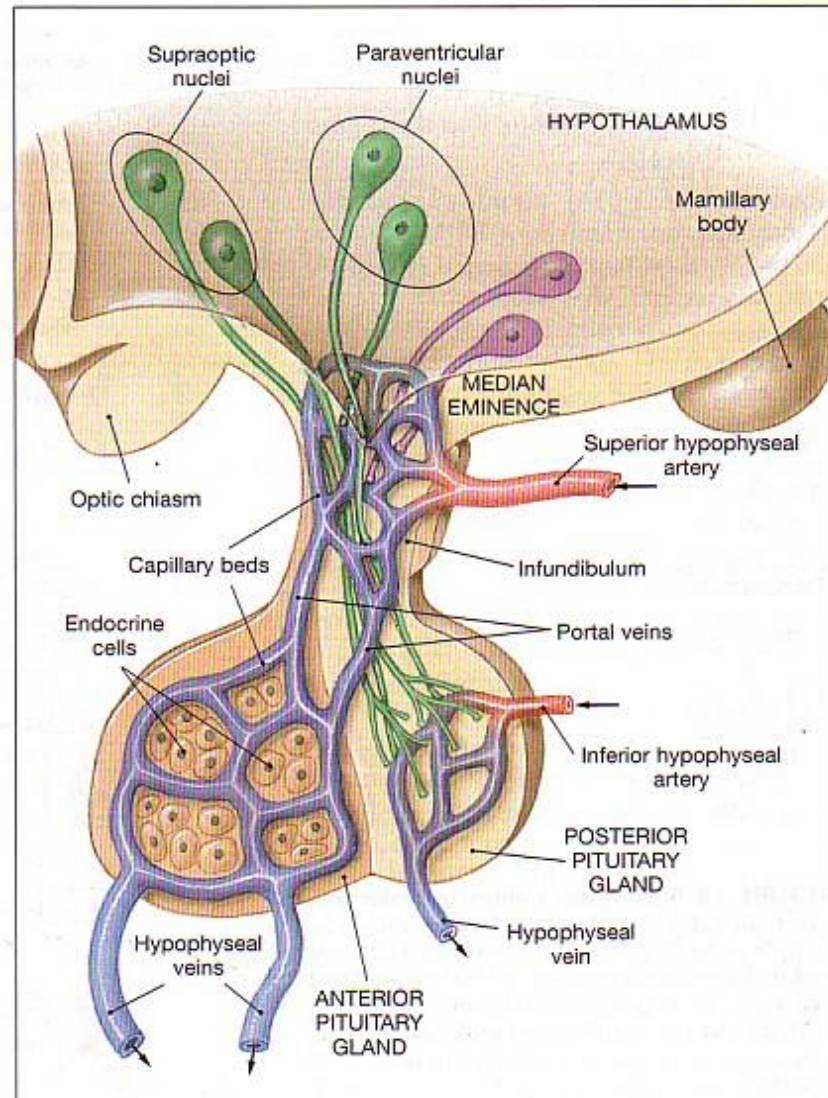
- Dihubungkan dengan hipotalamus melalui **persyarafan**
- Terdiri dari sel yang disebut pituisit, mirip dengan neuroglia pada sistem saraf
- Terminal axon dari neuron tsb.ada dibagian hipotalamus, serabut sarafnya berujung di neurohipofisis
- Neuronnya disebut **sel neurosecretory** yg berkumpul dalam suatu inti yang disebut paraventricular dan supraoptic. Dihasilkan 2 hormon yaitu **Oxytocin (OT)** dan **Anti diuretic (ADH)**

Hormon yang dihasilkan Hipofisa Posterior :

Antidiuretic hormone (ADH/Vasopressin)

Oxytocin

Hipotalamus dan hipofisis (pituitary)



Pengaturan sekresi hormon

- Sekresi hormon dapat distimulasi / dihambat oleh kadar sejenis hormon dalam darah atau kelenjar endokrin lain.
- Sebagian besar hormon diatur mekanisme : **negative feedback control**, kecuali : oksitosin , LH (positive feedback control)
- Arti negative feedback control : **Peningkatan** kadar hormon tersebut dalam darah mengakibatkan **inhibisi** sekresi hormon dari tempat produksinya.

Endokrin Pathway (jalur aktivasi endokrin)

- Kelenjar endokrin dapat aktif mensekresikan produk hormonnya setelah distimulasi.
- Terdapat 3 jenis stimulus yaitu humoral, neural dan hormonal
- Jalannya stimulus sampai dengan timbulnya respon pada organ target disebut endocrine pathway

Terdapat 3 jenis endocrine pathway

1. Simple endocrine pathway

Tidak melibatkan SSP, stimulus humoral.

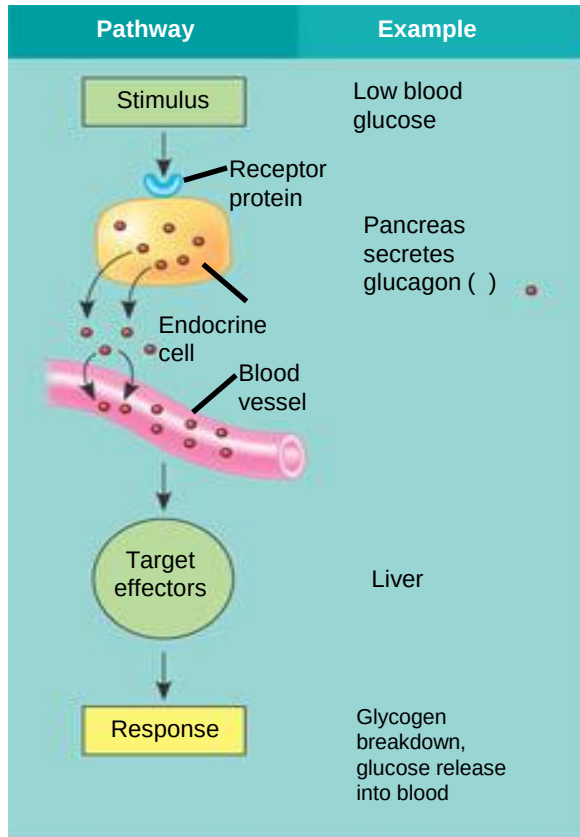
2. Simple neurohormon pathway

Melibatkan SSP secara langsung, stimulus neural

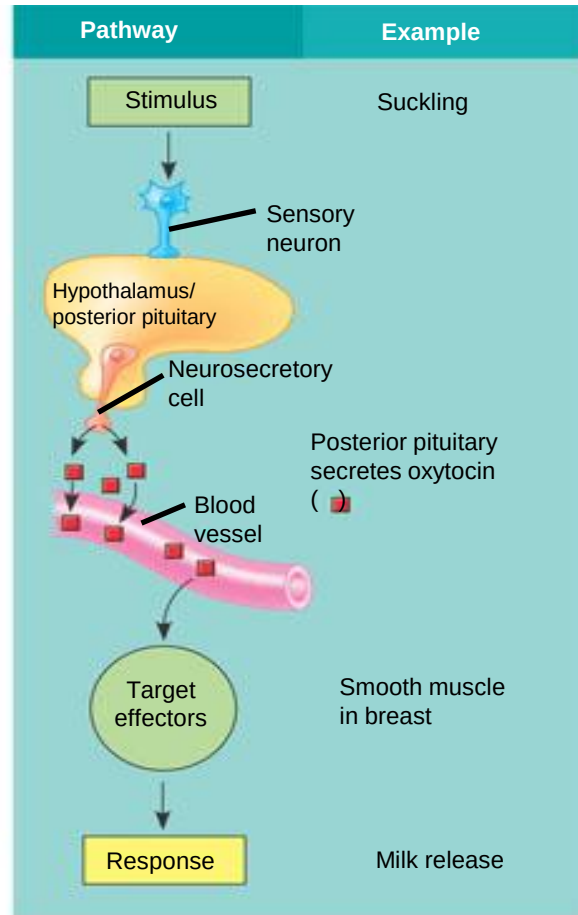
3. Simple neuroendocrine pathway

Melibatkan SSP secara tidak langsung, stimulus hormonal

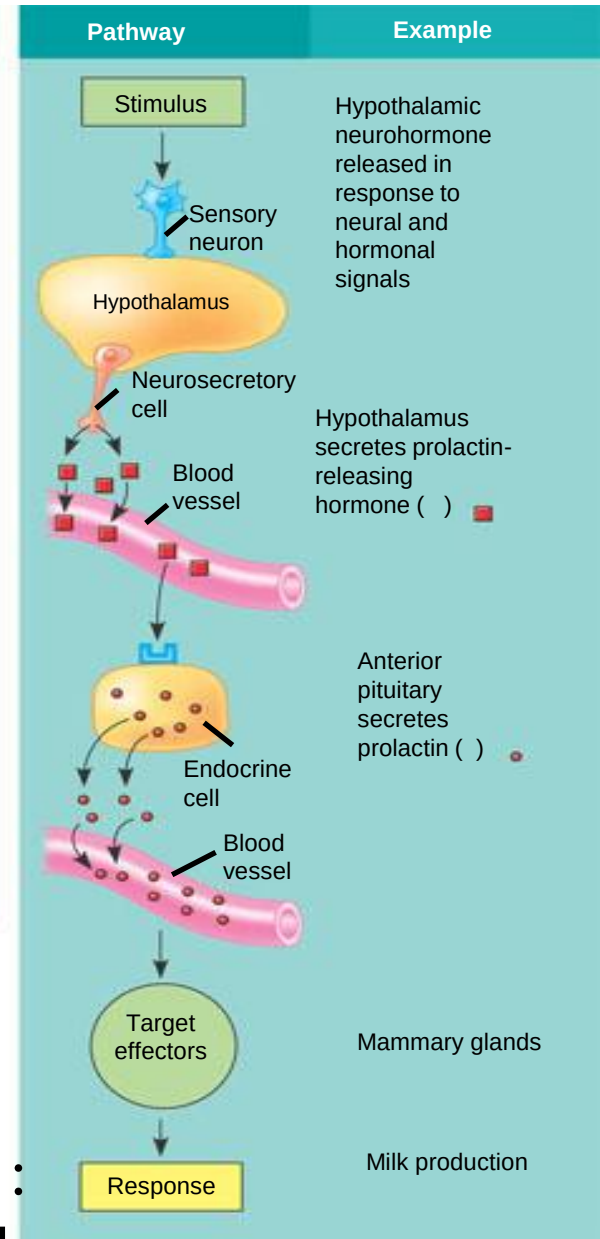
3 macam jalur endokrin (Endocrine pathway)



