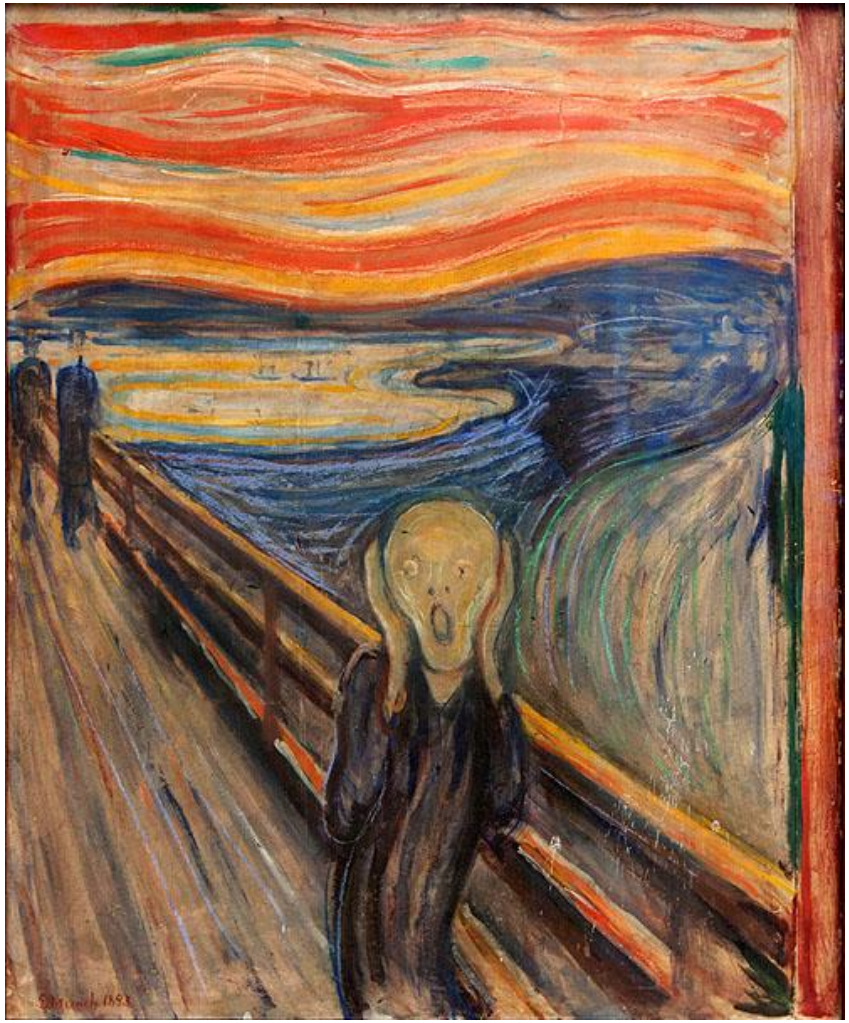
第十七章　內分泌系統



內分泌腺

- 人體含有兩類腺體：
  - **外分泌腺(exocrine gland)為有管腺**，可藉導管將分泌物送入體腔器官的空腔或身體表面。
  - **內分泌腺(endocrine gland)為無管腺**，可將產物(激素)分泌到腺體細胞周圍的細胞間隙，之後入微血管血液中而送往標的器官。
  - 內分泌腺組成了內分泌系統，如圖17-1。

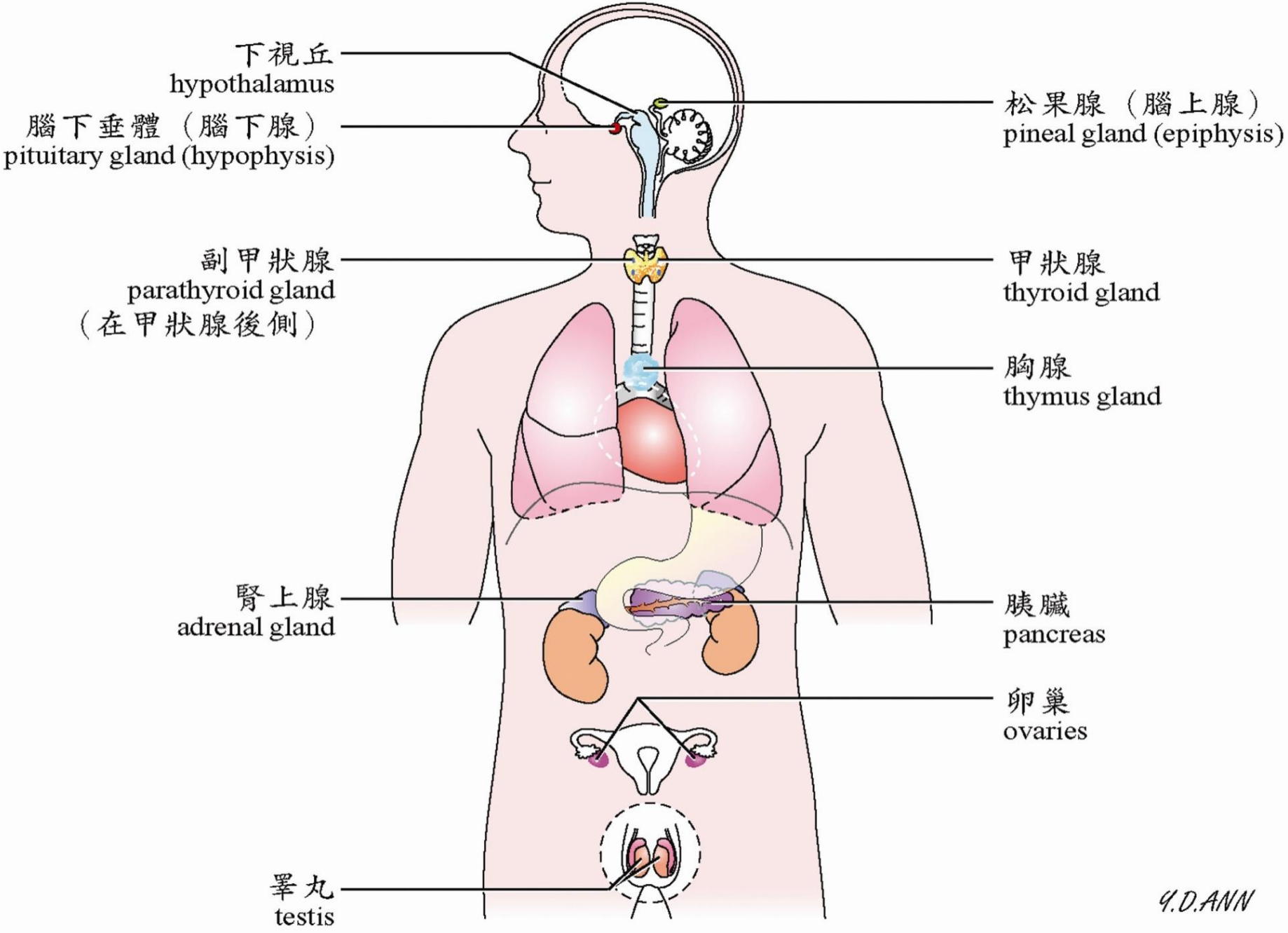
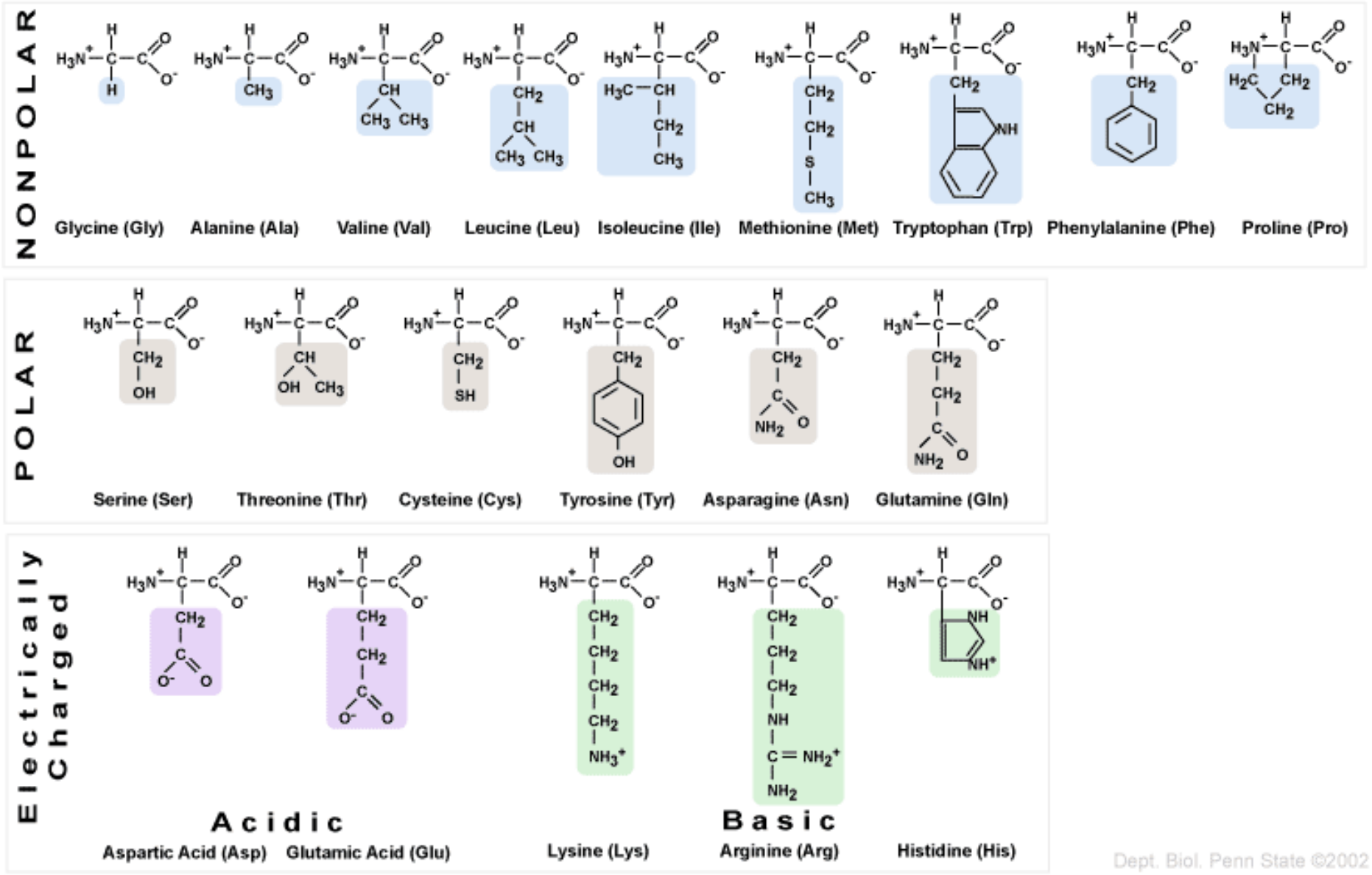
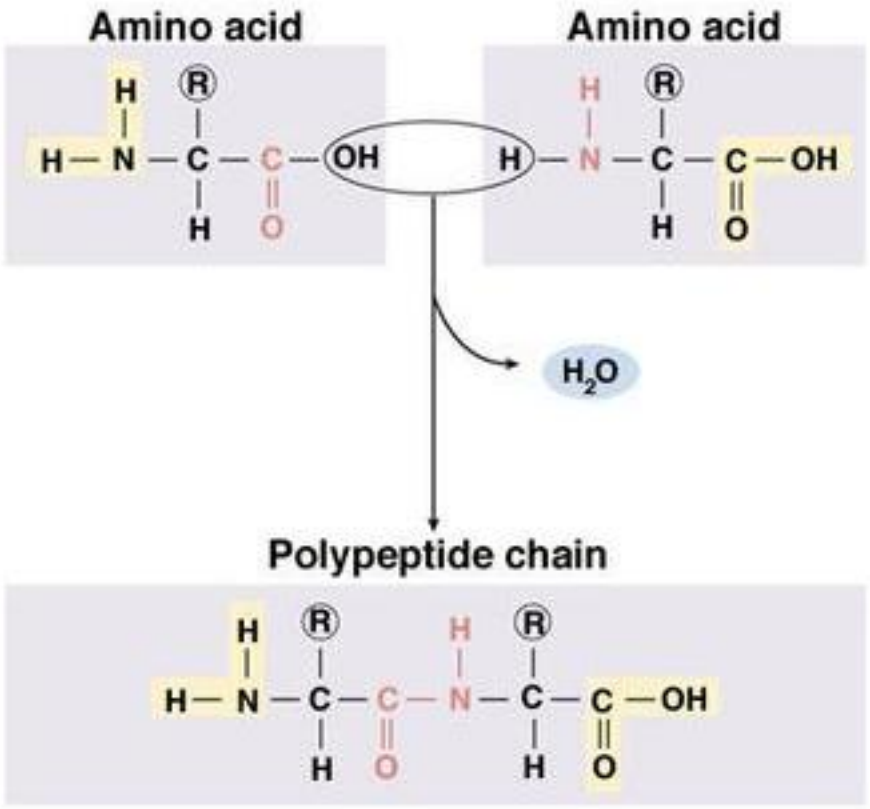


圖 17-1　內分泌系統的器官位置圖

胺基酸、胜肽與蛋白質



Dept. Biol. Penn State ©2002


Amino acid
Amino acid
H
R
H — N — C — C — OH
H
O
H
R
H — N — C — C — OH
H
O
H2O
Polypeptide chain
H
R
H
R
H — N — C — C — N — C — C — OH
H
O
H
O