(a) Simple endocrine pathway



(b) Simple neurohormone pathway



(c) Simple neuroendocrine pathway

Stimulus
: humoral

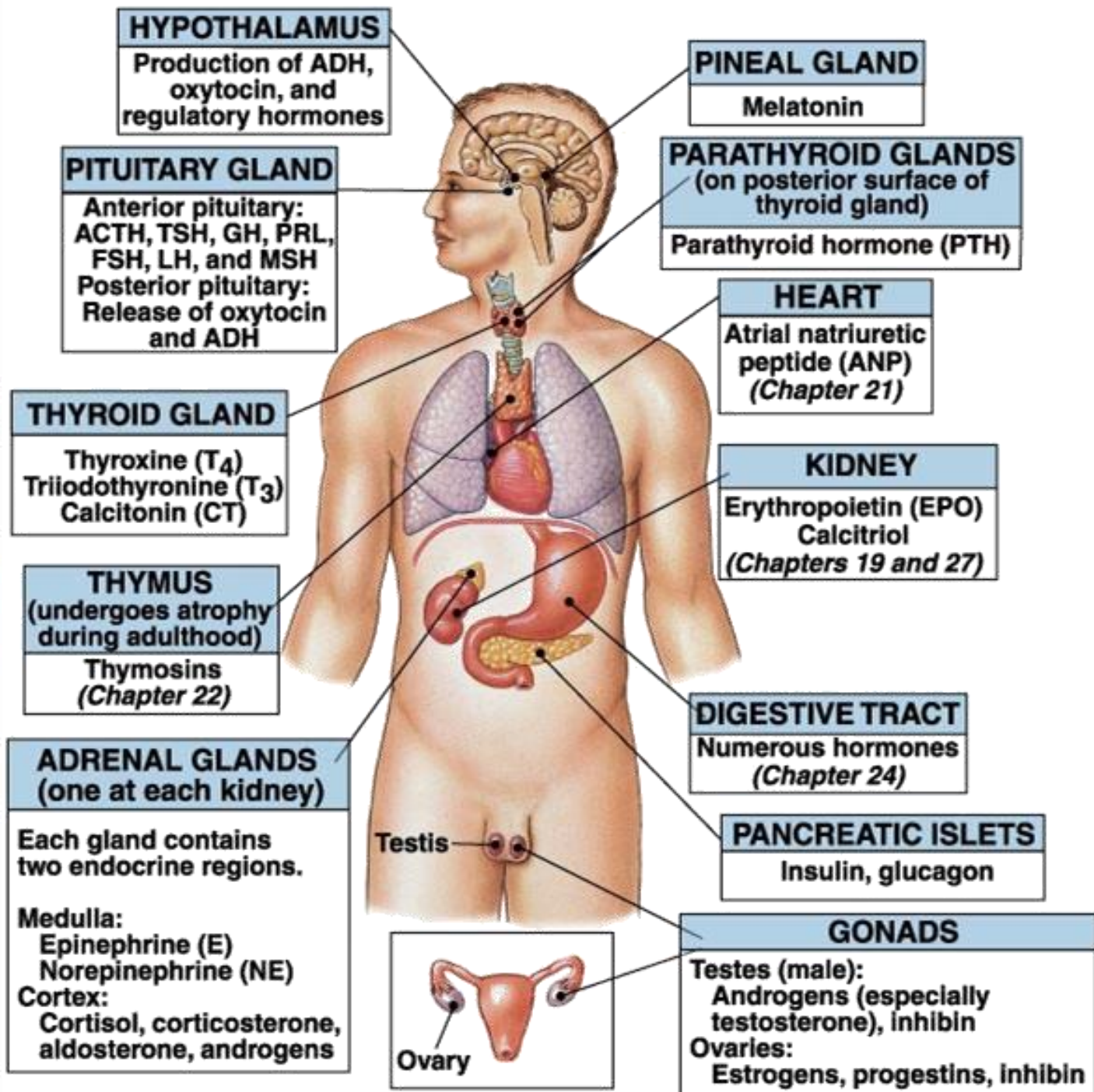
Stimulus
: neural

Stimulus :
hormonal

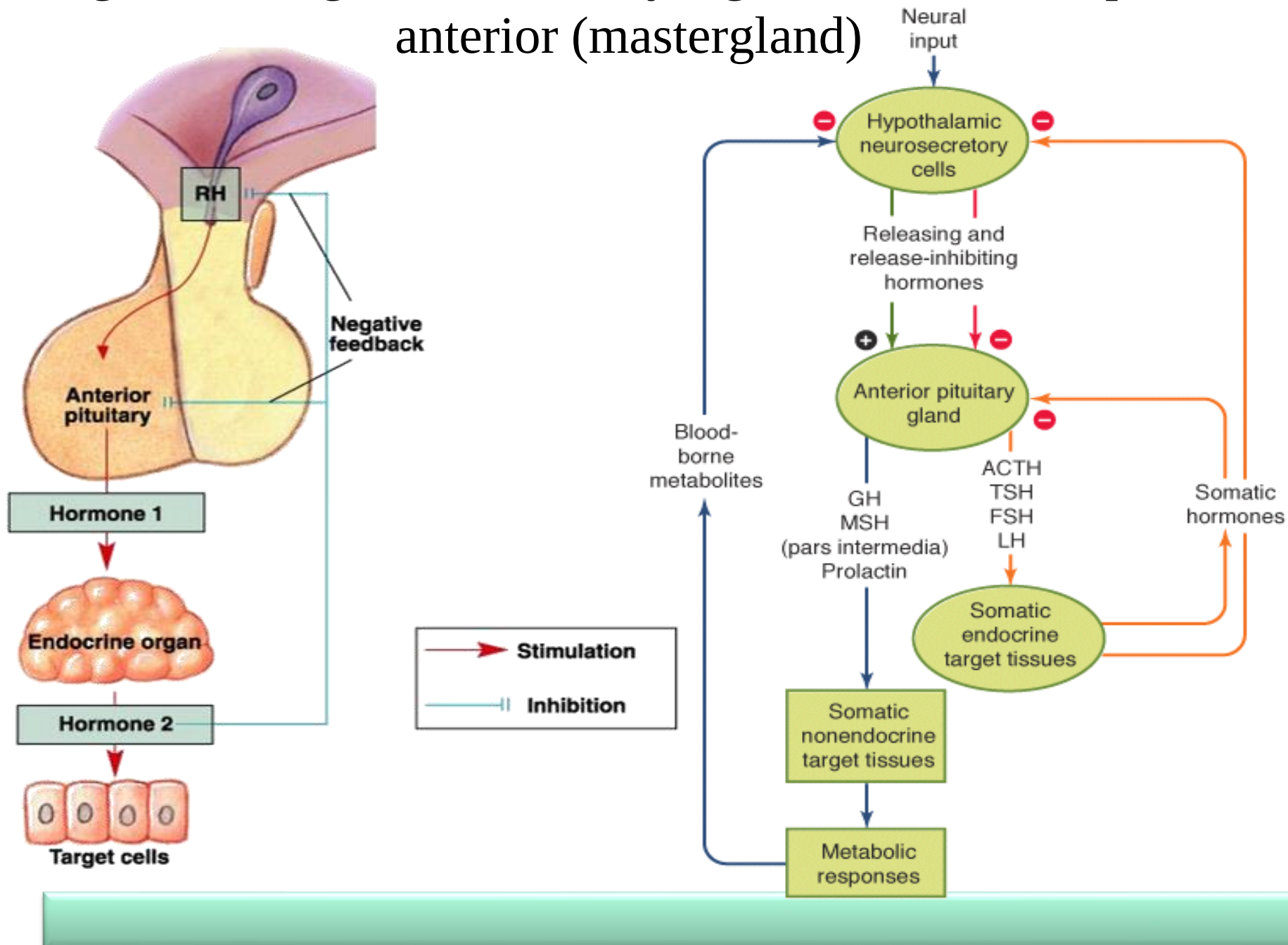
Figure 45.2a–c

Kelenjar Endokrin yang Utama

- Hipotalamus
- Hipofisis
- Tiroid
- Paratiroid
- Pankreas
- Adrenal
- Gonad
- Pineal

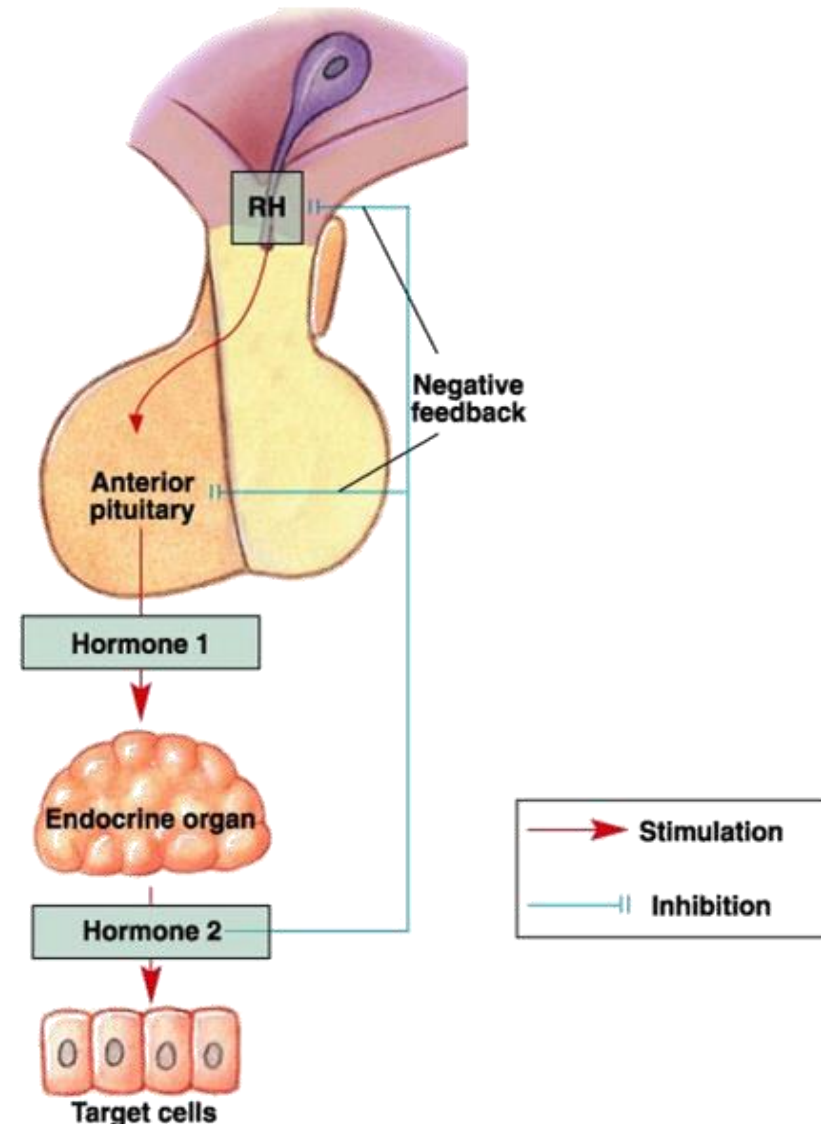


Pengaturan/Regulasi Hormon yang disekresi oleh hipofisis anterior (mastergland)



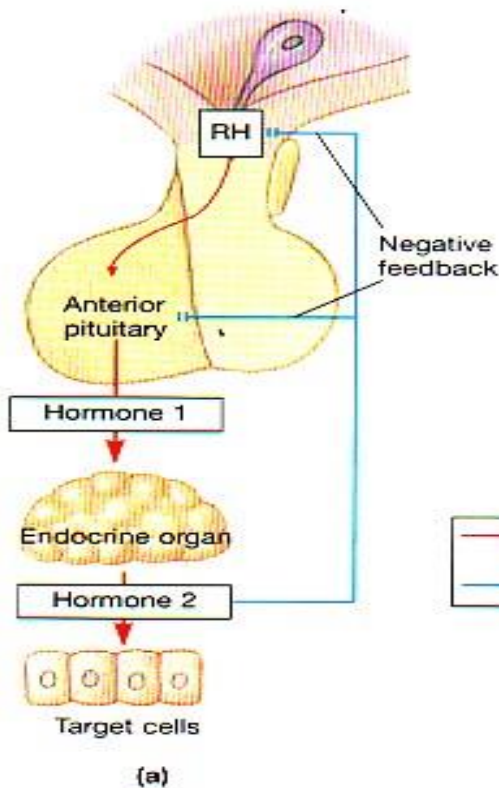
Hormon tropik

- Diantara 7 hormon hipofisis anterior, ada 4 hormon yang disebut hormon tropik.
- Hormon tropik adalah hormon yang mempengaruhi kelenjar endokrin lain untuk mensekresi hormon ke2.
- Hormon tropik tersebut adalah :
 - TSH → kel.tiroid → T3,T4, CT
 - FSH } ovarium → estrogen
 - LH } testes → testosteron
 - ACTH → korteks adrenal → mineralokortikoid, glukokortikoid dan gonadokortikoid

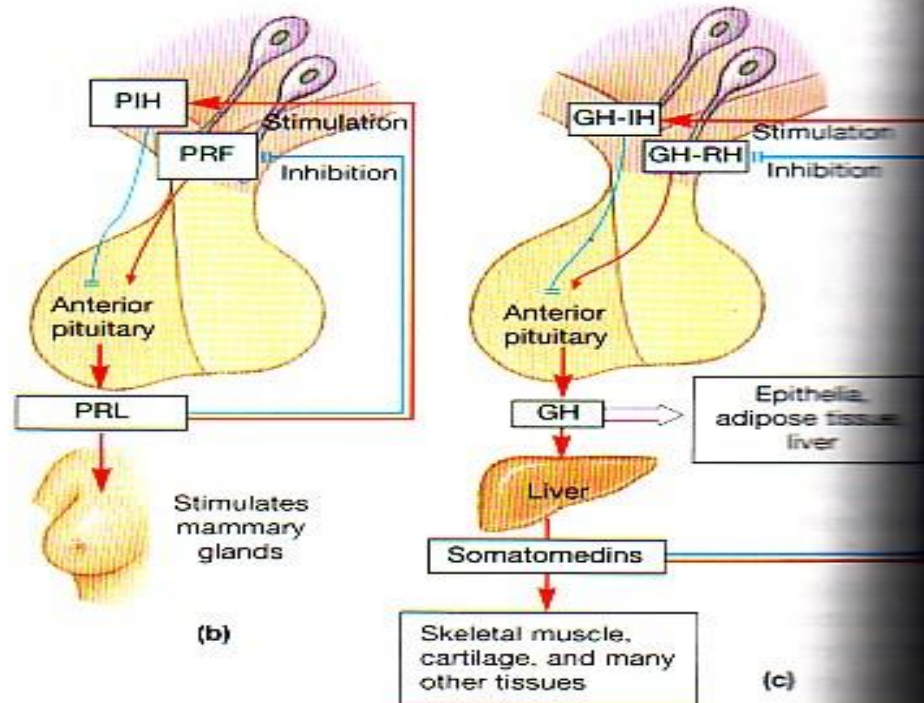


Hormon Tropik

Regulatory Hormone	Hormone 1 (from Pituitary)	Endocrine Target	Hormone 2 (from Target organ)
TRH	TSH	Thyroid gland	Thyroid hormones
CRH	ACTH	Adrenal cortex	Glucocorticoids
GnRH	FSH	Testes Ovaries	Inhibin { Inhibin Estrogens
	LH	Ovaries Testes	{ Progesterins Estrogens Androgens



• **FIGURE 18-8 Feedback Control of Endocrine Secretion.** (a) A typical pattern of regulation when multiple endocrine organs are involved. The hypothalamus produces a releasing hormone (RH) to stimulate hormone production by other glands, and control is via negative feedback. (b) The regulation of prolactin (PRL) production by the anterior pituitary. In this case, the hypothalamus produces both a releasing factor (PRF) and an inhibiting hormone (PIH); when one is stimulated, the other is inhibited. (c) The regulation of growth hormone (GH) production by the anterior pituitary; when GH-RH release is inhibited, GH-IH release is stimulated.