細胞膜的組成

細胞膜:
外層極性
內層非極性

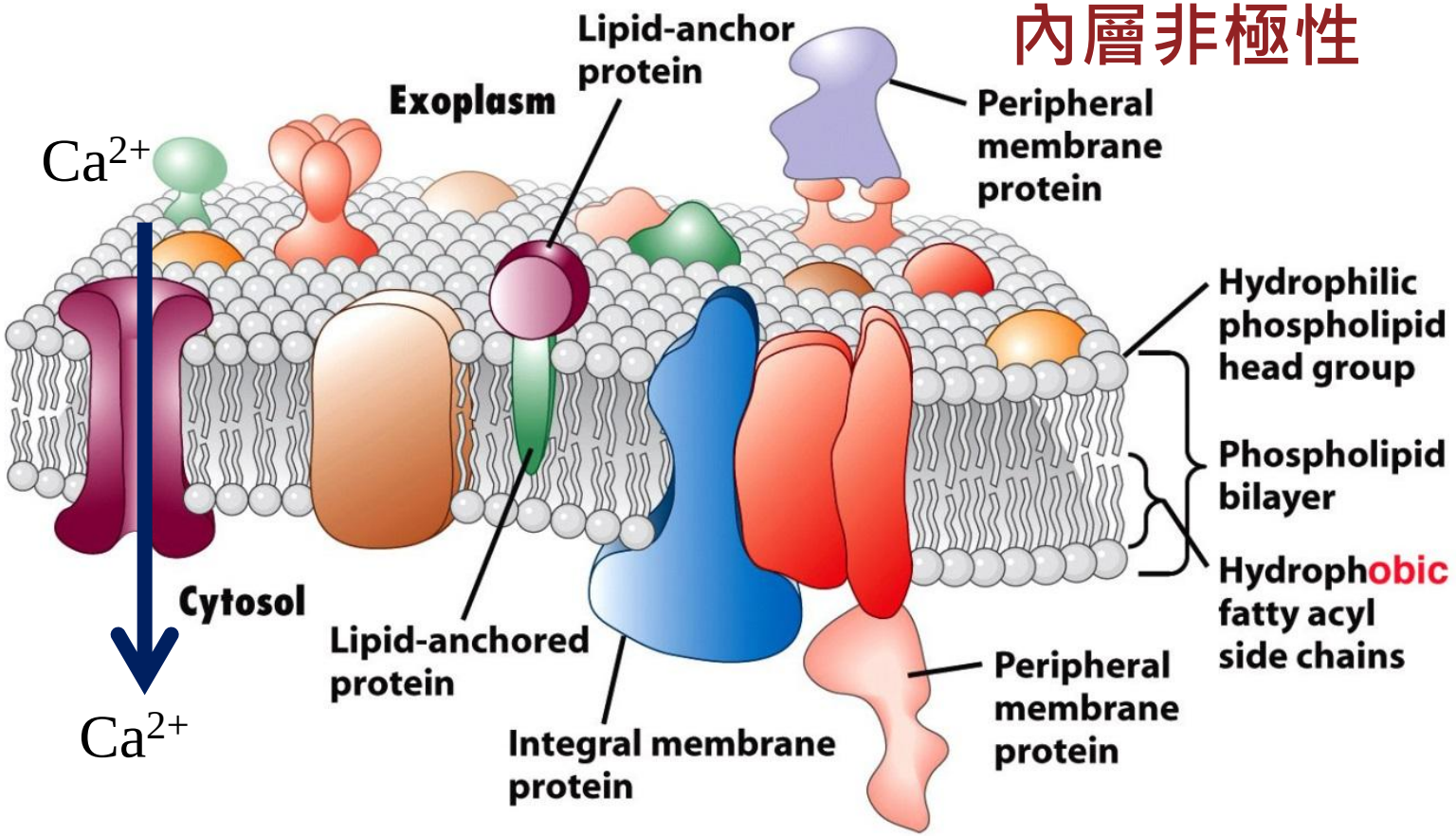
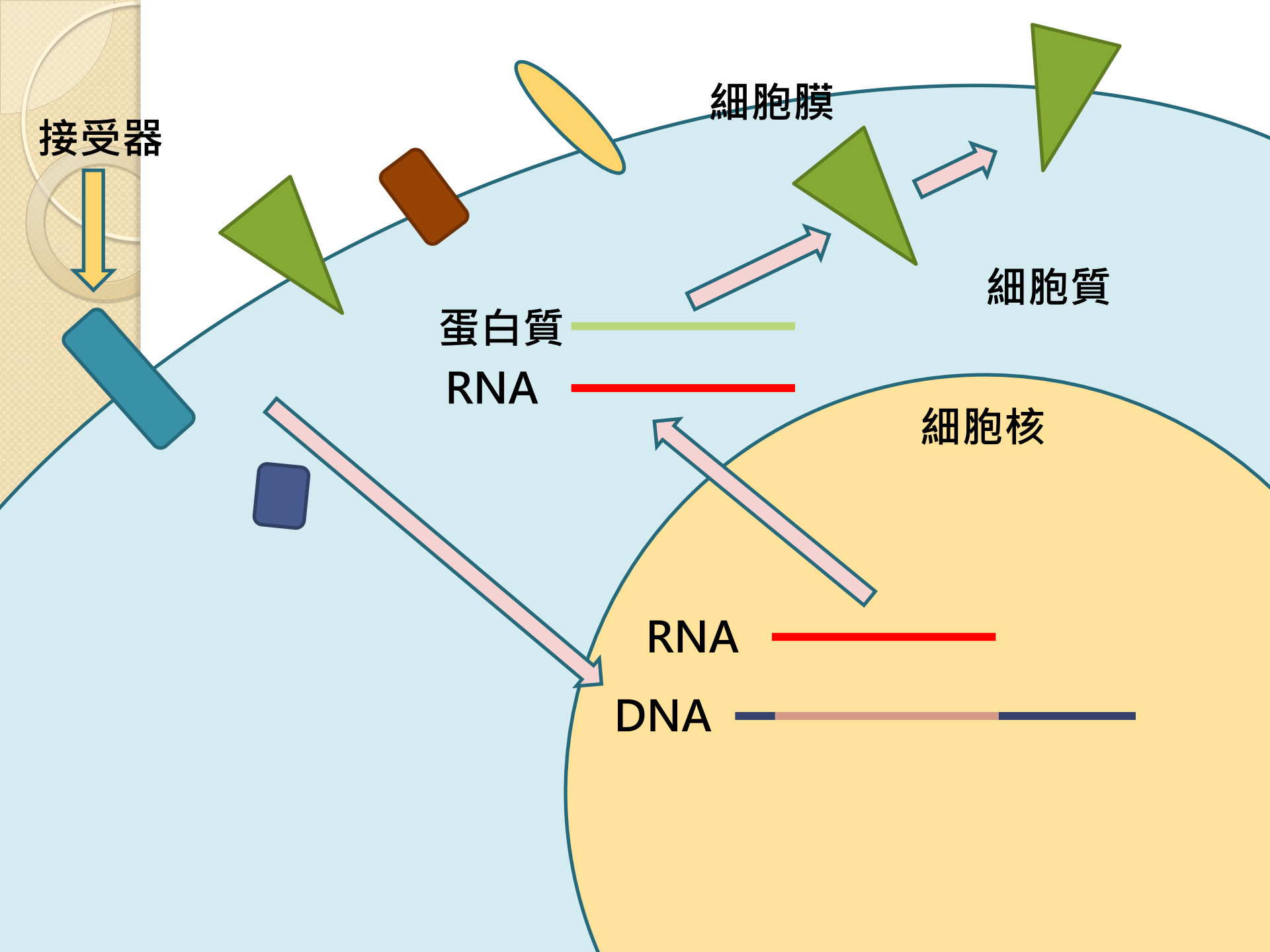


Figure 10-1
Molecular Cell Biology, Sixth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

極性溶於極性、非極性溶於非極性

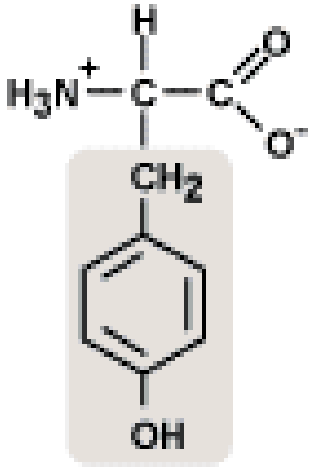

接受器
細胞膜
細胞質
蛋白質
RNA
細胞核
RNA
DNA

激素

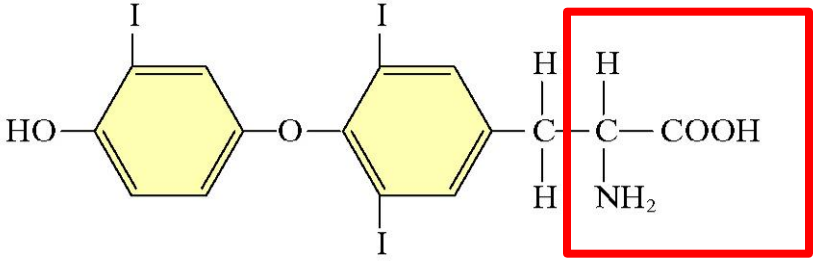
- (一)激素的種類

I.胺類(amines)：

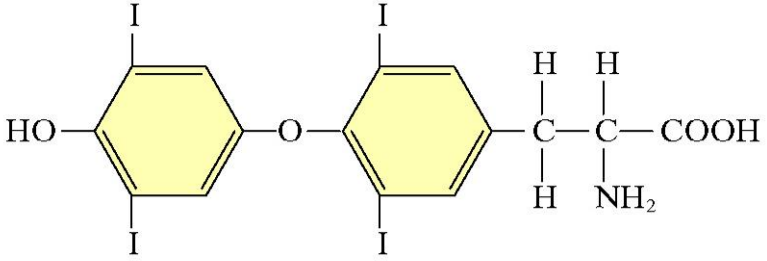
- 是由**氨基酸**構造最簡單的激素分子



Tyrosine (Tyr)

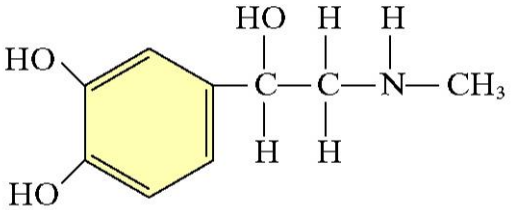


三碘甲狀腺素
triiodothyronine; T_3

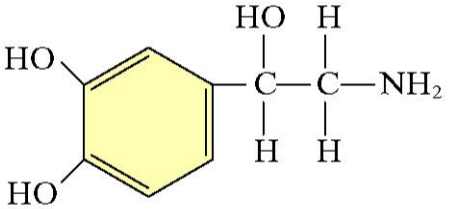


四碘甲狀腺素
tetraiodothyronine or thyroxine; T_4

①胺類



腎上腺素
epinephrine



正腎上腺素
norepinephrine; NE

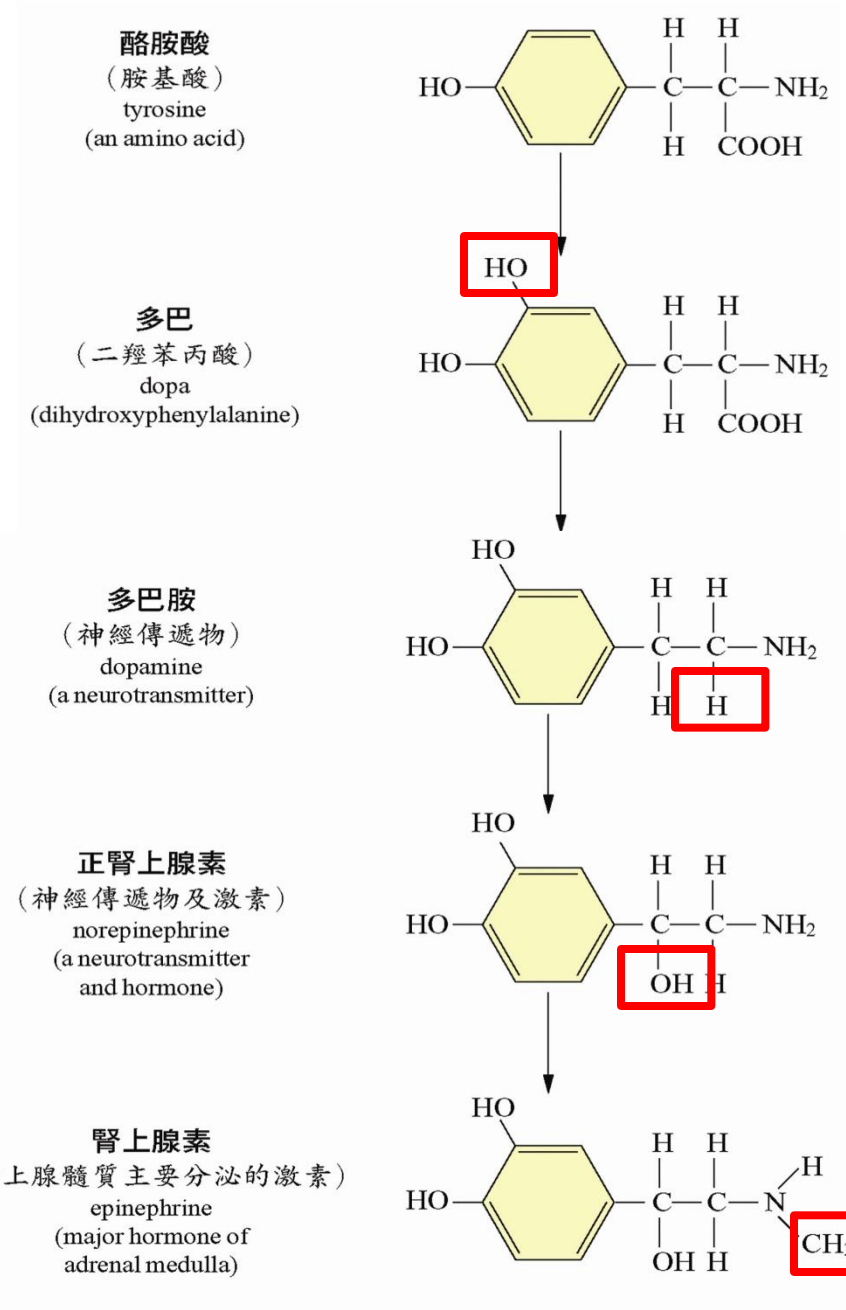
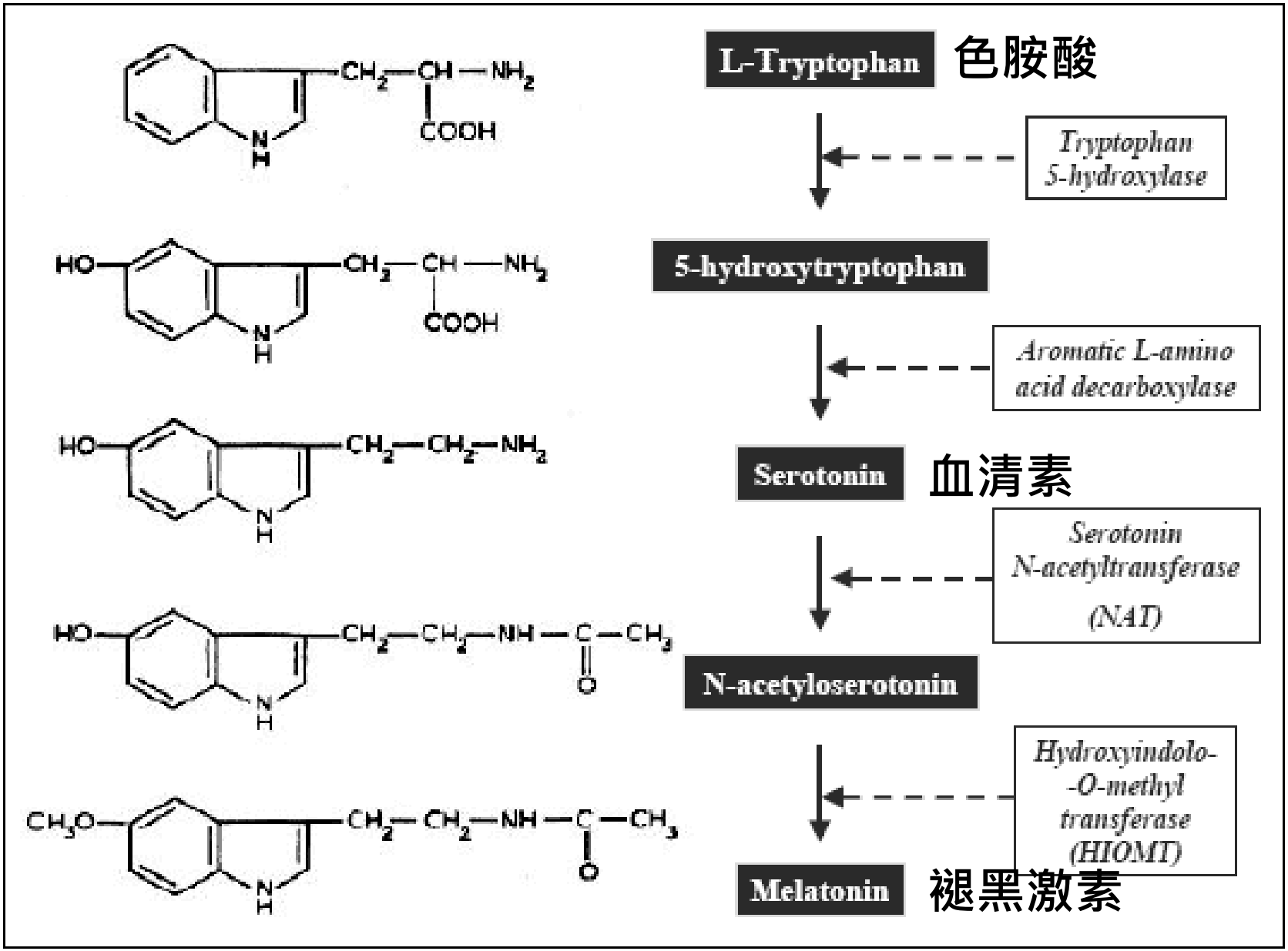


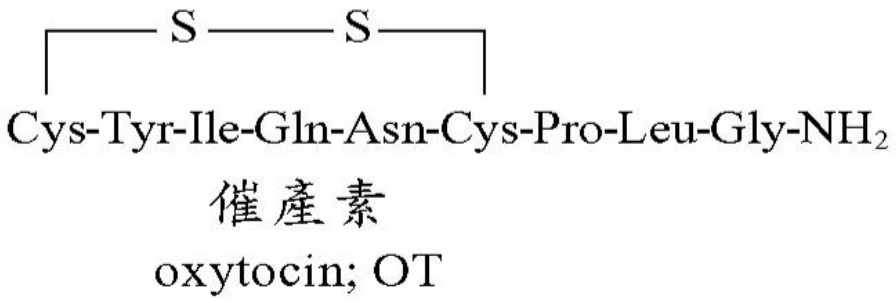
圖 8-15　兒茶酚胺類（catecholamines）

褪黑激素 (melatonin)



- 2.蛋白質與胜肽類(proteins and peptides)：
  - 是由**氨基酸鏈**所組成，與胺類激素皆屬水溶性

胺基酸數目 >100 : 蛋白質類: 生長激素 (191 aa)
胺基酸數目 <100 : 胜肽類: 抗利尿激素 (9 aa)



②蛋白質與胜肽類

- 3.類固醇類(steroids)：
  - 是由**膽固醇**衍生而來，為**脂溶性**，在平滑內質網內製造

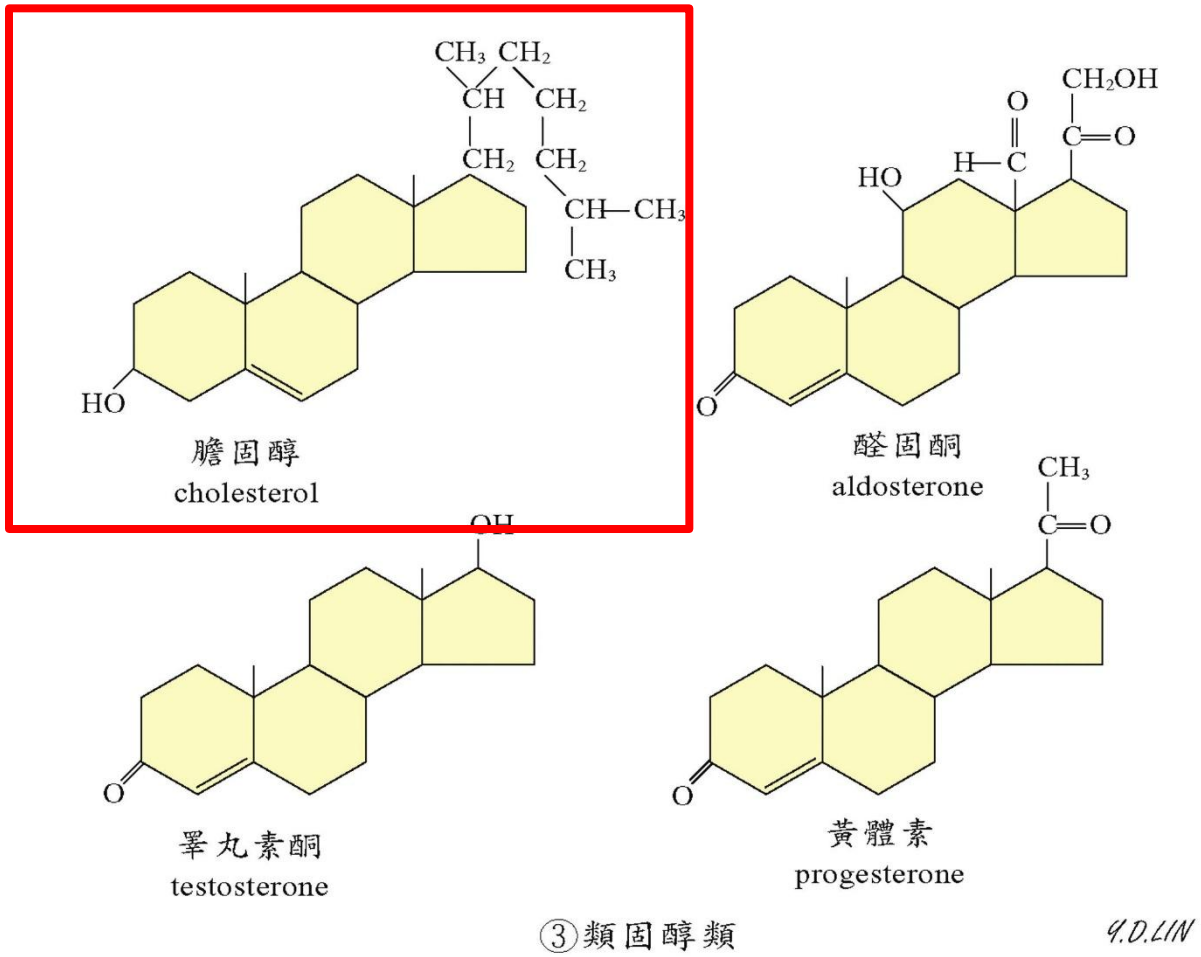


圖 17-2　代表性激素的化學構造

表 17-1　激素的種類與化學特性比較

比較項目 \ 激素種類	胺　類	蛋白質與胜肽類	類固醇類
製造器官	腎上腺髓質 甲狀腺 松果腺	腦下垂體前葉、下視丘、甲狀腺、副甲狀腺、胰臟與其他內分泌腺	睪丸、卵巢 腎上腺皮質 胎盤
溶解特性	水溶性	水溶性	脂溶性
激素名稱	Norepinephrine Epinephrine T_3、T_4* Melatonin	GH、TSH、ACTH…等 GHRF、TRF、CRF、PRF、 OT、ADH 等 CT、PTH、Insulin	Testosterone Estrogen Progesterone Cortisol Aldosterone Androgen
作用機轉	傳訊作用	傳訊作用	基因作用

註：T_3 和 T_4 為脂溶性激素，作用機轉為基因作用，而非傳訊作用。

(二)激素的生理作用機轉

- 接受器(Receptor)
  - 接受器幾乎全是大分子蛋白質，具專一特異性，會辨認特定激素，只與單一激素結合。

Lock & Key

水溶性激素之傳訊作用

- 水溶性激素(T3，T4除外)較**不易通過細胞膜**，需由傳訊者來執行，故作用較慢。
- 通常水溶性激素為**第一傳訊者**(first messenger)，需與標的細胞之漿膜上的本體蛋白接受器結合，才能將訊息傳至此標的細胞。

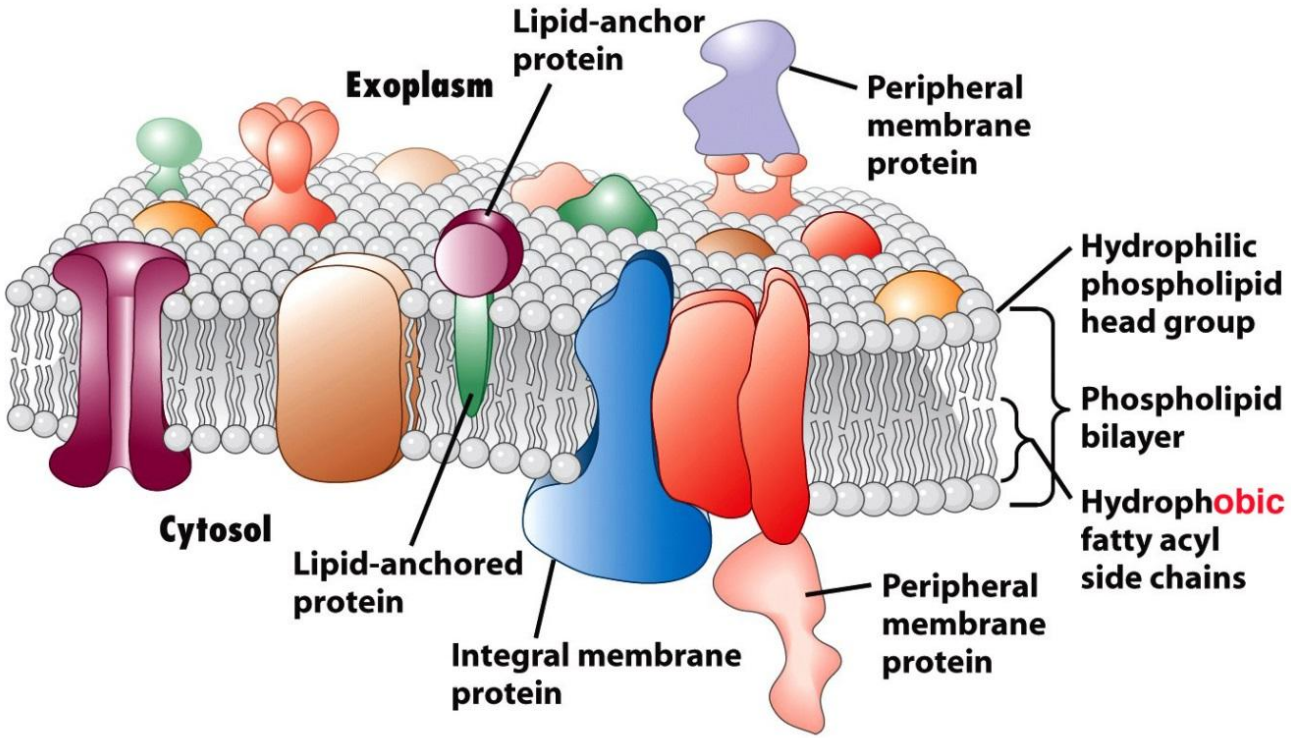
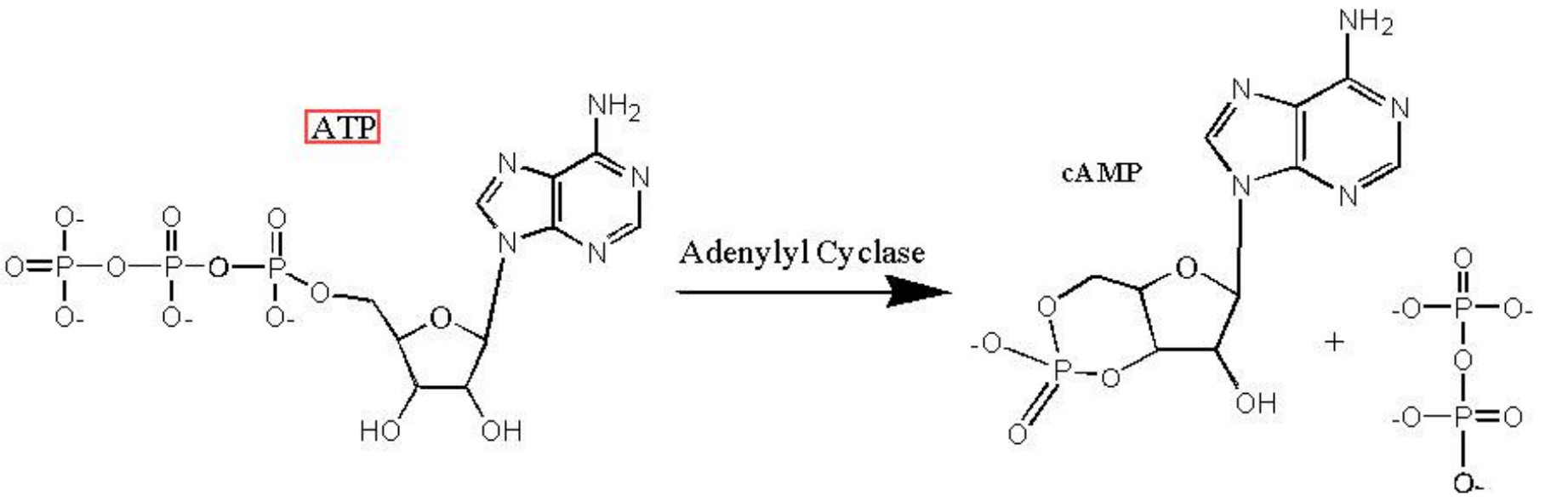


Figure 10-1
Molecular Cell Biology, Sixth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