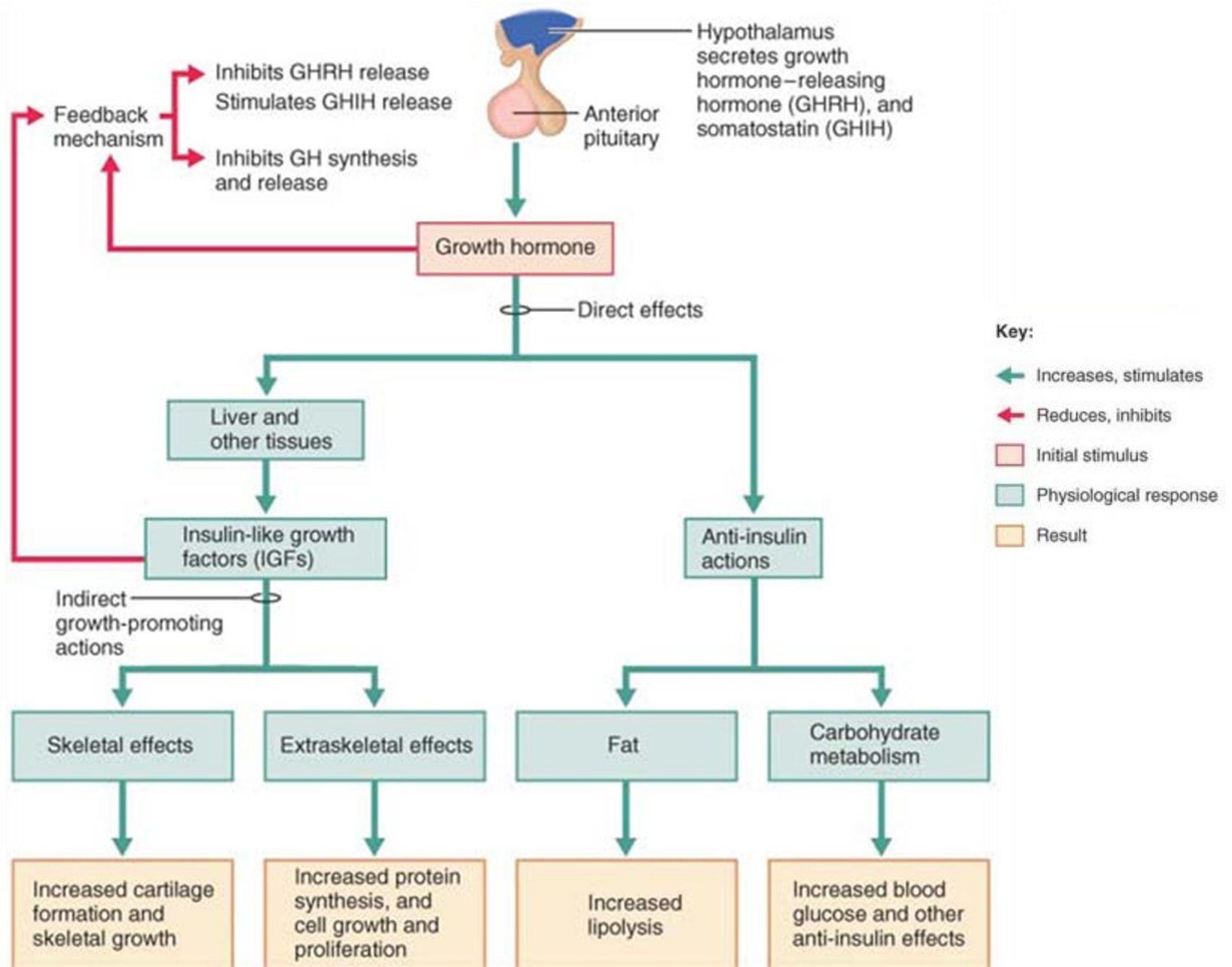
Bukan hormon tropik

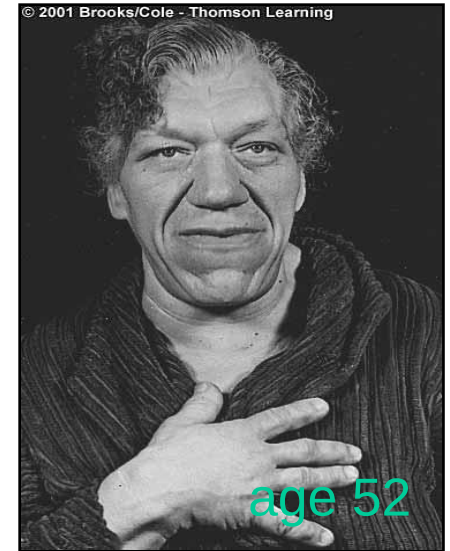
Fungsi Masing-masing hormon

Adenohipofisis

1. hGH (human Growth Hormone)

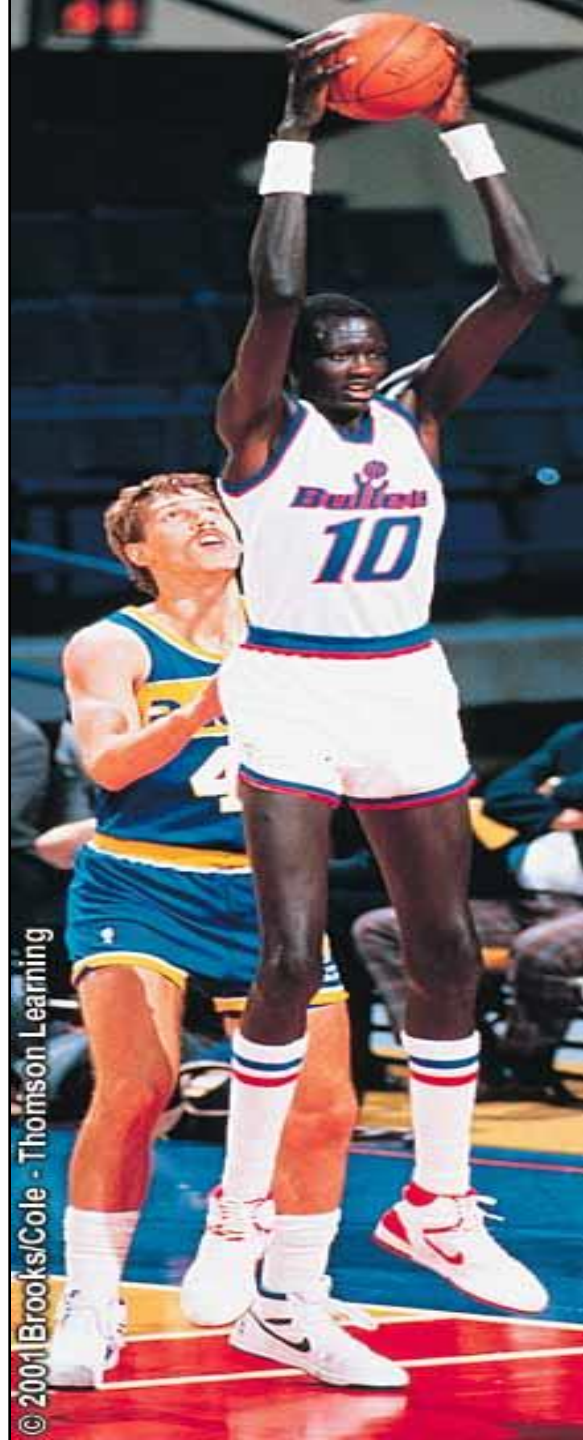
- Nama lain : somatotropin, somatotropic hormone
- **Fungsi:** menstimulasi pertumbuhan badan, dengan cara
 - meningkatkan anabolisme protein
 - meningkatkan katabolisme lemak
 - mencegah pembakaran karbohidrat dan protein.
- Kerja hGH diperantarai oleh protein somatomedin yang berasal dari hati.
- **Regulasi** : oleh GHRH / somatocrinin dan GHIH/ somatostatin
- **Sekresi hGH dirangsang oleh** a.l. : hipoglikemi
- Kelainan : pituitary dwarfism, gigantism, acromegaly.





Acromegaly

Excess GH in adulthood



Adenohipofisis

2. TSH (Thyroid-Stimulating Hormone)

- Nama lain : Thyrotropin
- Fungsi : menstimulasi sintesis dan sekresi hormon pada kel. Tiroid
- Regulasi : oleh TRH yg tergantung pada kadar tiroid darah, glukosa darah, kecepatan metabolisme, dll.

Adenohipofisis

3. ACTH (Adrenocorticotrophic Hormone)

- Nama lain : adrenocorticotropin
- Fungsi : mengatur produksi dan sekresi hormon cortex adrenal (mineralokortikoid, glukokortikoid, gonadokortikoid)
- Regulasi : oleh CRH (Corticotropin Releasing Hormone)
- Sekresi CRH dipengaruhi oleh stress, penurunan kadar gula darah, trauma fisik , makrofag.

4. FSH (Folicle-Stimulating Hormone)

- Fungsi :

pada wanita : menyebabkan perkembangan telur tiap bulanan dan menstimulasi ovarium utk mensekresi estrogen.

pada pria : menstimulasi testes utk memproduksi sperma

- Regulasi : oleh GnRH (Gonadotropin RH)
- Sekresi GnRH dipengaruhi oleh (wanita) estrogen dan progesteron, (pria) testosteron.

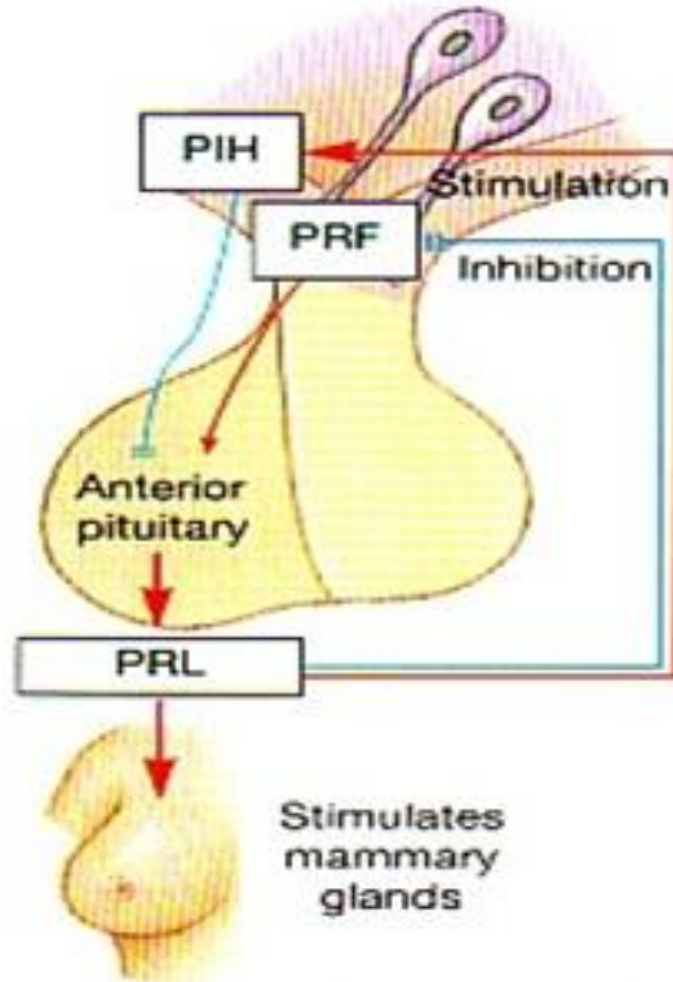
5. LH (Lutenizing Hormone)

- Fungsi :
(wanita), bersama FSH menstimulasi ovarium utk ovulasi, stimulasi pembentukan corpus luteum.
(pria), stimulasi endokrinosit interstitial dalam testes agar berkembang dan mensekresi testosteron.
- Regulasi : oleh GnRH
- Sekresi GnRH dipengaruhi : estrogen, progesteron dan testosteron

6. PRL (Prolactin)

- Fungsi :
(wanita), bersama dengan estrogen, progesteron, corticosteroid, hGH, tiroksin dan insulin, mensekresi air susu oleh kelenjar mammae.
(pria), meningkatkan efek hormon LH dalam memproduksi testosteron.
- Regulasi : oleh PIF dan PRF.