第二傳訊者: c-AMP

- 只要激素與特定的接受器接合，即可活化漿膜上的環腺苷酶(adenylate cyclase)，將細胞質內的ATP轉變成環腺苷酸(c-AMP)，由此環腺苷酸作為**第二傳訊者**來活化細胞內的代謝過程



ATP: Adenosine TriPhosphate

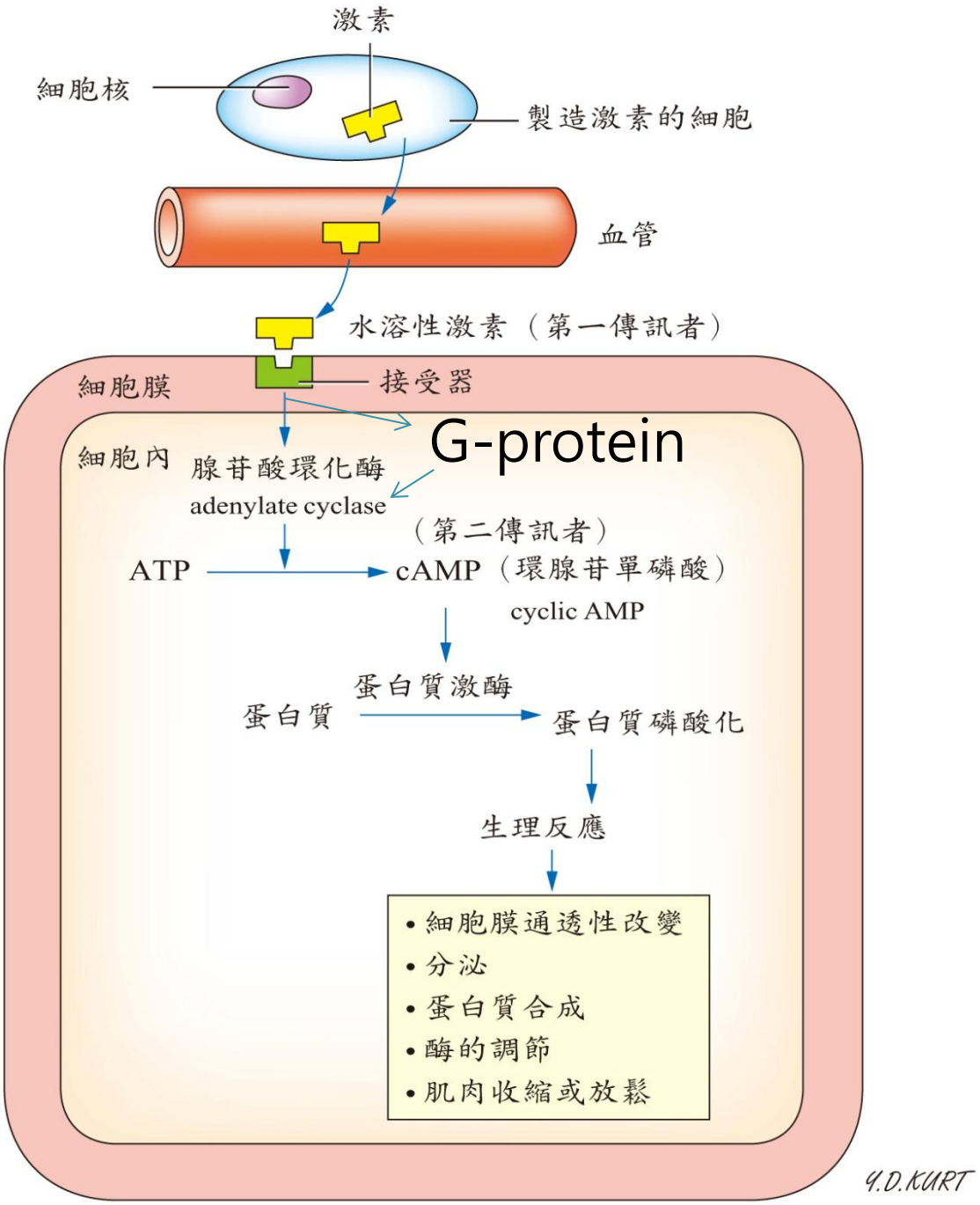
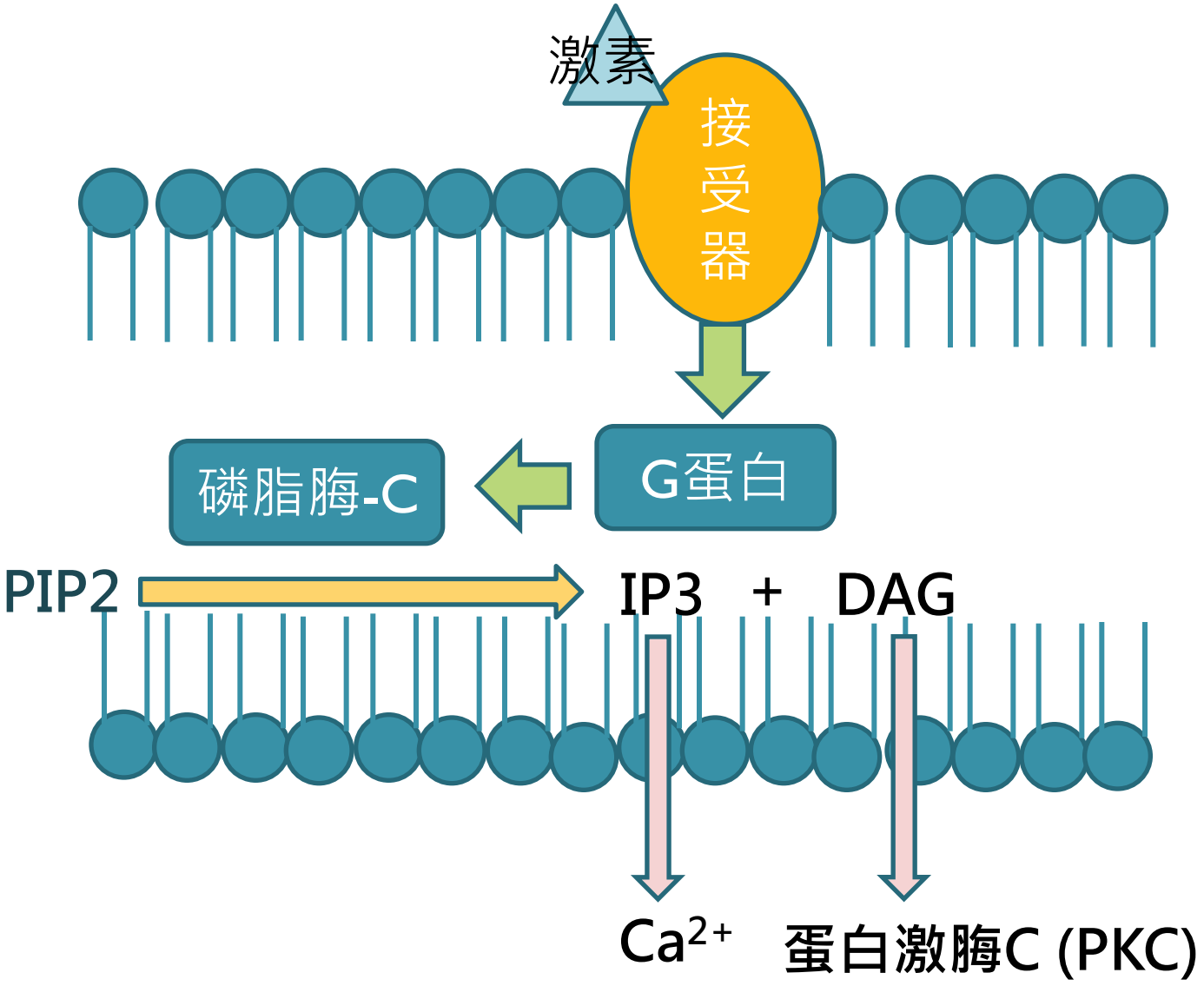
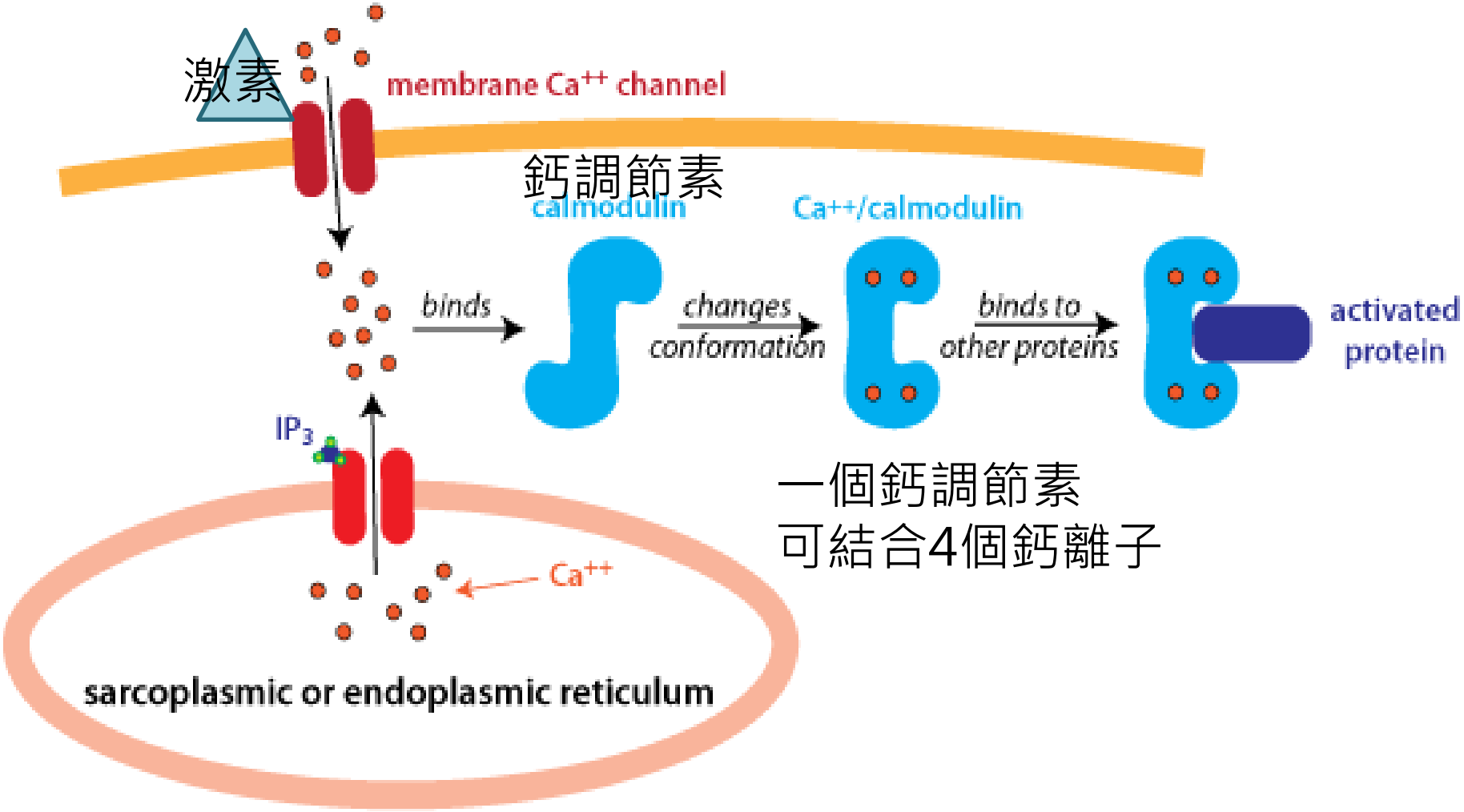


圖 17-3　激素與漿膜接受器的相互作用，以增加環化酶之合成

第二傳訊者:IP3、DAG



第二傳訊者: 鈣



一個鈣調節素
可結合4個鈣離子

- 激素功能
  - 1.可促使細胞膜通透性的增加。
  - 2.增加細胞的分泌作用
  - 3. 增加細胞內蛋白質的合成。
  - 4. 增加細胞內酵素的活性。
  - 5. 促使肌細胞收縮或放鬆。

類固醇與甲狀腺激素的基因作用

脂溶性

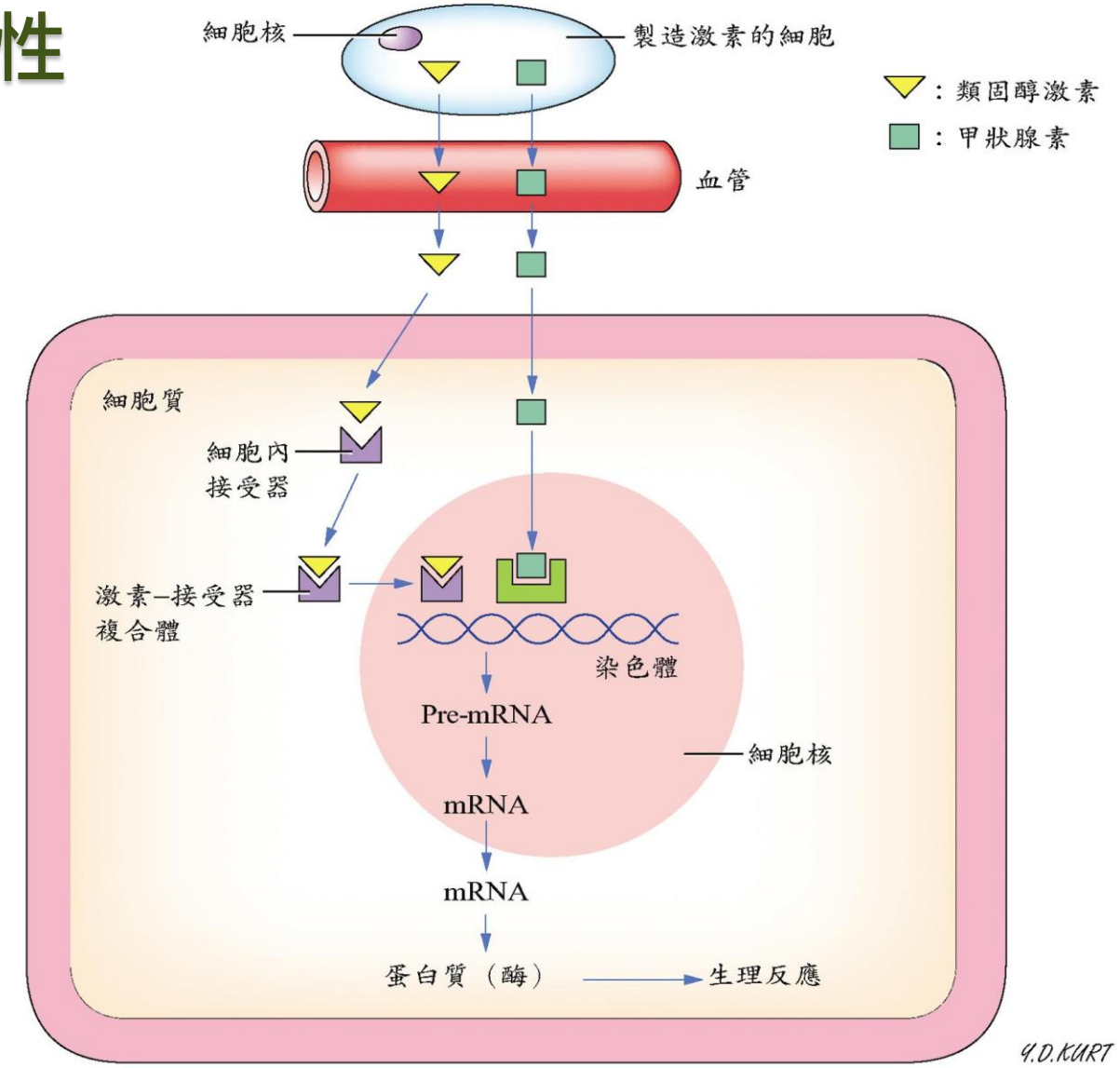


圖 17-4　受類固醇激素作用而將基因活化

(三)激素分泌的調節

- 正迴饋系統(Positive Feedback System)
  - 若身體產生的反應加強了當初的刺激因子，即為正迴饋。
  - 動情素(estrogen)在排卵前會以正迴饋的方式促進黃體生成素(LH)的大量分泌，導致排卵、黃體的形成及動情素的持續增加。
  - 催產素(OT)促使子宮收縮，於子宮頸擴張時，其分泌量會再增加。

- 負迴饋系統(Negative Feedback System)
  - 若身體產生的反應可抵消當初的刺激因子，即為負迴饋。
    - 1.激素的分泌調節不直接受神經系統的參與。
    - 2.激素的分泌調節直接受神經系統的參與。
    - 3.下視丘釋放的釋放因子及抑制因子可控制調節垂體前葉激素的分泌。

問題

- 1.下列何種激素對細胞的作用不是經由G-protein的訊息傳導路徑所產生？(A)促腎上腺皮質激素(ACTH)　(B)皮質醇(cortisol)　(C)昇糖素(glucagon)　(D)副甲狀腺素(PTH)
- 2.下列何者不是水溶性激素在細胞內的第二訊息傳導物(secondary messenger)？(A)鈣離子(Ca^{2+})　(B)鈉離子(Na^{+})　(C)環腺苷酸(cAMP)　(D)三磷酸肌醇(IP_3)。(96.二技)
- 3.下列那一種激素屬於胺類激素(amine hormones)？(A)甲狀腺素(thyroxine)　(B)動情素(estrogen)　(C)甲促素(TSH)　(D)甲釋素(TRH)。(99.7.高)
- 4.胰島素主要是結合到位於細胞何處之受體？(A)細胞膜　(B)細胞質　(C)粒線體　(D)細胞核。(03.7.高)
- 5.下列何種激素的作用必須經由第二傳訊者(second messenger)達成？(A)醛固酮　(B)睪固酮　(C)甲狀腺素　(D)腎上腺素。(02.二技)

腦下腺

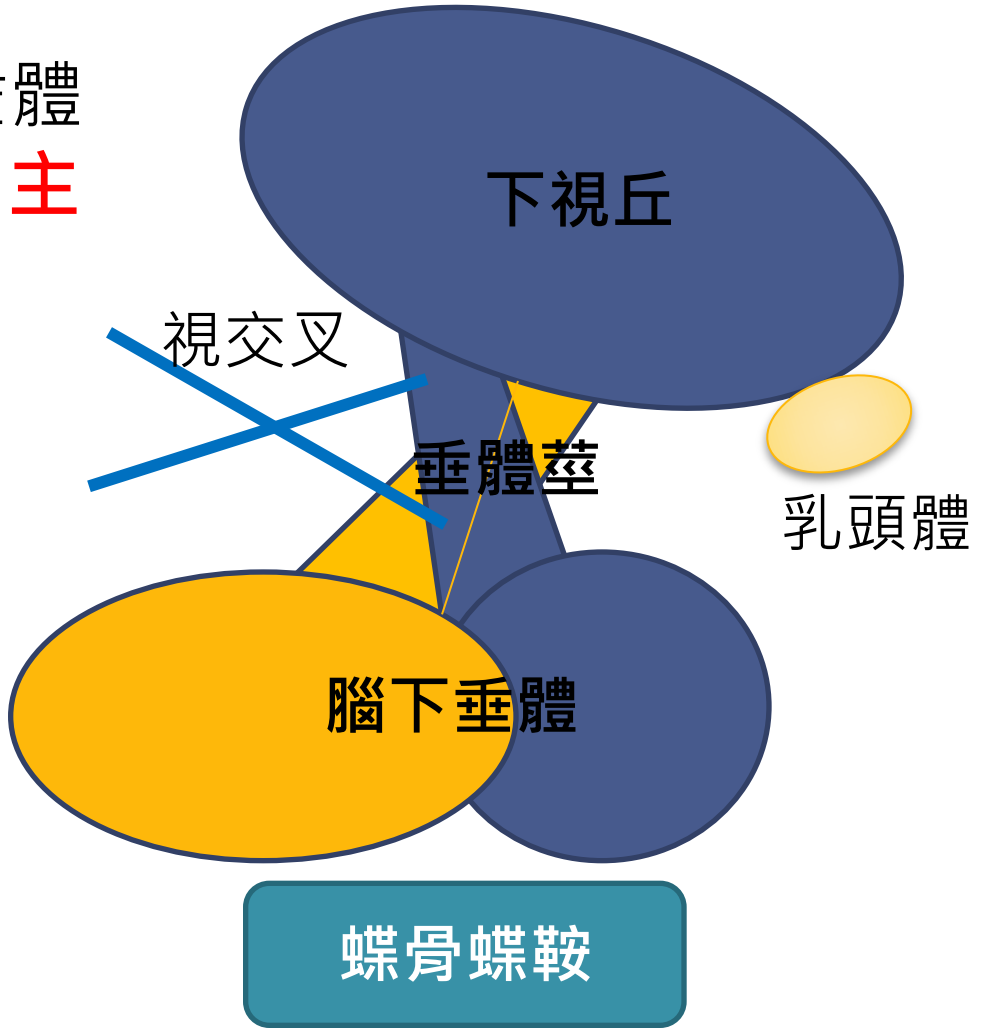
- (一)大體解剖
  - 腦下腺又稱為腦下垂體(hypophysis)，有「**主腺**」之稱。

前葉: 腺體部

- 口咽的延伸
- 外胚層

後葉: 神經部

- 下視丘延伸
- 外胚層



- 1.前葉(anterior lobe)：佔垂體總重量的75%，形成垂體的腺體部，有**垂體門靜脈**連接垂體**前葉**與**下視丘**。

  門脈系統: 連接微血管-微血管
  下視丘分泌的激素可經垂體門脈調控前葉

- 2.中間部(pars intermedia)：位在垂體的前後葉之間，血管極少，其功能可能與**黑色素細胞刺激素**有關。

- 3.後葉(posterior lobe)：佔垂體總重量的25%，形成垂體的神經部，是**下視丘**往下突出生長的部分，故後葉含有下視丘視上核及室旁核神經元來的**軸突終端**。

(二)腦下腺前葉(Anterior Pituitary Gland)

- 下視丘與垂體前葉分泌之調節
  - 血液運輸:

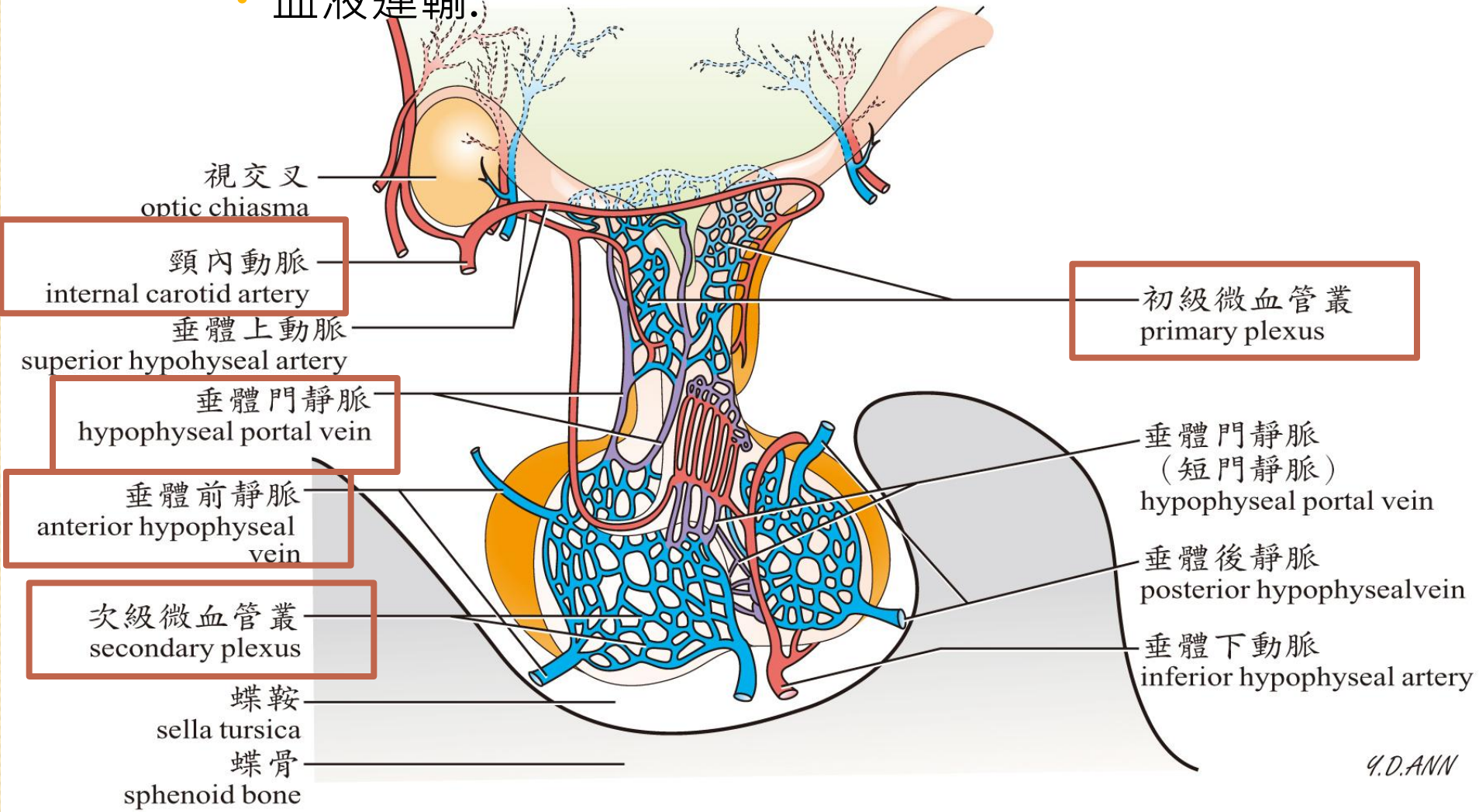
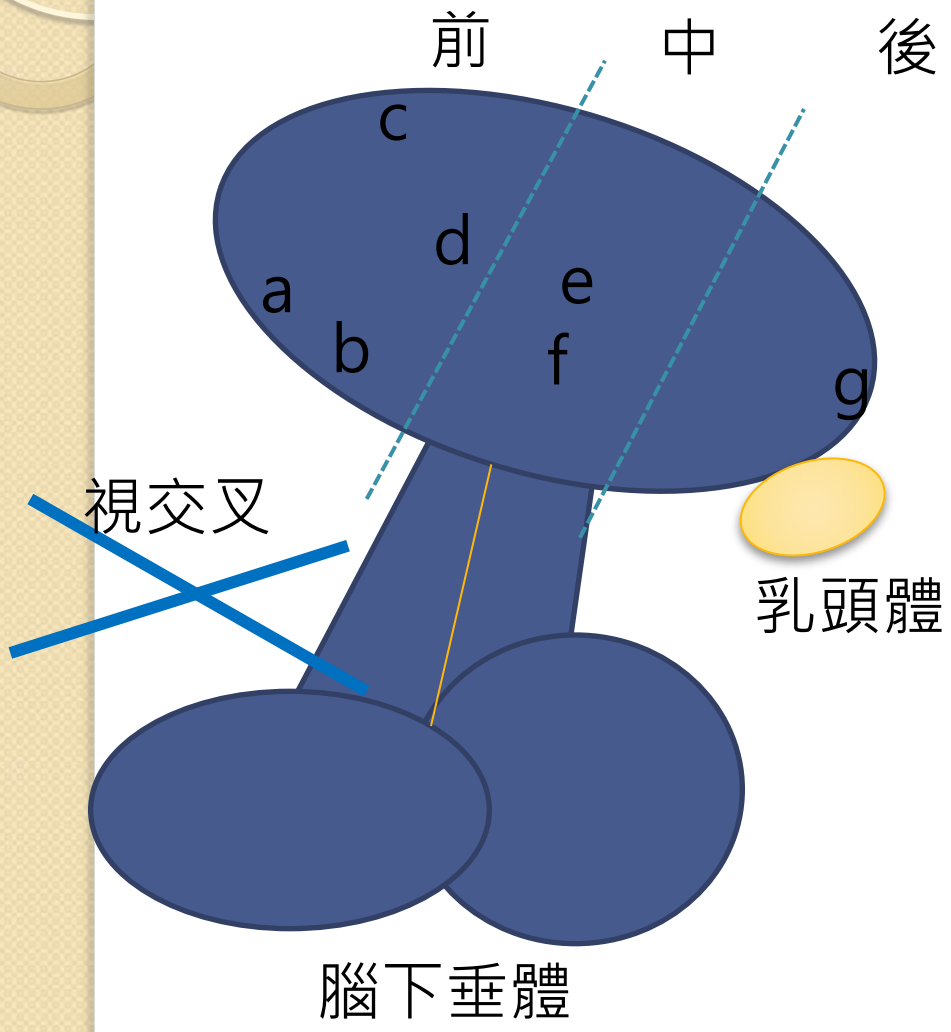


圖 17-5　腦下垂體的血液供應

下視丘(Hypothalamus)