Regulasi prolaktin



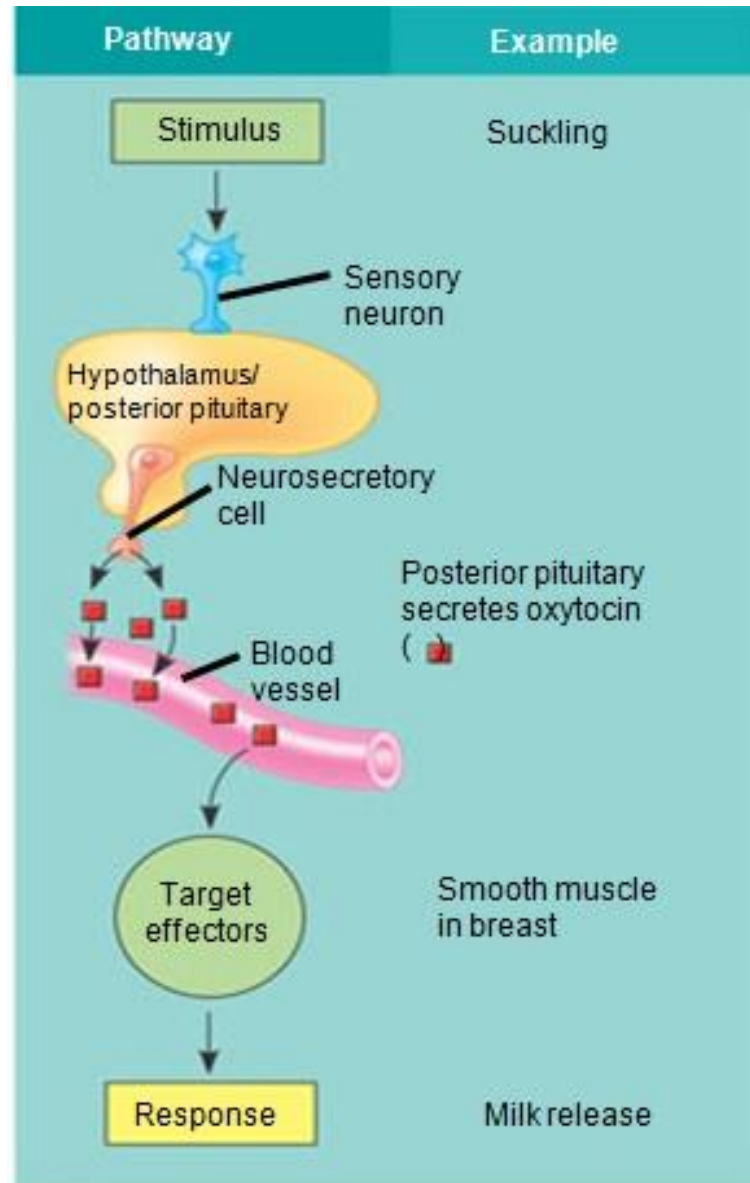
7. MSH (Melanocyte-Stimulating Hormone)

- Fungsi : meningkatkan pigmentasi kulit
- Regulasi oleh : MRF dan MIF

1. Oxytocin (OT)

- Fungsi :
 - menstimulasi kontraksi otot polos uterus saat akan melahirkan
 - menstimulasi sel kontraktile sekitar duktus dan sel kelenjar mammae utk persiapan laktasi.
- Regulasi : feedback positif
- Dirangsang oleh : impuls (peregangan dan kontraksi uterus, hisapan bayi pada puting susu). Dihambat oleh progesteron.

Regulasi Oxytocin



(b) Simple neurohormone pathway

2. Antidiuretic Hormone (ADH)

- Nama lain : vasopressin.
- Fungsi :
 - Mencegah produksi urin berlebih
 - meningkatkan tekanan darah
 - menurunkan perspirasi kulit
- Sel target : ginjal
- Regulasi : feedback negatif
- Distimulasi oleh konsentrasi air dalam darah dan rasio garam:air.
- Kelainan : Diabetes insipidus

Kelenjar Thyroid

- Anatomi : letak dibawah laring, berlobus 2 di ka-ki trakhea.
- Histologi: terdiri atas folikel2 dengan 2 macam sel epitel : folikular (produksi T₄, T₃), parafolikular (produksi kalsitonin)
- Sintesis hormon tiroid (T₃ dan T₄) : melibatkan tiroglobulin, proses iodinasi, oksidasi, endositosis.
- Regulasi oleh : TRH, TSH
- Sekresi dirangsang oleh : lingkungan dingin, hipoglikemi, kehamilan.

Lanjutan ...

- Fungsi :

1. **Hormon tiroid (T3 dan T4)**

- mengatur metabolisme organik dan keseimbangan energi
- mengatur pertumbuhan dan perkembangan
- mengatur aktifitas syaraf

Kelainan : hipotiroidisme (cretinism, myxedema),
hipertiroidisme (exophtalmic goiter).

2. **Kalsitonin (CT)**

stimulasi sekresi oleh : kadar kalsium darah yang tinggi

menurunkan jml kalsium dan **fosfat** darah dengan menghambat pemecahan dan mempercepat uptake kalsium dan fosfat oleh tulang.

- **Pada Metabolisme :**

- ↑ glikolisis, ↑ glukoneogenesis, ↑ kecepatan absorpsi saluran pencernaan, ↑ sekresi insulin.
- ↑ lipolisis, ↑ kadar asam lemak bebas dalam plasma, ↑ oksidasi asam lemak bebas dalam sel, ↓ fosfolipid dan kolesterol serta trigliserida dalam darah, ↑ sekresi kolesterol dalam empedu sehingga ↑ kehilangan kolesterol melalui feses.
- ↑ penggunaan / pemanfaat vitamin untuk sintesis enzim dan koenzim

- **Kardiovaskular :**

- Vasodilatasi umum shg ↑ aliran darah jantung , ↑ frekuensi dan kekuatan denyut jantung, sedikit ↑ volume dan tekanan darah.

- **Respirasi :**

- ↑ kecepatan dan kedalaman respirasi karena ↑ kebutuhan O₂ dan pembuangan CO₂.

- **Saluran Pencernaan :**

- ↑ sekresi kelenjar cerna dan ↑ motilitas saluran cerna → mudah diare.

- **Pada Saraf Pusat :**
 - ↑ kecepatan berpikir, ↑ resiko disosiasi pikiran, ↑ resiko kecemasan dan psikoneurotik (terlebih jika hipertiroid) dan paranoid.
- **Fungsi Otot :**
 - ↑ kekuatan kontraksi, tetapi jika hipertiroid maka justru otot melemah dan ↑ kecepatan relaksasi pasca kontraksi.
- **Tidur :**
 - ↑ kelelahan (tingginya aktivitas metabolisme) dan kesulitan tidur (karena eksitasi sinaptik), waktu tidur yang panjang (12 – 14 jam /hari).
- **Fungsi seksual :**
 - **Pria :** jika hipotiroid → hilangnya libido, jika hipertiroid → impotensi.
 - **Wanita :** Jika hipotiroid → perdarahan menstruasi yang berlebihan dan sering, beberapa juga menyebabkan iregularitas periode menstruasi dan kadangkala bahkan sampai tidak ada, serta hilangnya libido.
Jika hipertiroid → sangat berkurangnya perdarahan saat menstruasi dan amenore (hilangnya menstruasi).

Grave's syndrome

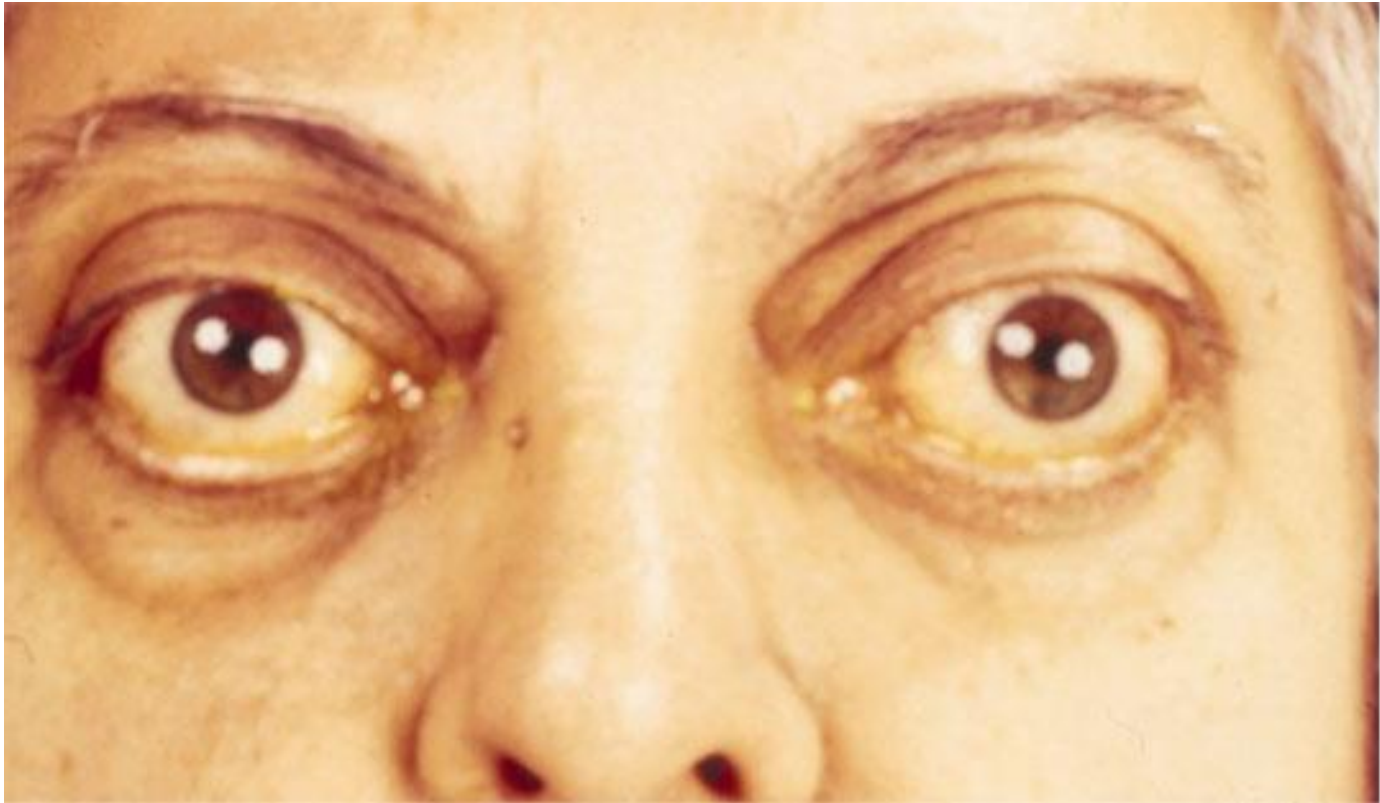
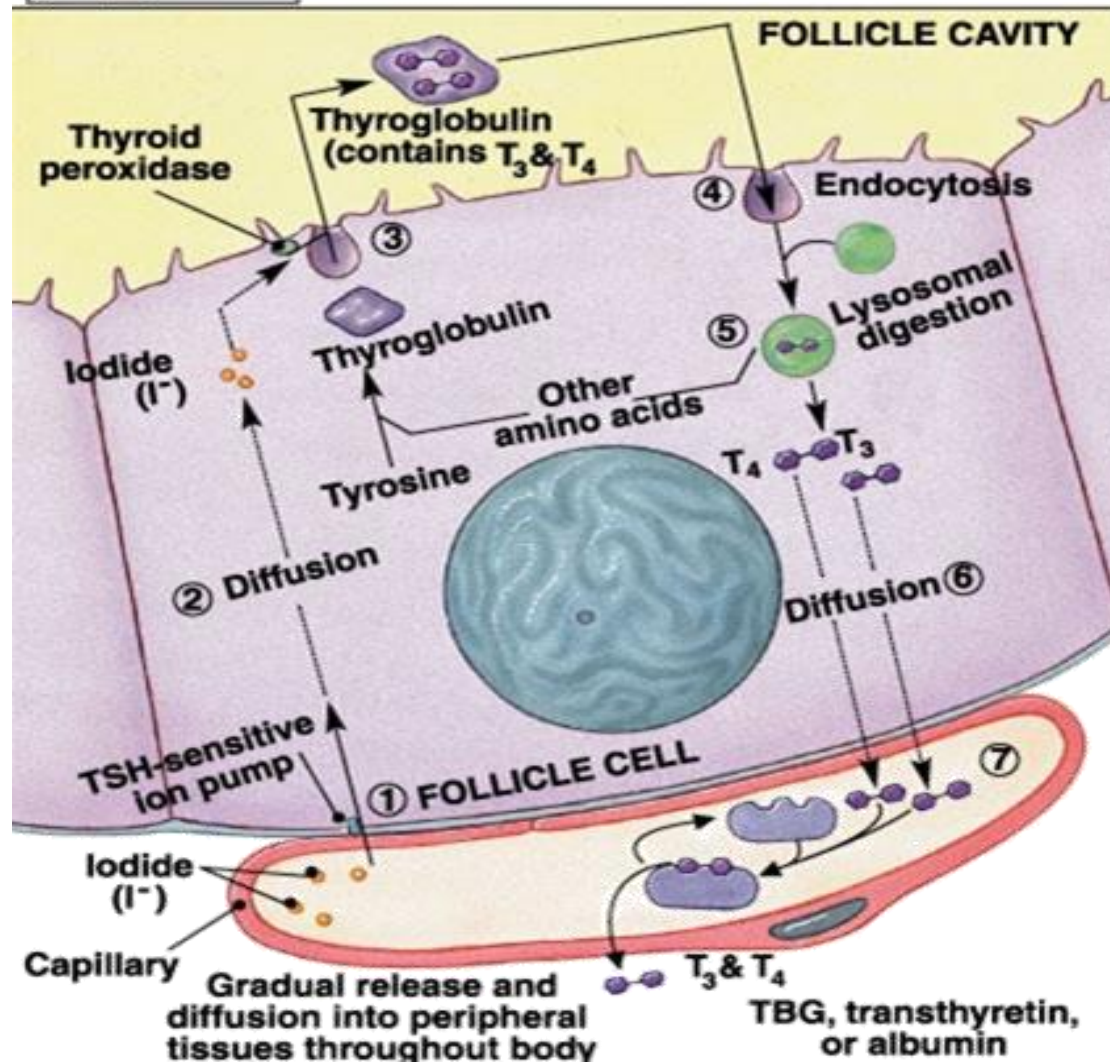
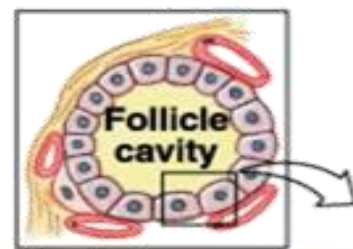
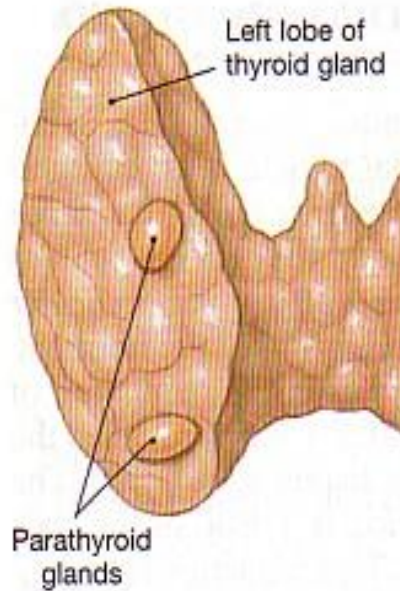