- 形成第三腦室的底部及部分外側壁，位於腦下垂體的上方，有一漏斗莖與腦下垂體相連，前有視神經交叉，後有乳頭體。



前

a. 視交叉上核-生理時鐘
b. 視上核- ADH
c. 旁視核- OT
d. 前核- 散熱、副交感

中

e. 腹內核-飽食中樞
f. 腹外核-飢餓中樞

後

g. 後核-產熱、交感

下視丘分泌的調節因子 主要為胜肽類激素

下視丘製造、釋放→ 垂體門靜脈運送→ 作用在前葉

表 17-2 下視丘分泌的調節因子

	因　子	主要作用
刺激因子	1. 生長激素釋放因子 growth hormone releasing factor; GHRF。	刺激生長激素分泌
	2. 促甲狀腺素釋放因子 thyrotropin releasing factor; TRF。	刺激甲狀腺刺激素分泌
	3. 促皮質釋放因子 corticotropin releasing factor; CRF。	刺激促腎上腺皮質素分泌
	4. 促性腺釋放因子 gonadotropin releasing factor; GnRF。	刺激濾泡刺激素與黃體生成素分泌
	5. 泌乳激素釋放因子 prolactin releasing factor; PRF。	刺激泌乳激素分泌
	6. 黑色素細胞刺激素釋放因子 melanocyte-stimulating hormone releasing factor; MRF。	刺激黑色素細胞刺激素分泌
抑制因子	1. 生長激素抑制因子 growth hormone inhibiting factor; GHIF（或稱體制素）	抑制生長激素分泌
	2. 泌乳激素抑制因子 Dopamine prolactin inhibiting factor; PIF。	抑制泌乳激素分泌
	3. 黑色素細胞刺激素抑制因子 melanocyte-stimulating hormone inhibiting factor; MIF。	抑制黑色素細胞刺激素分泌

細胞型式與激素種類

Hematoxylin: 將細胞核染成藍紫色
Eosin: 將細胞質染成紅色

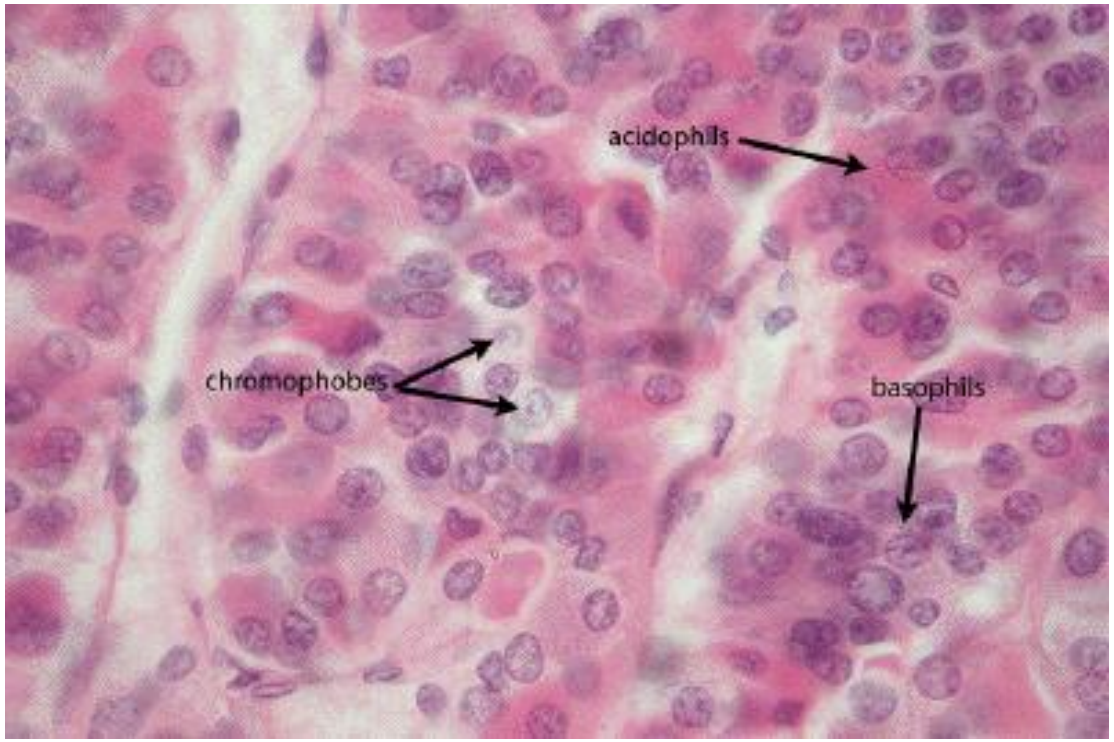
1.人類垂體**前葉細胞**，根據常規染色(H-E stain)反應，可分為：

(1)**難染細胞**(chromophobes)：佔50%左右，分泌促腎上腺皮質素(ACTH)。

(2)嗜染細胞(chromophils)：佔50%左右：

①**嗜酸性細胞**(acidophils)：佔40%，分泌生長激素(GH)、泌乳激素(PRL)。

②**嗜鹼性細胞**(basophils)：佔10%，分泌甲狀腺刺激素(TSH)、濾泡刺激素(FSH)、促腎上腺皮質素(ACTH)及黃體生成素(LH)。



2.以**免疫細胞化學染色法**及電子顯微鏡的技術，可將前葉細胞分成五類：

(1)促生長細胞(somatotrophic cell)：製造生長激素(GH)。

(2)促甲狀腺細胞(thyrotrophic cell)：製造甲狀腺刺激素(TSH)。

(3)促皮質細胞(corticolipotrophic cell)：合成促腎上腺皮質素(ACTH)及黑色素細胞刺激素(MSH)。

(4)促性腺細胞(gonadotrophic cell)：製造濾泡刺激素(FSH)，合成黃體生成素(LH)。

(5)促泌乳細胞(lactotrophic cell)：合成泌乳激素(PRL)。

下視丘激素

TRF →
CRF →
GHRF →
GHIF ⊣
GnRF →
PRF →
PIF ⊣
MRF →
MIF ⊣

表 17-3　人類腦下垂體分泌的激素

	激　素	主要作用
前葉	甲狀腺刺激素 thyroid-stimulating hormone; TSH	刺激甲狀腺生長、發育及分泌甲狀腺激素
	促腎上腺皮質素 adrenocorticotropic hormone; ACTH	促進腎上腺皮質中束狀帶及網狀帶的分泌和生長
	生長激素 growth hormone; GH	刺激骨骺生長，增加長骨長度；蛋白質同化作用；加速脂肪異化作用；將肝醣轉變為葡萄糖，抗胰島素作用
	濾泡刺激素 follicle-stimulating hormone; FSH	女性：刺激卵巢中濾泡生長； 男性：刺激精子的生成
	黃體生成素 luteinizing hormone; LH	女性：刺激卵巢濾泡的排卵及黃體化； 男性：刺激間質細胞分泌睪固酮
	泌乳激素 prolactin; PRL	促使乳房增大、刺激乳汁分泌及母性行為
中間部	黑色素細胞刺激素 melanocyte-stimulating hormone; MSH	刺激人類黑色素細胞形成黑色素
後葉	抗利尿激素 antidiuretic hormone; ADH	作用在遠曲小管與集尿管，促使水分滯留，升高血壓
	催產素 oxytocin; OT	乳腺管平滑肌收縮，造成射乳，以及子宮平滑肌收縮

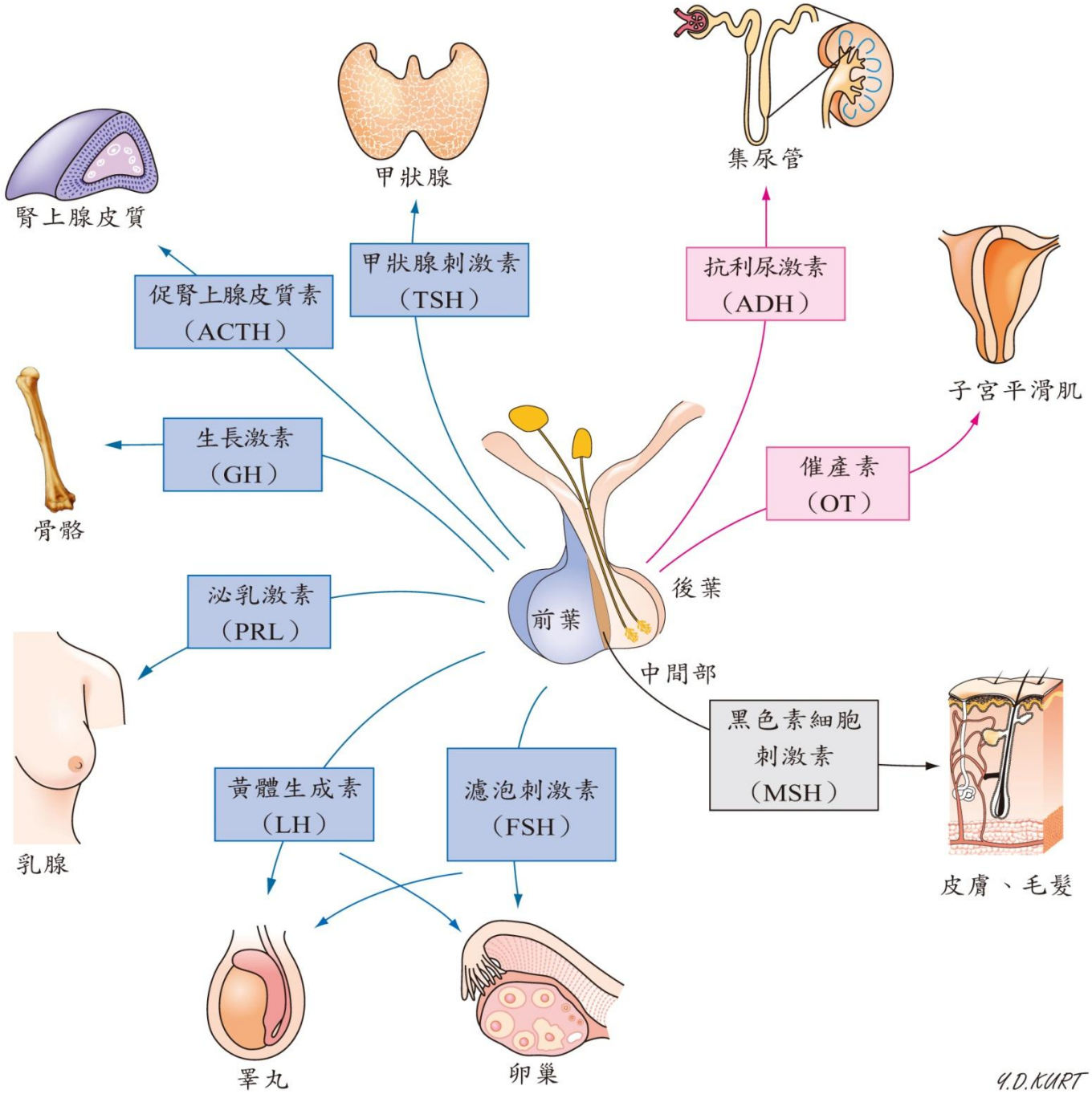


圖 17-6　腦下垂體分泌激素作用之摘要

- 激素的生理作用
  - 生長激素(Growth Hormone；GH)
    - 蛋白質激素 (191 aa)
    - 又稱**體促素**(somatotropin)，能**促進身體細胞的生長 (無特定標定腺體)**。

      GH → 類胰島素生長因子(體介素) → 細胞生長
  - 1.生理作用： **肝臟產生**

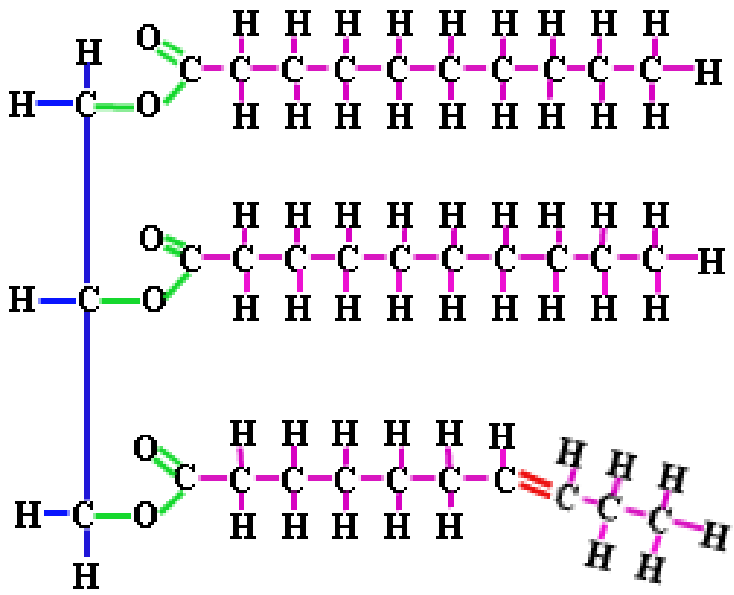
    (1)蛋白質的同化作用。 **蛋白質合成**

    (2)加速脂肪的異化作用。**脂肪分解→ 提供能量**

    (3)可促使儲存在肝臟內的肝醣轉變為葡萄糖，有**抗胰島素的作用**。**降低醣類使用→ 保留醣類**

    (4)可刺激骨骺生長。 **增加小腸對於Ca^{2+}的吸收**

脂肪產生能量



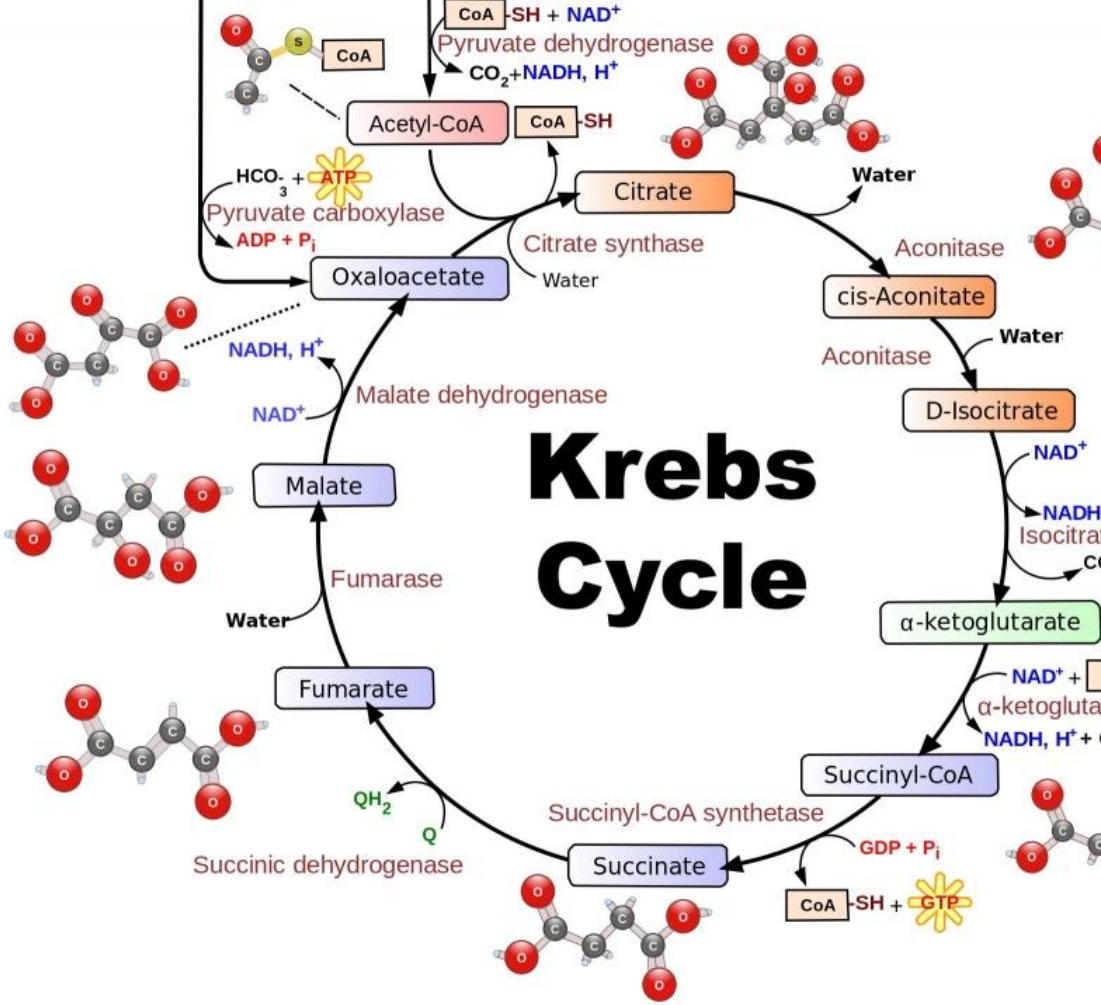

CoA
SH + NAD+
Pyruvate dehydrogenase
CO2+NADH, H+
Acetyl-CoA
CoA
SH
HCO3- + ATP
Pyruvate carboxylase
ADP + Pi
Citrate
Water
Citrate synthase
Water
Oxaloacetate
Aconitase
cis-Aconitate
Water
Aconitase
D-Isocitrate
NADH, H+
NAD+
Malate dehydrogenase
Malate
Krebs
Cycle
NAD+
NADH
α-ketoglutarate
Fumarase
Water
Fumarate
NAD+ +
α-ketogluta
NADH, H+ +
Succinyl-CoA
QH2
Q
Succinyl-CoA synthetase
GDP + Pi
Succinic dehydrogenase
Succinate
CoA
SH +
GTP

表 17-4　影響生長激素分泌的一些代表性刺激

促進性的刺激	抑制性的刺激
• 血糖過低、脂肪酸減少 • 氨基酸增加 • 生長激素含量低 • 生長激素間介素（somatomedins） • 非快眼睡眠之第 3 及第 4 期 • 壓力（stress）、劇烈運動 • 動情素、升糖激素、胰島素 • 糖皮質酮 • 多巴胺（dopamine）、乙醯膽鹼（ACh）	• 血糖過高 • 游離脂肪酸增加 • 氨基酸減少 • 生長激素含量高 • 生長激素抑制因子 • 快眼睡眠 • 情緒低落 • 肥胖 • 甲狀腺機能不足

- 2.分泌的調節：
  - 受下視丘的**生長激素釋放因子**(growth hormone releasing factor；GHRF)與**生長激素抑制因子**(growth hormone inhibiting factor；GHIF)，分別促進和抑制生長激素的分泌；而GHIF又稱**體制素**(somatostatin)，**胰臟蘭氏小島的δ細胞亦可分泌**。

- 3.分泌失調：
  - (1)生長激素分泌不足，造成垂體性**侏儒症**(pituitary dwarfism)。
  - (2)生長激素分泌過多，在孩童期造成**巨人症**(giantism)；成年時則造成**末端肥大症(**acromegaly)。

甲狀腺刺激素(Thyroid-Stimulating Hormore；TSH)

- 1.生理作用：
  - (1)促進甲狀腺的生長和發育。
  - (2)刺激甲狀腺分泌甲狀腺素。
- 2.分泌的調節：
  - 受下視丘分泌的促甲狀腺素釋放因子(thyrotropin releasing factor；TRF)之調節。

促腎上腺皮質素(Adrenocorticotropic Hormone；ACTH)

- 1.生理作用： **影響醣類、脂肪與蛋白質的代謝**
  - (1)促進腎上腺皮質部的生長和發育。
  - (2)刺激腎上腺皮質激素的生產與分泌。
- 分泌的調節：
  - 受下視丘分泌的促皮質釋放因子(corticotropin releasing factor；CRF)之調節。

濾泡刺激素(Follicle-Stimulating Hormone；FSH)

- 1.生理作用：
  - (1)在女性，引發每個月卵泡的發育與成熟；並刺激卵巢卵泡細胞**分泌動情素**。
  - (2)在男性，刺激睪丸曲細精管，使**精子成熟**。
- 分泌的調節：
  - 受下視丘產生的促性腺釋放因子(gonadotropin releasing factor；**GnRF**)之調節。

黃體生成素(Luteinzing Hormone；LH)

- I.生理作用：
  - (1)在女性，LH與FSH共同使**卵泡**成熟，LH並能刺激卵巢排卵，故稱排卵激素，並使子宮做好準備，以待受精卵著床；LH也可刺激卵巢內黃體的形成，而使黃體素分泌，並使乳腺做好泌乳準備。
  - (2)在男性，可刺激睪丸間質細胞發育，以釋放大量的**睪固酮**，故又稱為間質細胞刺激素(interstitial cell-stimulating hromone；ICSH)。
- 分泌的調節：
  - 與FSH一樣，受下視丘產生的**GnRF**調節。

泌乳激素(Prolactin；PRL)

1.生理作用：

(1)在懷孕時，可促進乳房發育，並與LH、FSH產生拮抗作用。

(2)維持乳腺產生乳汁。

哺乳→ 抑制GnRH→ LH↓, FSH↓
→ 抑制PIF → PRL 增加

(3)抑制排卵，使卵巢失去活性。

(4)促使母性行為最有關係的激素。

懷孕→ 雌激素↑ → PRF↑ → PRL ↑
排卵前期→動情素↑ →PIF↑ → PRL↓

2.分泌的調節：

(1)受下視丘分泌的PRF及PIF (dopamine)所調節。

(2)女性的月經週期中，在排卵前期(增殖期)時，動情素的增加，使下視丘來的PIF抑制垂體前葉分泌PRL，至分泌期末期時，由於動情素及黃體素的減少，使PIF分泌減少，於是血中PRL含量會隨之上升。

(三)腦下腺中間部(Pars Intermedia)

- 黑色素細胞刺激素(melanocyte-stimulating hormone；MSH)
  - 1.生理作用：
    - 促使**皮膚黑色素細胞**中色素的合成及釋放至皮膚角質細胞中，以**加深膚色**。
  - 2.分泌的調節：
    - 受下視丘分泌**黑色素細胞刺激素釋放因子**(melanocyte-stimulating hormone releasing factor；MRF)及**黑色素細胞刺激素抑制因子**(melanocyte-stimulating hormone inhibiting factor；MIF)之調節。

(四)腦下腺後葉(Posterior Pituitary Gland)

- 又稱為垂體後葉、垂體神經部(neurohypophysis)，源自神經外胚層，本身不合成激素，**不能算是內分泌腺**。
- 垂體後葉分泌的激素是下視丘製造，經由**下視丘-垂體徑**(hypothalamic-hypophyseal tract)送至垂體後葉神經部與載運蛋白(neurophysin)結合，儲存於其軸突終端。
  - **視上核**(supraoptic nucleus)製造抗利尿激素(antidiuretic hormone；ADH)；
  - **室旁核**(paraventricular nucleus)製造催產素(oxytocin；OT)

抗利尿激素

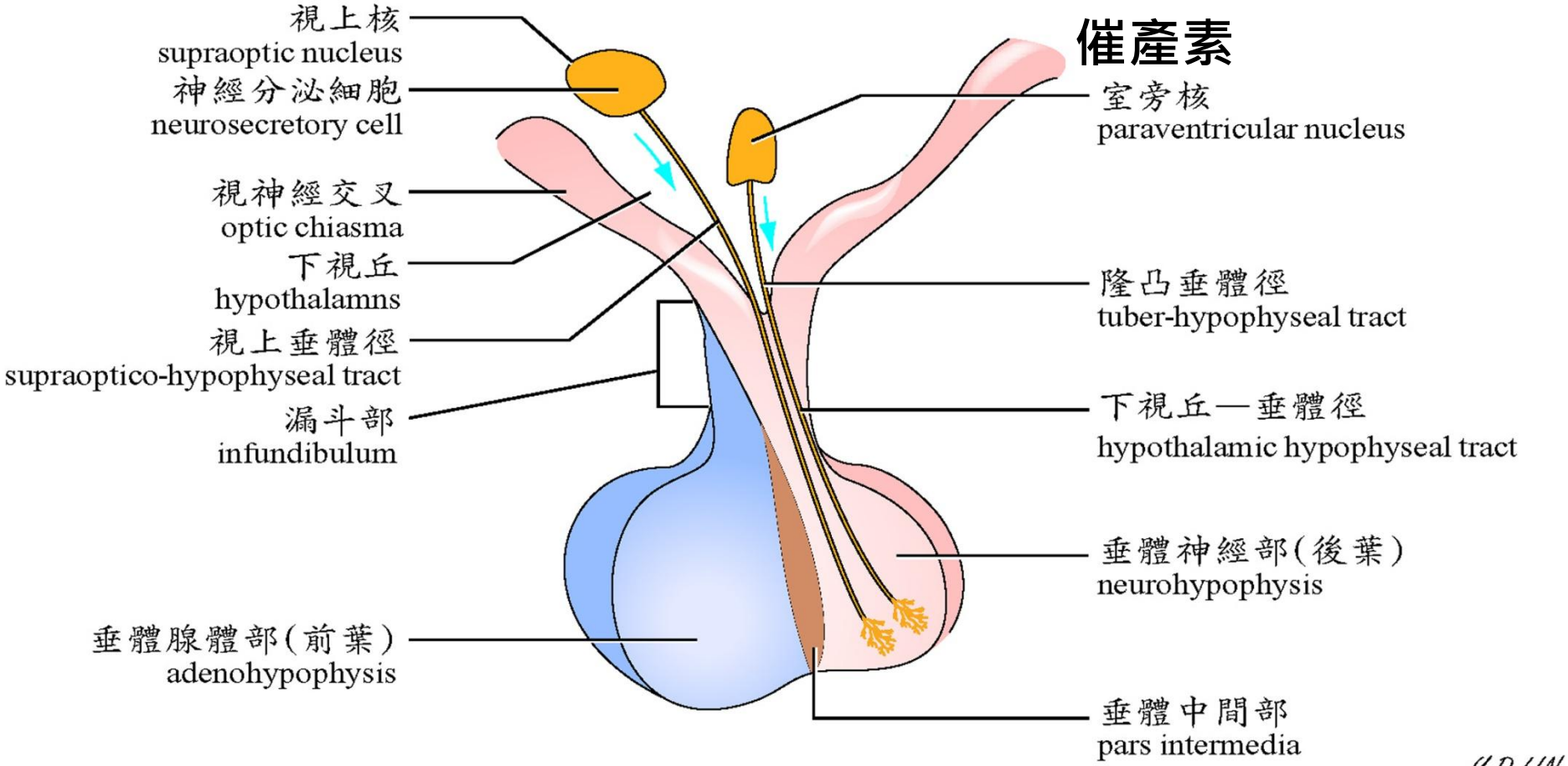


圖 17-7　下視丘—垂體徑

- **催產素(Oxytocin；OT)**
  - 是由下視丘的室旁核製造， 經神經纖維送入後葉貯存、分泌。
  - 1.生理作用：
    - (1)刺激懷孕子宮平滑肌收縮，以利生育。
    - (2)促使乳腺管平滑肌收縮，射出乳汁。 **產生乳汁→ PRL**
  - 2.分泌的調節：(圖17-8)
    - (1)分娩時，子宮肌受成熟胎兒的牽扯作用，經由正迴饋作用，促使更多催產素的分泌，引起子宮平滑肌更有力的收縮。
    - (2)藉由嬰兒的吸吮乳頭動作，促使催產素分泌，抑制PIF的釋放，使PRL分泌增加，而維持排乳。