Figure 45.10

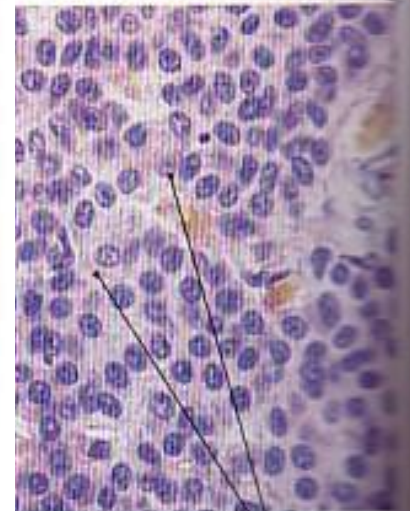
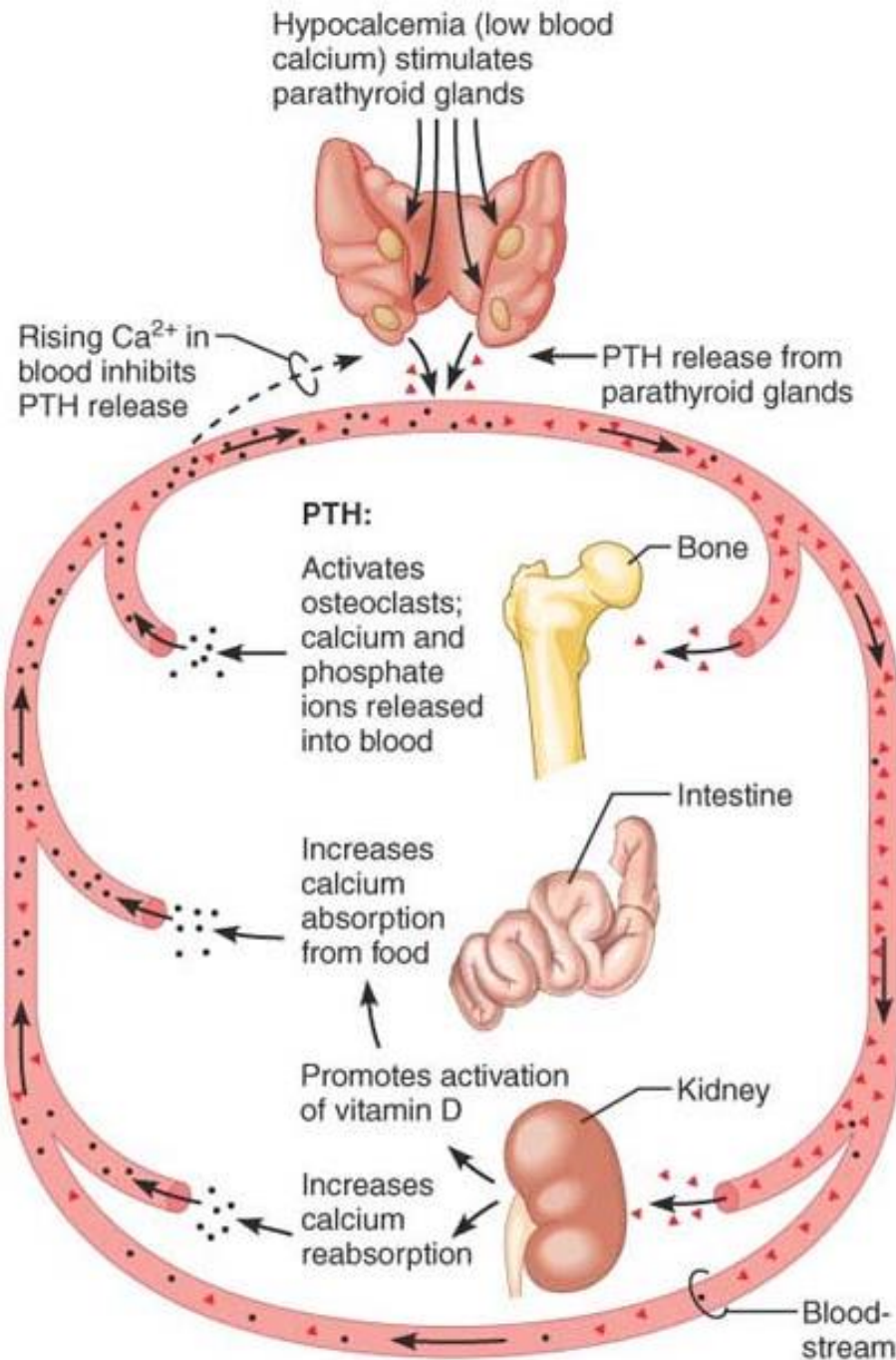


Kelenjar Parathyroid

- Letak : pada bagian posterior kelenjar tiroid, bentuk kecil dan bulat, ada 2 superior dan inferior.
- Histologi : terdapat 2 jenis sel epitel, chief cell (sintesa PTH terbanyak) dan oxyphil cell. Fungsi : menurunkan kadar fosfat darah dan **menaikkan kadar kalsium** dan magnesium darah, melalui 2 titik kerja yi.tulang dan ginjal.
- Regulasi oleh kadar Ca darah, **tidak dikontrol oleh kel. Pituitary**. Kelainan : hipo (tetani), hiper (osteitis fibrosa cystica)



(a) Thyroid gland, pos

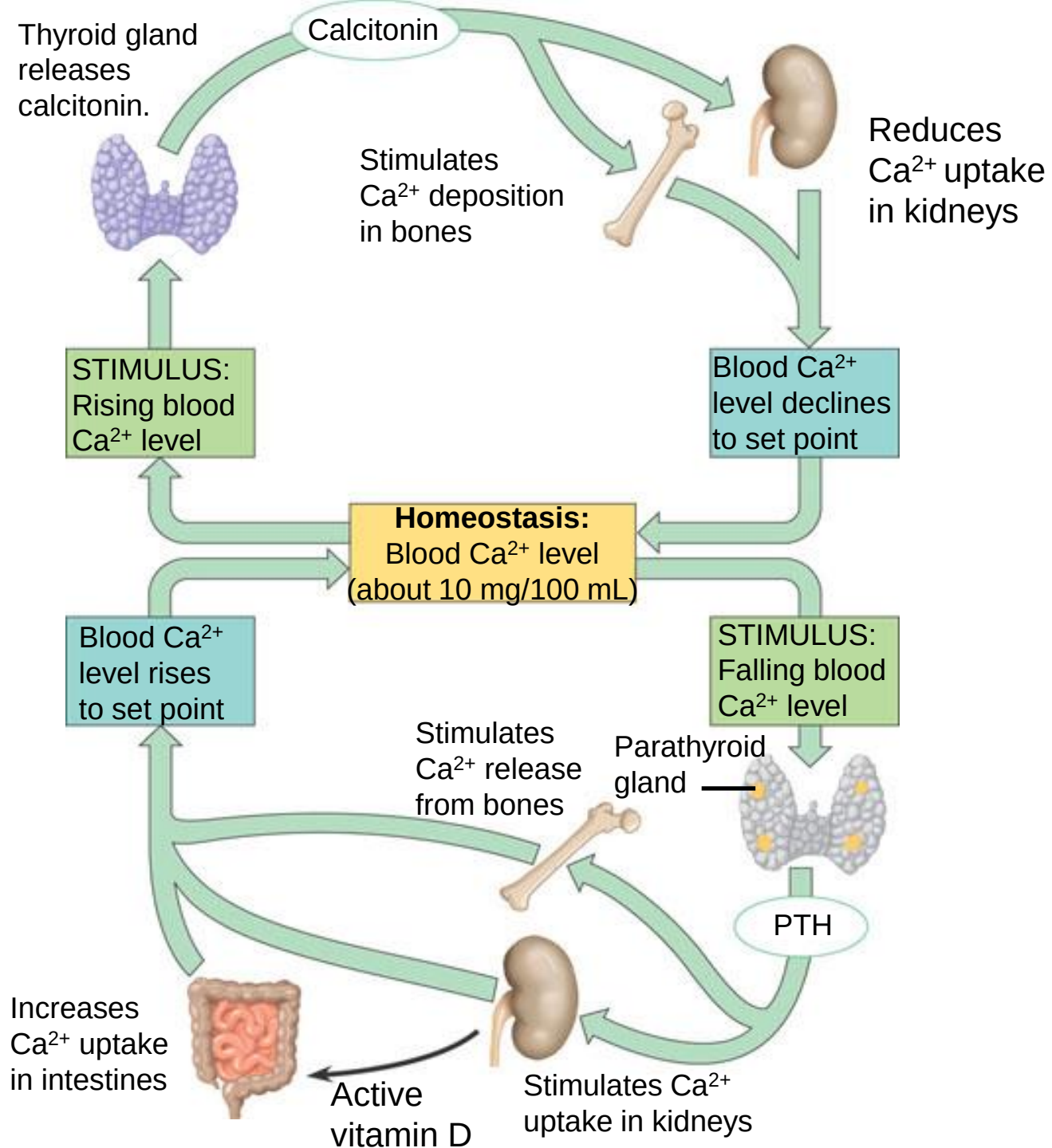


Oxyphil cells

• **FIGURE 18-12** The Parat
tion of the parathyroid gland
the thyroid lobes. (b) Both p
(LM $\times 94$) (c) Parathyroid ce

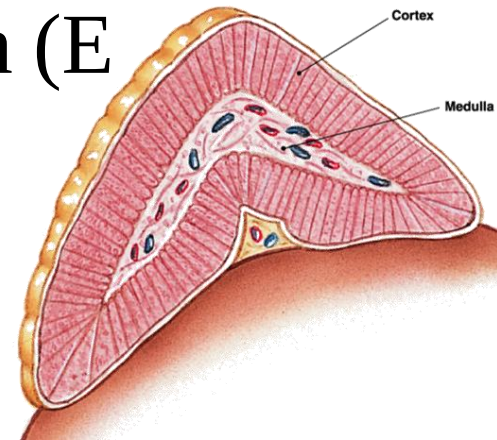
Two antagonistic hormones, parathyroid hormone (PTH) (meningkatkan Ca) and calcitonin (menurunkan Ca)

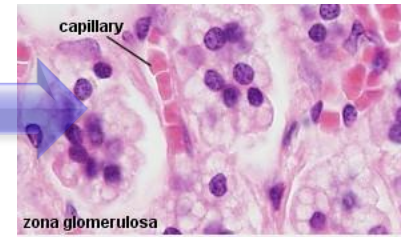
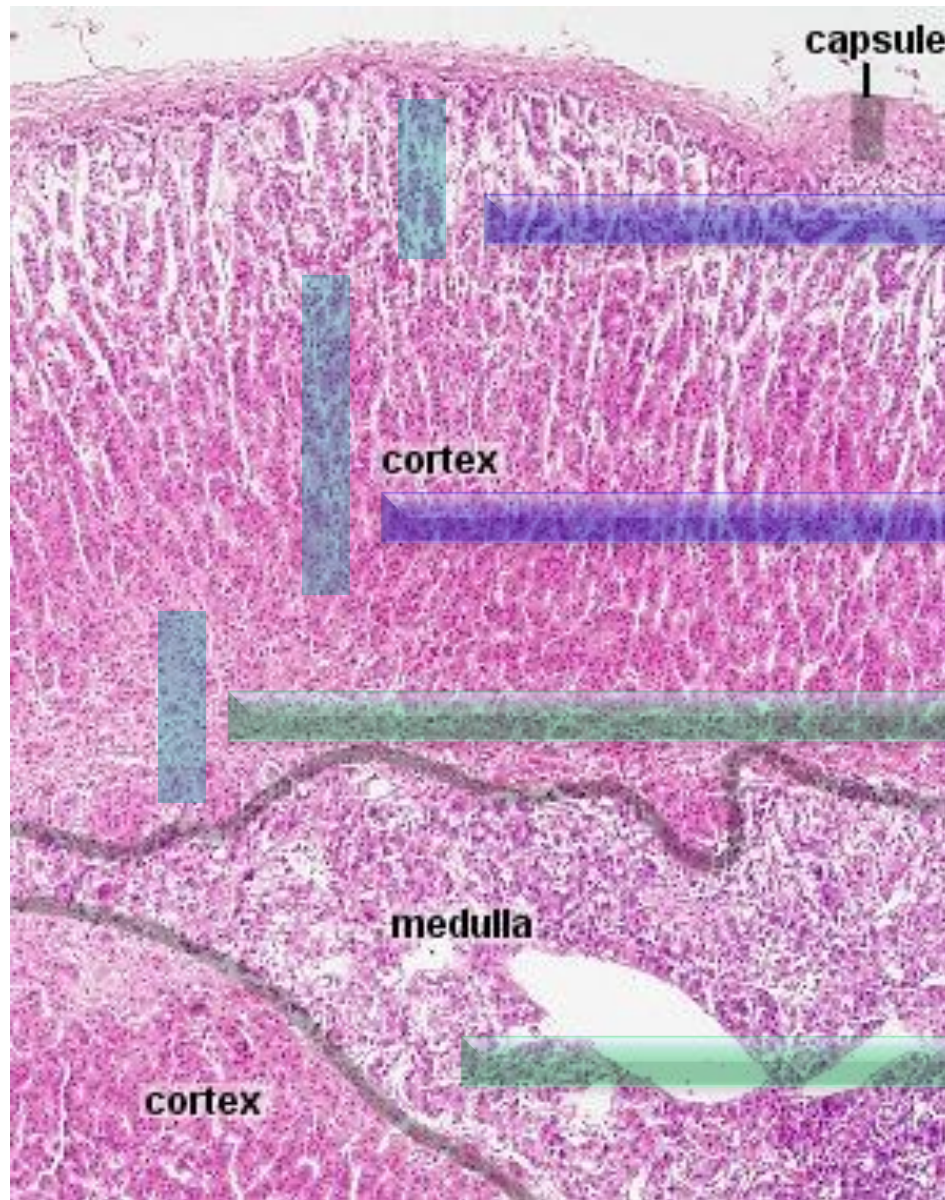
Play the major role in calcium (Ca^{2+}) homeostasis in mammals



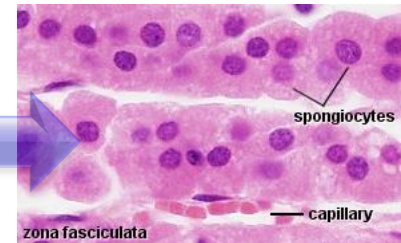
Kelenjar Adrenal/ suprarenal

- Anatomi : 2 buah, @ dibagian posterior ginjal, @ terdiri dari cortex dan medulla
- Histologi :
 1. Cortex, terbagi atas 3 zona: glomerulosa (sekresi hormon mineralokortikoid), fasciculata (h.glukokortikoid), retikularis (h.gonadokortikoid)
 2. Medulla, terdiri dari sel chromaffin (mensintesa Epinefrin dan norepinefrin (E dan NE)).

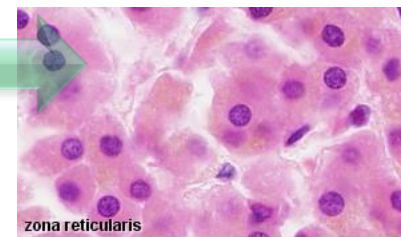




**Mineralokortikoid
(Aldosteron)**



**Glukokortikoid
(Kortisol)**



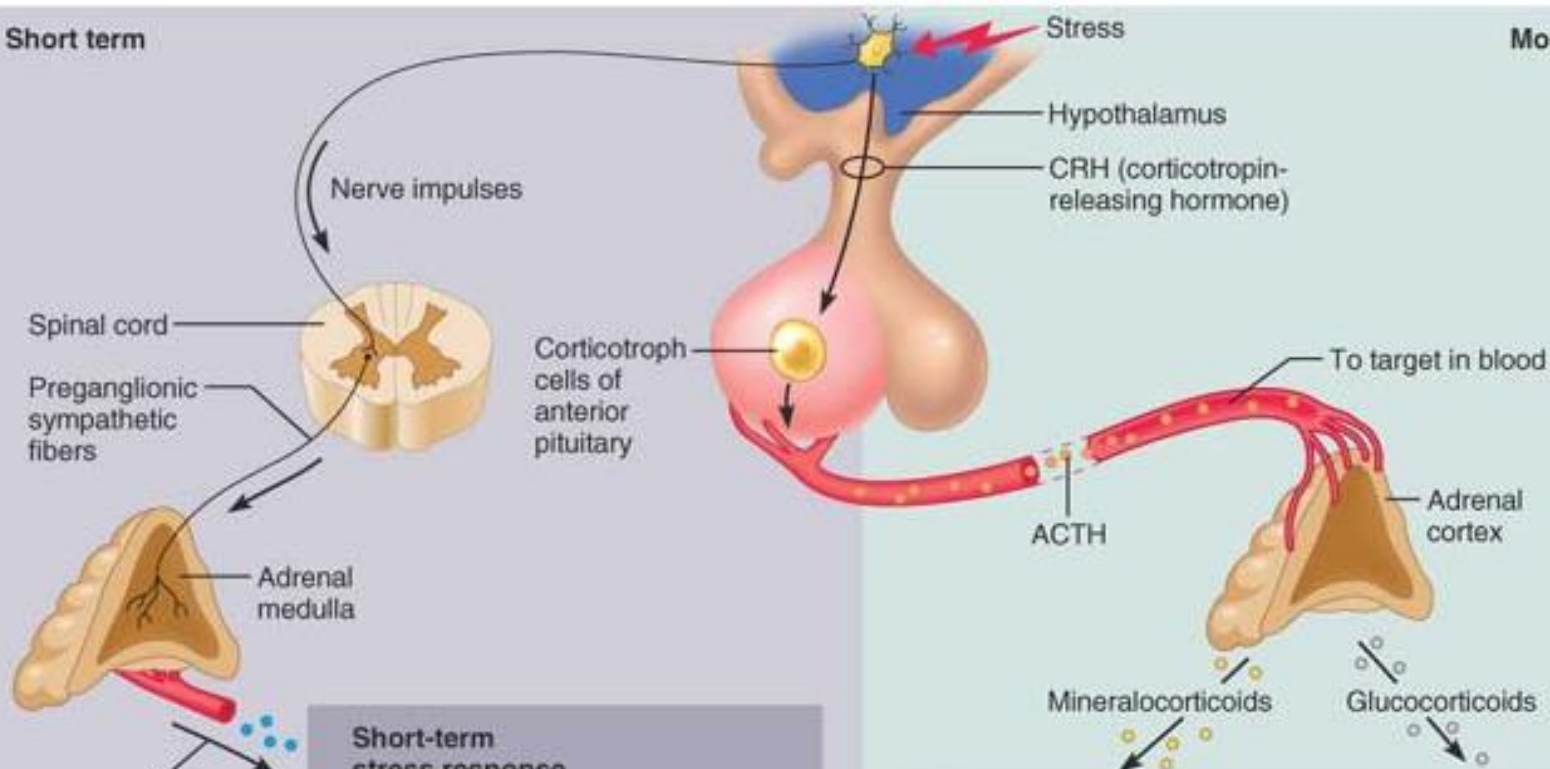
**Gonadokortikoid
Sex Hormon**



**Katekolamin
(Epinefrin &
Norepinefrin)**

Short term

More prolonged



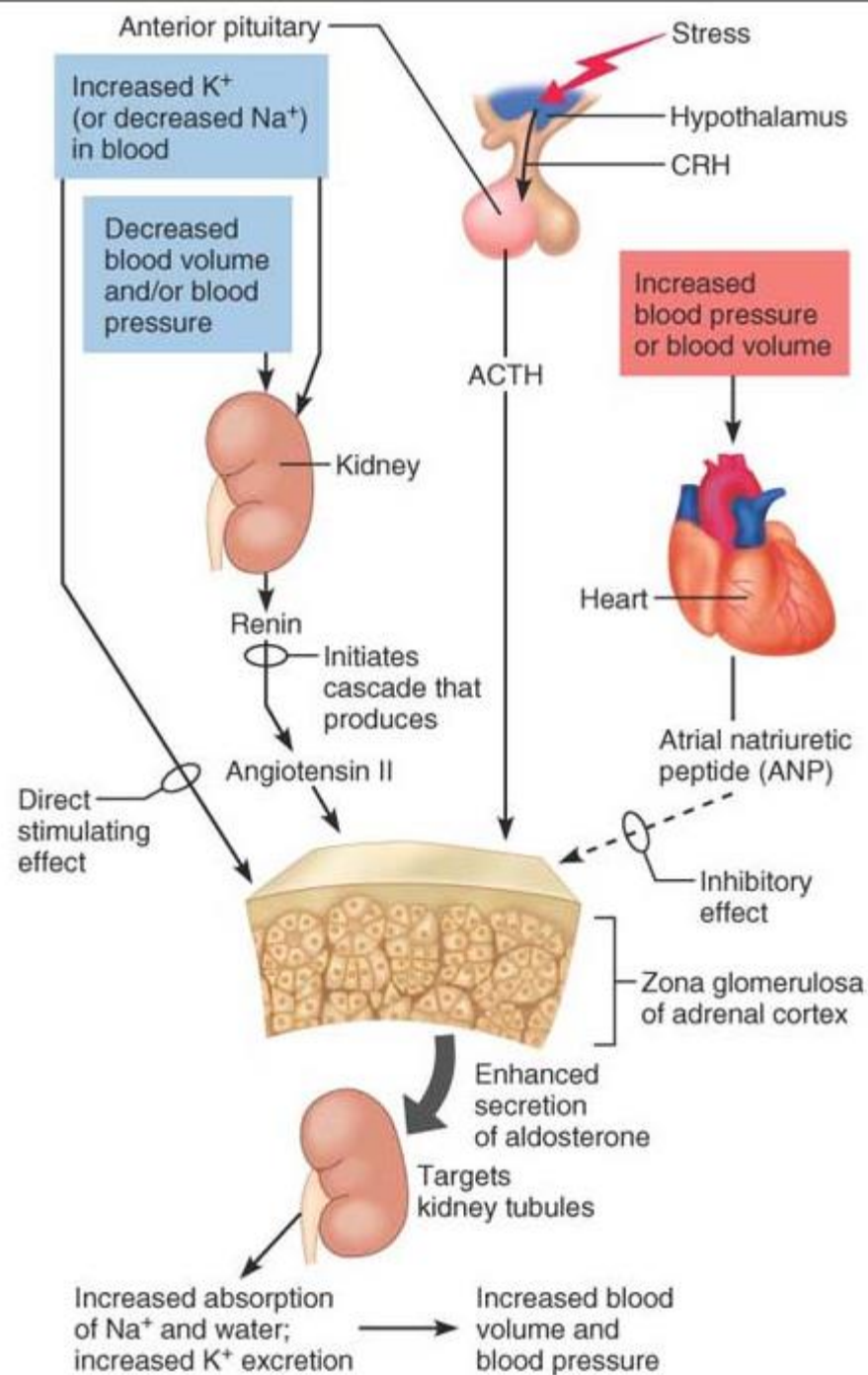
Short-term stress response

1. Increased heart rate
2. Increased blood pressure
3. Liver converts glycogen to glucose and releases glucose to blood
4. Dilation of bronchioles
5. Changes in blood flow patterns leading to decreased digestive system activity and reduced urine output
6. Increased metabolic rate

Long-term stress response

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Retention of sodium and water by kidneys2. Increased blood volume and blood pressure | <ol style="list-style-type: none">1. Proteins and fats converted to glucose or broken down for energy2. Increased blood glucose3. Suppression of immune system |
|--|--|

Contoh aldosteron



Lanjutan..

1. Mineralokortikoid (aldosteron)

- Fungsi : meningkatkan reabs. Ion Na di tubuli ginjal shg kadar Na darah naik, meningkatkan ekskresi ion K
- Regulasi: ada 2 mekanisme yi.:
 - a. Jalur Renin-Angiotensin
 - b. Melibatkan kons.ion K
- Kelainan : aldosteronisme

Lanjutan...

2. Glukokortikoid

- Ada 3 macam : hidrokortison, (kortisol, terbanyak), kortikosteron, kortison)
- Fungsi :
 - mengatur metabolisme organik dan menjamin pengadaan energi
 - memberi ketahanan tubuh terhadap stress
 - merupakan komponen antiinflamasi
- Regulasi oleh :CRH dan ACTH
- Kelainan: hipo (Addison's disease), hiper (Cushing's syndrome)

3. Gonadocorticoid

- Terdiri dari estrogen dan androgen.

- **Mineralocorticoids**

- Fungsi utamanya adalah mereabsorpsi natrium dan cairan kembali ke sirkulasi darah. Hal ini terjadi di Ginjal, Kelenjar Keringat, Kelenjar Ludah dan Saluran Usus, khususnya usus besar.
- Aldosteron meningkatkan sekresi kalium. ↑ aldosteron → hipokalemia shg paralisis otot. ↓ aldosteron → hiperkalemia shg intoksikasi jantung.
- Sekresi aldosteron diinduksi oleh kadar kalium yang tinggi dan natrium yang rendah dalam plasma serta penurunan tekanan dan volume darah.

- **Glucocorticoids:**

- ↑ glukoneogenesis dan ↓ penggunaan glukosa oleh sel shg ↑ glukosa plasma.
- ↓ sintesis protein dan simpanan protein pada sel ekstrahepatik tetapi ↑ mobilisasi protein ke dalam sel hati.
- Mobilisasi lemak dari jaringan lemak ke dalam plasma darah dan ↑ oksidasi asam lemak untuk digunakan sebagai sumber energi.

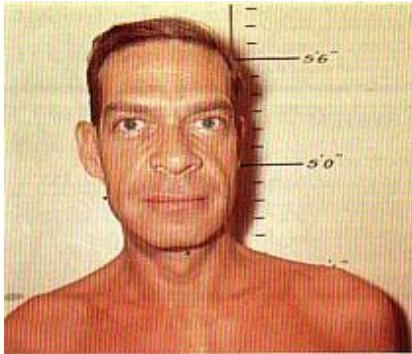
Lanjutan

- Kortisol menstimulasi stabilisasi membran lisosom.
- ↑ pada keadaan stres karena diketahui bertindak sebagai bahan anti inflamasi.
 - Stabilisasi membran lisosom shg tidak melepaskan enzim proteolitik.
 - ↓ permeabilitas kapiler shg mencegah kehilangan plasma.
 - ↓ migrasi leukosit karena menghambat pembentukan prostaglandin & leukotrien (keduanya → migrasi leukosit, ↑ permeabilitas kapiler dan vasodilatsi).
 - Menghambat sekresi IL 1 dan menghambat aktivasi limfosit T.
 - Menyebabkan limfositopenia dan ↓ eosinofil.
- Deksametason 30x > kortisol, Metil prednison 5x > kortisol, Prednison 4x > kortisol, Kortison ~ kortisol, 9α fluorokortisol > aldosteron

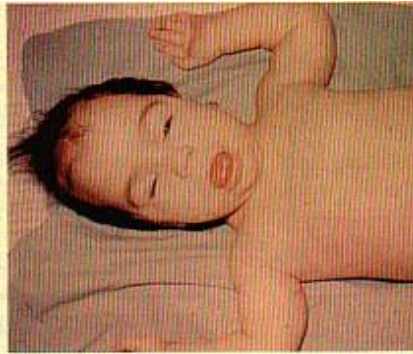
Lanjutan...

4. E dan NE :

- Fungsi :
 - bertanggung jawab terhadap respon 'fight or flight'
 - membantu memberi ketahanan terhadap stress.
- Regulasi olah : impuls yang diterima oleh hipotalamus kemudian disampaikan ke syaraf preganglionik simpatetik shg sel kromafin memprod E dan NE
- Kelainan : hiper (pheochromocytoma)



(a) *Acromegaly* results from the overproduction of growth hormone after the epiphyseal cartilages have closed. Bone shapes change, and cartilaginous areas of the skeleton enlarge. Notice the broad facial features and the enlarged lower jaw.



(b) *Cretinism*, or *congenital hypothyroidism*, results from thyroid hormone insufficiency in infancy.



(c) An enlarged thyroid gland, or *goiter*, can be associated with thyroid hyposecretion due to iodine insufficiency in adults.



(d) *Addison's disease* is caused by hyposecretion of corticosteroids, especially glucocorticoids. Pigment changes result from stimulation of melanocytes by ACTH, which is structurally similar to MSH.



(e) *Cushing's disease* is caused by hypersecretion of glucocorticoids. Lipid reserves are mobilized, and adipose tissue accumulates in the cheeks and at the base of the neck.

Pancreas

- Histologi : terdiri atas 3 macam sel : alfa (sekresi hormon glukagon), beta (h.insulin), delta (h.somatostatin)

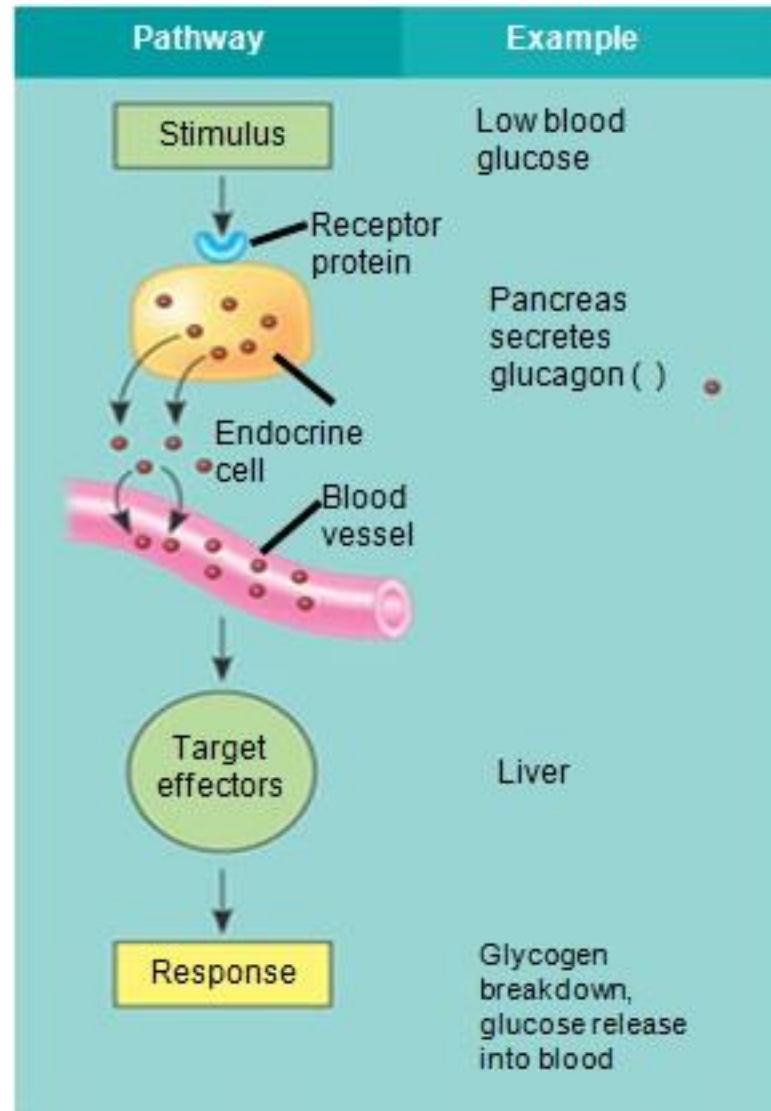
1. Glukagon

- Fungsi : meningkatkan kadar gula darah
- Regulasi oleh : kadar gula darah

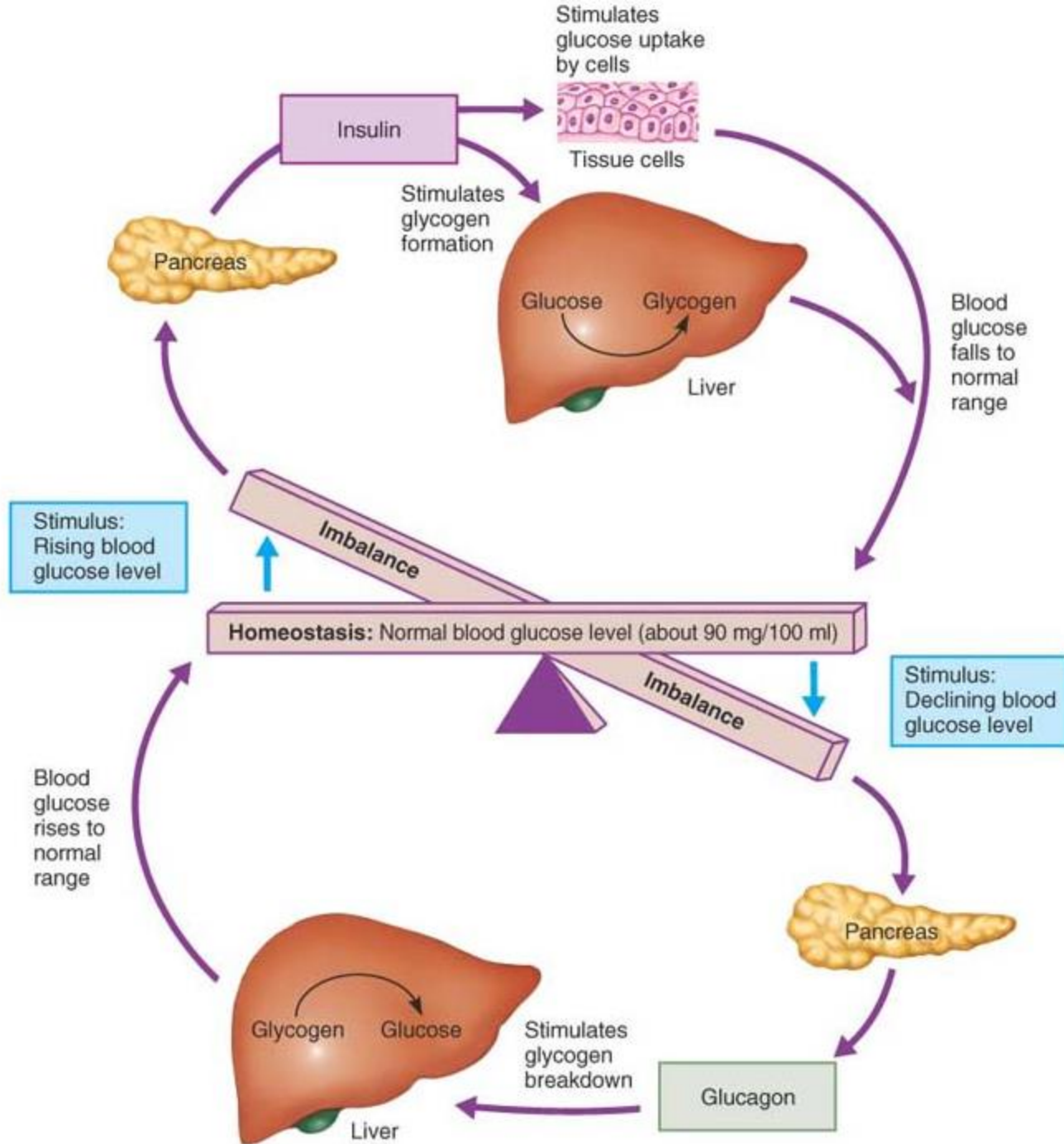
2. Insulin

- Fungsi : menurunkan kadar gula darah
- Regulasi oleh : kadar gula darah
- Hormon lain yang mempengaruhi prod.insulin (stimulasi): hGH, ACTH, H.sal.cerna (gastrin,skretin, kolesistokinin, gastric inhibitory peptide) ; (inhibisi): GHIH.
- Kelainan : hipo (DM), hiper (hipoglikemia)

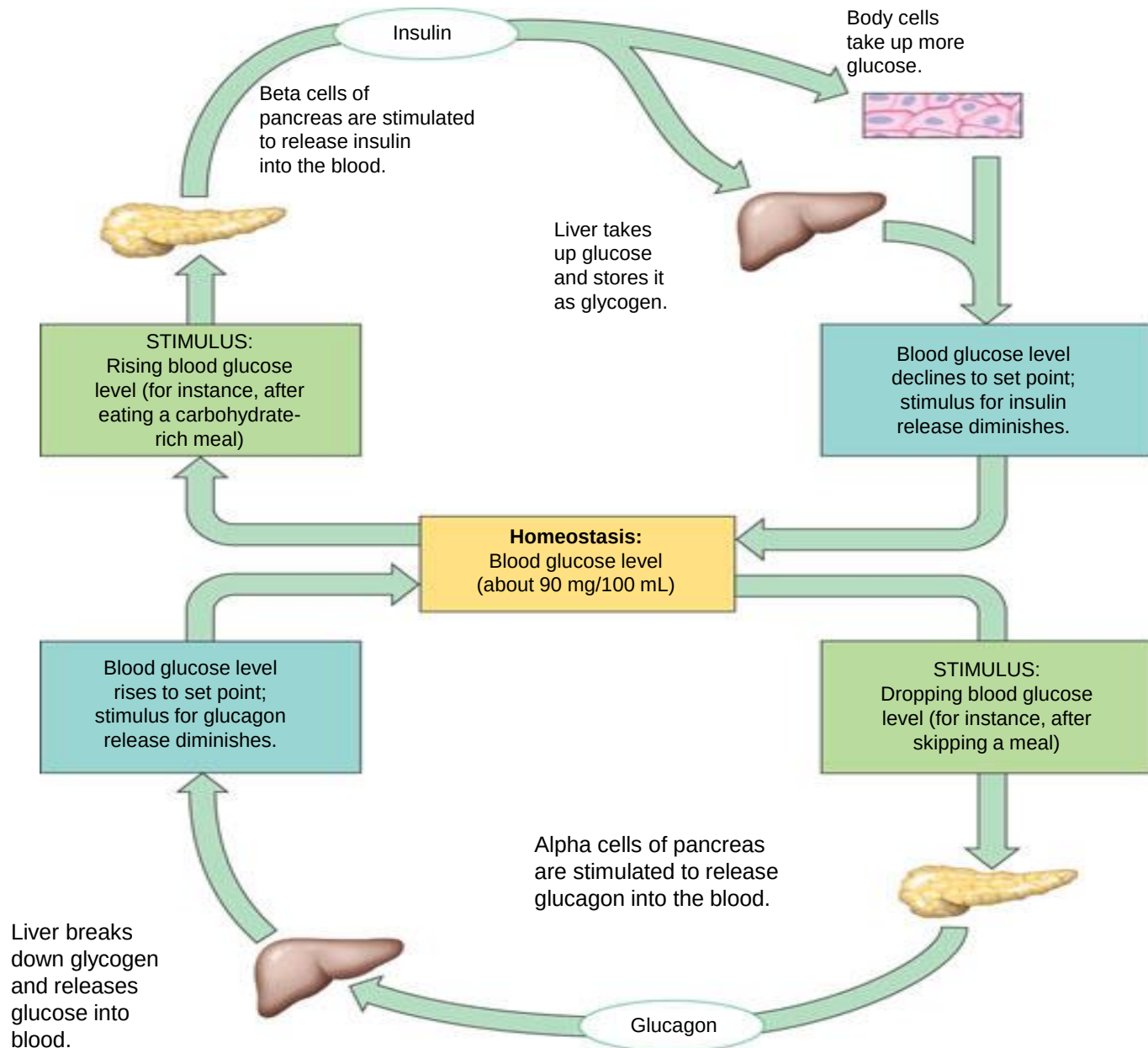
Regulasi sekresi insulin



(a) Simple endocrine pathway



- Maintenance of glucose homeostasis



Ovaries

- 1 pasang, oval, di rongga panggul.
- Memproduksi hormon :
 1. Estrogen dan progesteron
 - Fungsi : mengatur siklus menstruasi, memelihara kehamilan, mempersiapkan kelenjar susu utk laktasi
 2. Relaksin
 - Fungsi : merelaksasi tulang pubis dan membantu membebaskan leher uterin saat partus.
 3. Inhibin
 - Fungsi : menghambat sekresi FSH dan LH selama akhir masa siklus menstruasi.

Testes

- 1 pasang, oval, di dalam scrotum
- memproduksi hormon : testosteron dan inhibin

1. Testosteron

- Fungsi : stimulasi perkembangan dan pemeliharaan sifat seksual pria.

2. Inhibin

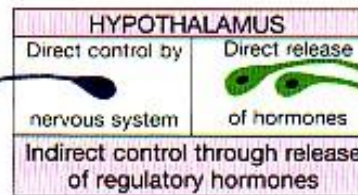
- Fungsi : menghambat sekresi FSH

Kelenjar Pineal (Ephiphysis Cerebri)

- Mensekresi hormon melatonin dan adrenoglomerulotropin, juga NE, serotonin, histamin, GnRH dan GABA.
1. Melatonin : menghambat aktivitas reproduksi dengan cara menghambat h.gonadotropin.
 2. Adrenoglomerulotropin : menstimulasi korteks adrenal utk sekresi aldosteron.

REVIEW

- Endocrine Pathway
- Fungsi utama masing-masing hormon yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin



ACTH	Adrenocorticotrophic hormone
TSH	Thyroid-stimulating hormone
GH	Growth hormone
PRL	Prolactin
FSH	Follicle-stimulating hormone
LH	Luteinizing hormone
MSH	Melanocyte-stimulating hormone
ADH	Antidiuretic hormone

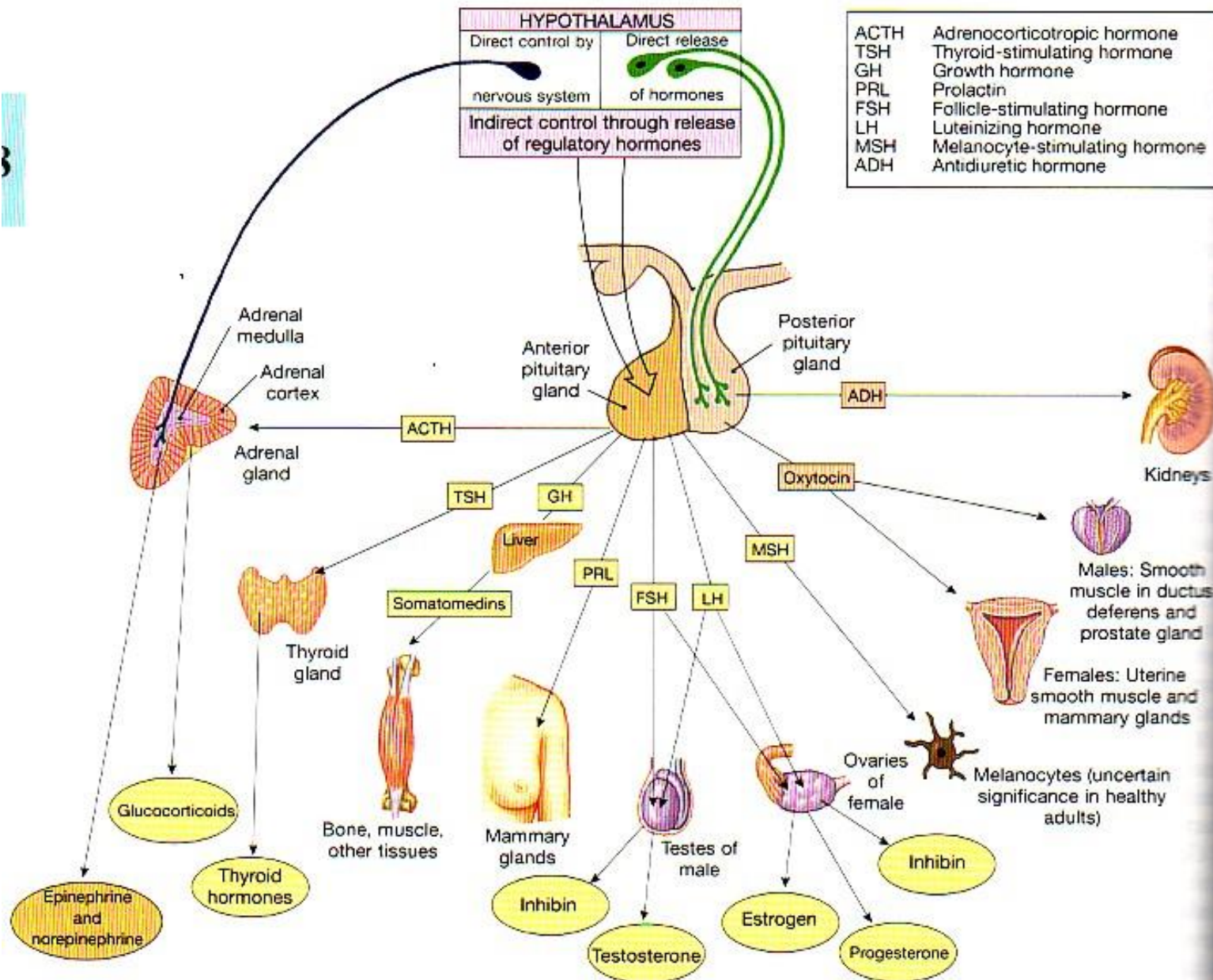


Table 45.1 Major Human Endocrine Glands and Some of Their Hormones

Gland		Hormone	Chemical Class	Representative Actions	Regulated By
Hypothalamus		Hormones released from the posterior pituitary and hormones that regulate the anterior pituitary (see below)			
Pituitary gland Posterior pituitary (releases neuro-hormones made in hypothalamus) Anterior pituitary		Oxytocin	Peptide	Stimulates contraction of uterus and mammary gland cells	Nervous system
		Antidiuretic hormone (ADH)	Peptide	Promotes retention of water by kidneys	Water/salt balance
		Growth hormone (GH)	Protein	Stimulates growth (especially bones) and metabolic functions	Hypothalamic hormones
		Prolactin (PRL)	Protein	Stimulates milk production and secretion	Hypothalamic hormones
		Follicle-stimulating hormone (FSH)	Glycoprotein	Stimulates production of ova and sperm	Hypothalamic hormones
		Luteinizing hormone (LH)	Glycoprotein	Stimulates ovaries and testes	Hypothalamic hormones
		Thyroid-stimulating hormone (TSH)	Glycoprotein	Stimulates thyroid gland	Thyroxine in blood; hypothalamic hormones
Thyroid gland		Triiodothyronine (T ₃) and thyroxine (T ₄)	Amine	Stimulate and maintain metabolic processes	TSH
		Calcitonin	Peptide	Lowers blood calcium level	Calcium in blood
Parathyroid glands		Parathyroid hormone (PTH)	Peptide	Raises blood calcium level	Calcium in blood

Gland		Hormone	Chemical Class	Representative Actions	Regulated By
Pancreas		Insulin	Protein	Lowers blood glucose level	Glucose in blood
		Glucagon	Protein	Raises blood glucose level	Glucose in blood
Adrenal glands					
Adrenal medulla		Epinephrine and norepinephrine	Amine	Raise blood glucose level; increase metabolic activities; constrict certain blood vessels	Nervous system
Adrenal cortex		Glucocorticoids	Steroid	Raise blood glucose level	ACTH
		Mineralocorticoids	Steroid	Promote reabsorption of Na and excretion of K ⁺ in kidneys	K ⁺ in blood
Gonads					
Testes		Androgens	Steroid	Support sperm formation; promote development and maintenance of male secondary sex characteristics	FSH and LH
Ovaries		Estrogens	Steroid	Stimulate uterine lining growth; promote development and maintenance of female secondary sex characteristics	FSH and LH
		Progesterone	Steroid	Promotes uterine lining growth	FSH and LH
Pineal gland		Melatonin	Amine	Involved in biological rhythms	Light/dark cycles

Latihan Soal

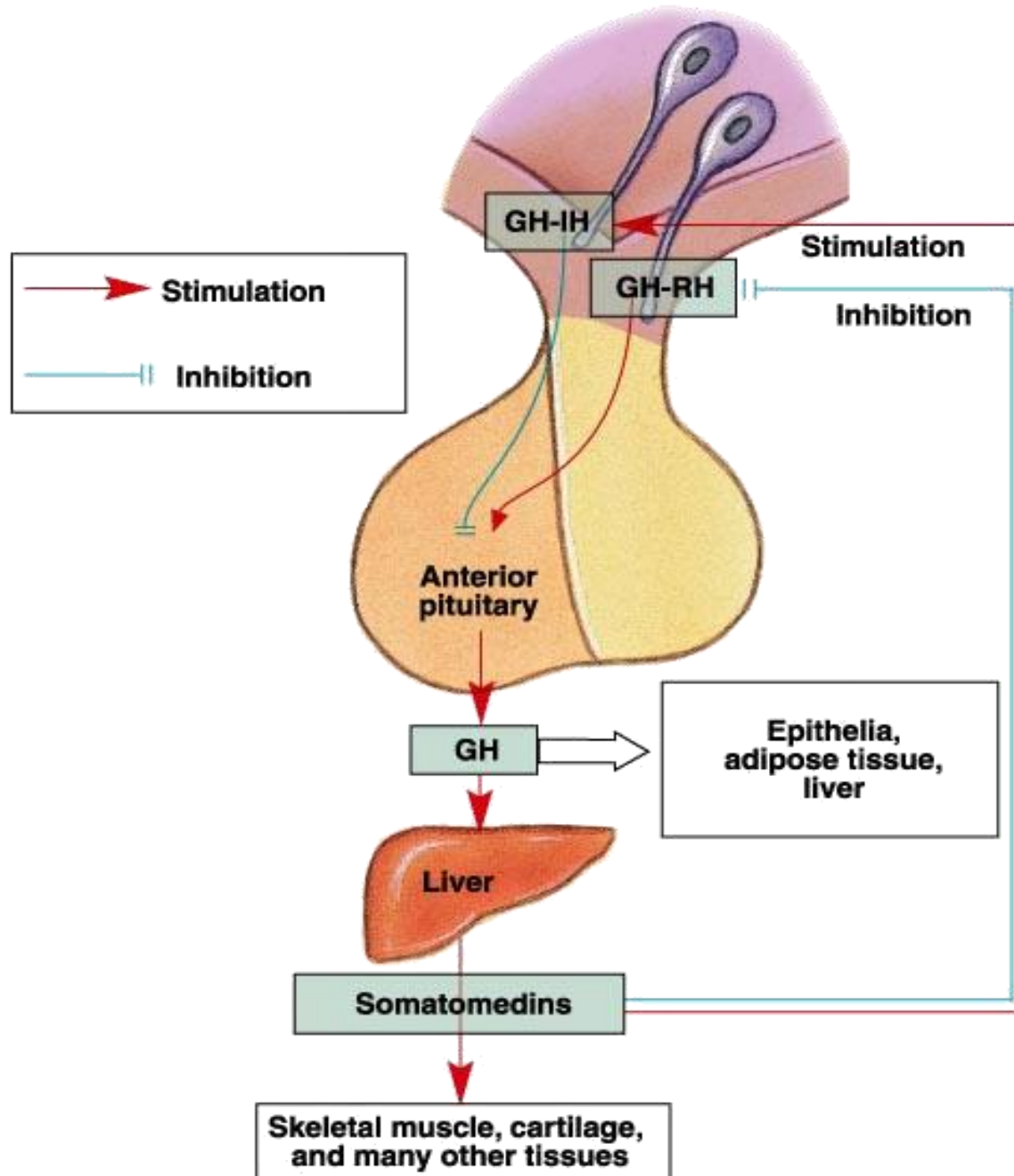
1. Sebutkan hormon yang sekresinya di pengaruhi oleh RH/RF
2. Sebutkan hormon yang mempengaruhi kelenjar endokrin lain (hormon tropik)
3. Sebutkan hormon yang diregulasi secara umpan balik negatif.
4. Sebutkan hormon yang diregulasi secara umpan balik positif.
5. Sebutkan hormon yang sekresinya tidak dipengaruhi oleh SSP baik langsung maupun tidak langsung.

6. Sebutkan hormon yang termasuk steroid dan dimana letak reseptor hormon tersebut.
7. Sebutkan apa penyebab gejala-gejala dibawah ini:
 - a. Diabetes insipidus
 - b. Cretinism
 - c. Gigantism
 - d. Acromegaly
 - e. Diabetes Melitus
 - f. Aldosteronism
 - g. Cushing's syndrome

8. Pada kelenjar apakah hormon-hormon ini disekresi?

- a. ADH
- b. Tiroksin
- c. Kortisol
- d. esterogen
- e. testosteron
- f. Oksitosin
- g. somatomedin
- h. epinefrin
- i. kalsitonin
- j. GnRH
- k. Melatonin

9. Jelaskan apa yang dimaksud dengan feedback positif dalam pengaturan sekresi hormon. Berikan 1 contoh hormon yang diatur secara positive feedback control, jelaskan.
10. “idem no.9 tetapi untuk negative feedback control”
11. Apa beda komunikasi sel pada sistem syaraf dan sistem endokrin.



- SELESAI