下視丘

腦下垂體

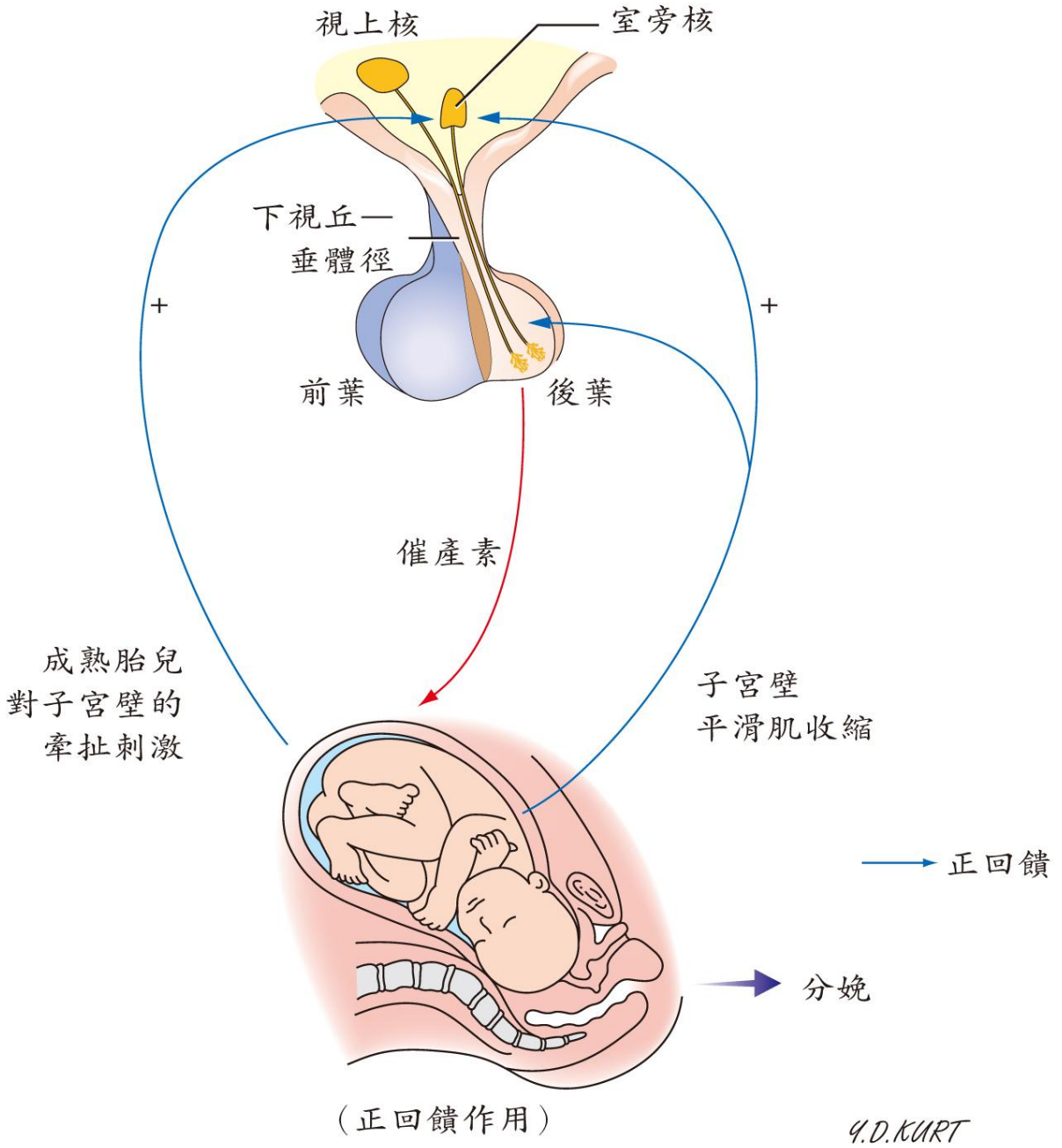
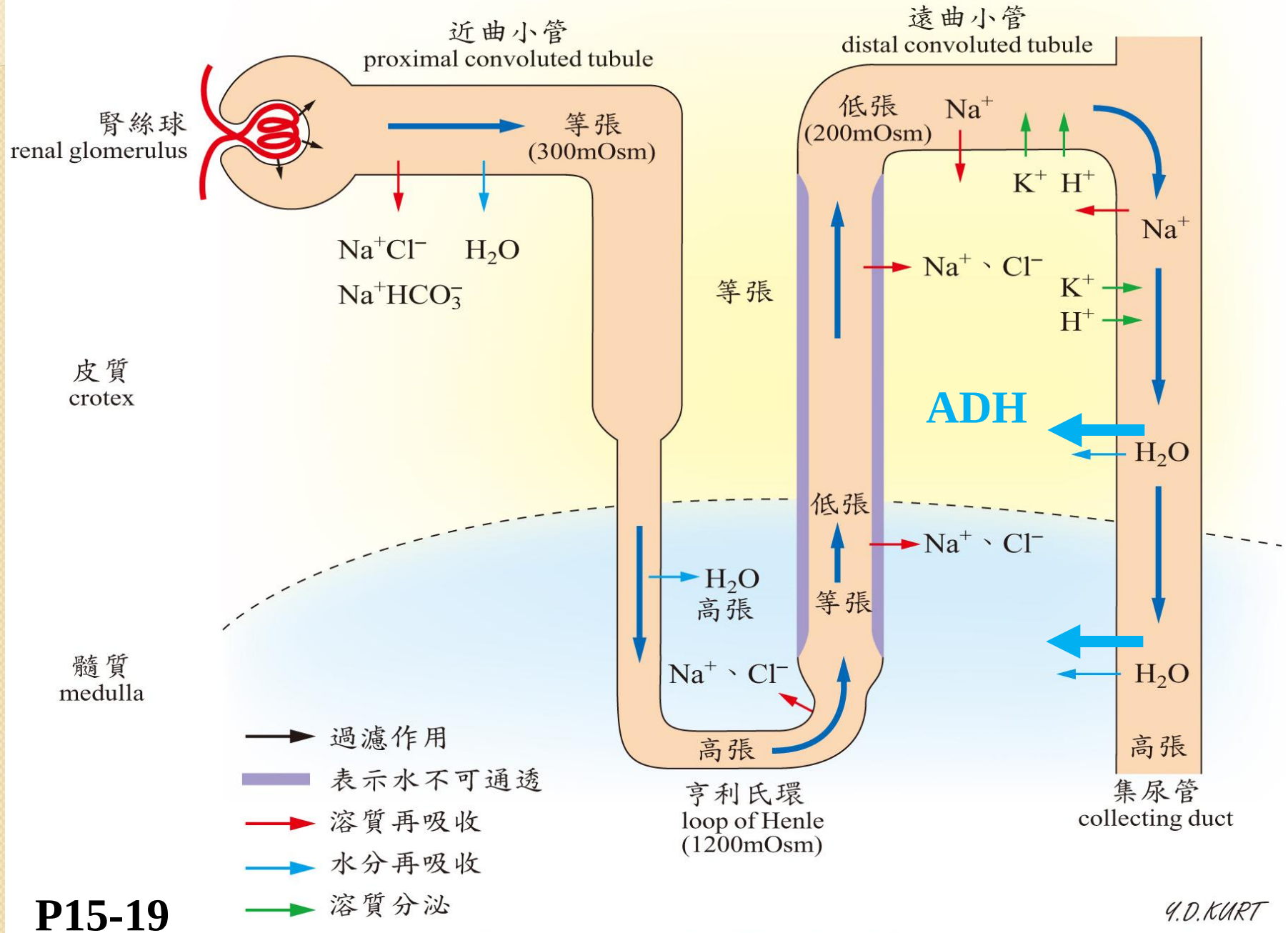


圖 17-8　分娩時催產素分泌的調節

- **抗**利尿激素(Antidiuretic Hormone；ADH)
  - 是由下視丘的**視上核**製造。
  - I.生理作用：
    - (I)作用於腎臟腎小管中的**遠曲小管**及**集尿管**，造成細胞對**水的再吸收增加**，使尿液排出減少。
    - (2)當身體失血時，可作用於小動脈平滑肌，使收縮而造成血壓上升，故又稱為**血管加壓素**(vasopressin)。

把水留在體內



P15-19

圖 15-13　尿液濃縮之機轉

- 2.分泌的調節：
  - 當血漿**滲透壓上升**或細胞外液量減少的情況下，會刺激下視丘內的滲透壓感受器，使視上核製造ADH的量增加，分泌也增加，尿量排出即減少，皮膚排汗速率降低，且血壓上升(圖17-9)。
- 3.分泌失調：
  - ADH缺乏會引起尿崩症。

- 催產素與抗利尿激素之生理功能及促使分泌之條件摘列於表17-5。

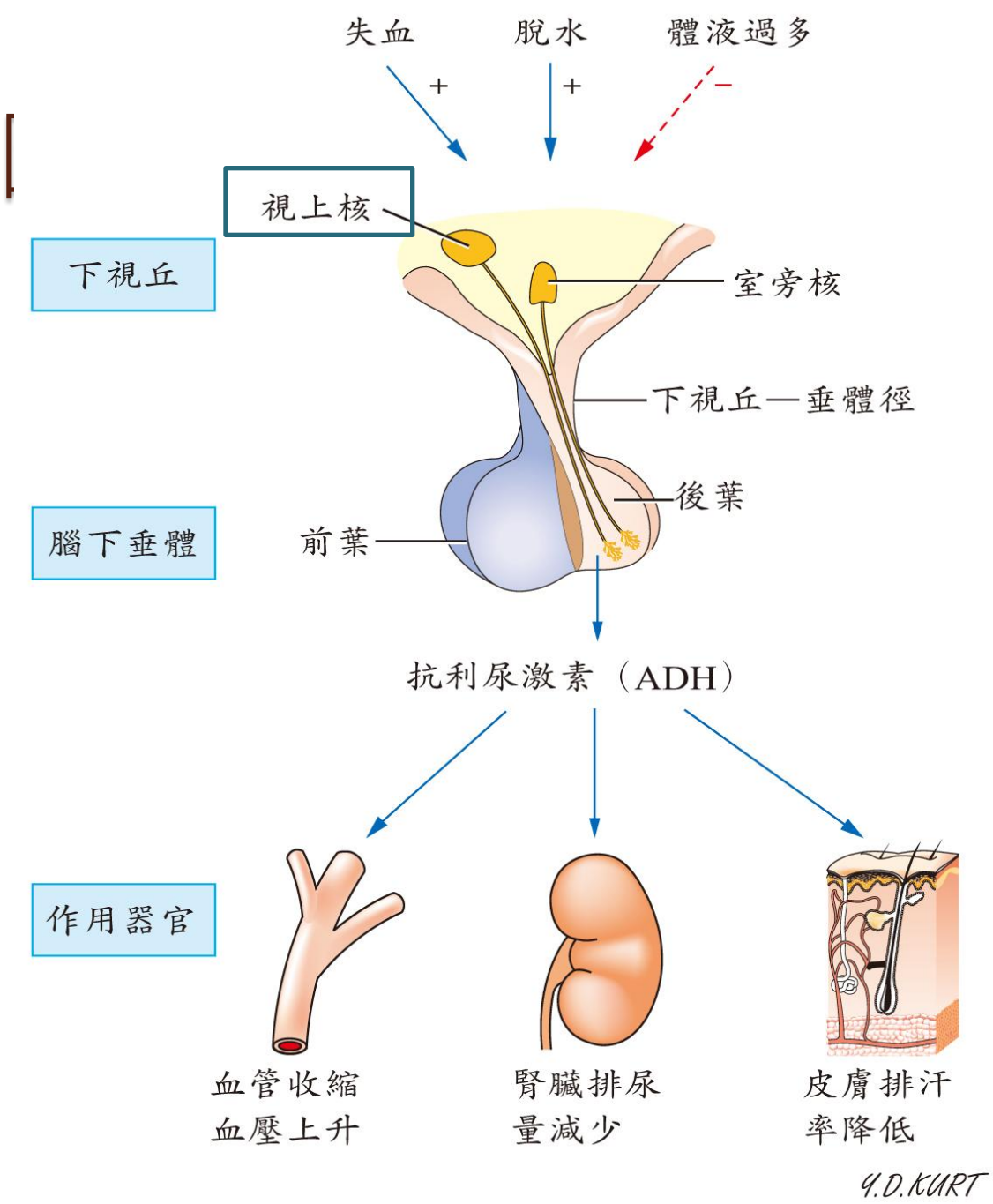


圖 17-9　抗利尿激素分泌的調節

表 17-5　催產素與抗利尿激素之生理功能及促使分泌之條件

激素名稱 / 比較項目	抗利尿激素（ADH）	催產素（OT）
製造器官	下視丘視上核	下視丘室旁核
分泌器官	腦下垂體後葉	腦下垂體後葉
生理功能	1. 作用於遠曲小管及集尿管增加對水的通透性 2. 使小動脈收縮而使血壓上升	1. 刺激懷孕子宮平滑肌收縮 2. 刺激乳腺管平滑肌收縮以排出乳汁
促使分泌之條件	1. 血漿滲透壓上升 2. 細胞外液減少（血壓下降） 3. 交感神經興奮 4. 運動流汗，外傷流血	1. 子宮頸擴大 2. 吸吮乳頭的動作

問題

- 1.下列關於腦下腺之敘述，何者錯誤：(A)腦下腺又稱「主腺」　(B)垂體腺體部激素之分泌作用受下視丘所分泌的調節因子控制　(C)垂體腺體部之血液由垂體上動脈供應　(D)催產素與抗利尿激素由垂體神經部所製造。

- 2.下列何種激素由腦下腺前葉分泌？(A)褪黑激素(melatonin)　(B)催產素(oxytocin)　(C)體制素(somatostatin)　(D)泌乳激素(prolactin)

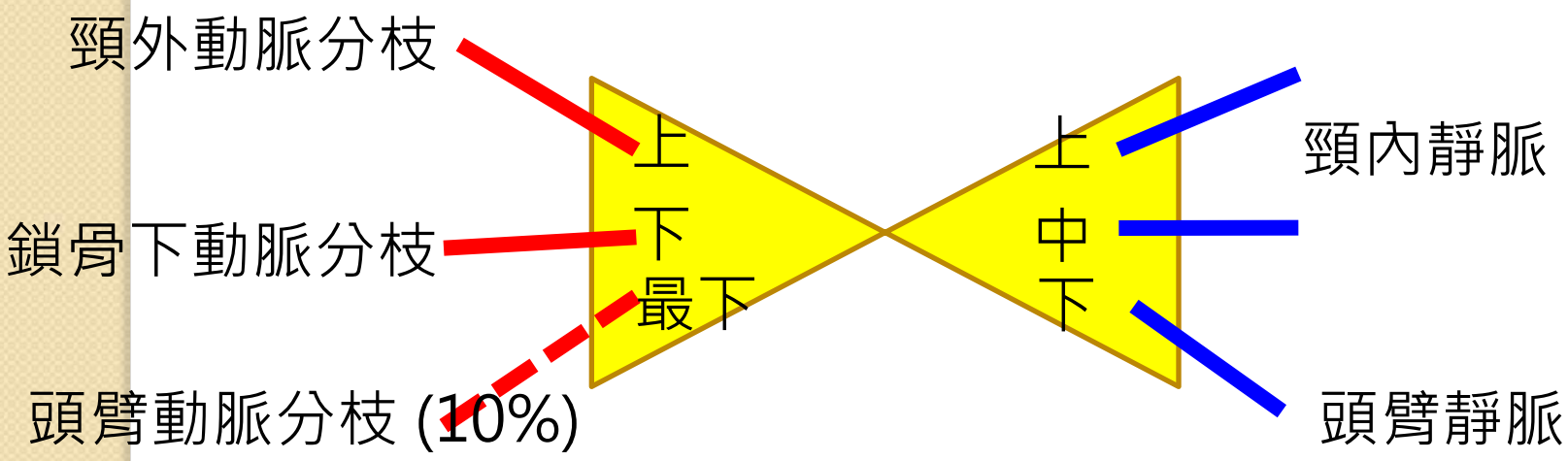
- 3.將下視丘及腦下腺間的神經連結全數切除後，有那些腦下腺荷爾蒙的分泌會受影響？(A)FSH和LH　(B)ACTH和TSH　(C)GH和pro- lactin (D)oxytocin和ADH(vasopressin)。(95.7.高)

- 4.下述何者是生長激素(growth hormone)的作用？(A)抑制肌肉蛋白質的生成　(B)增強葡萄糖新生成作用(gluconeogenesis)　(C)抑制胰島素的作用　(D)抑制骨細胞分化作用(differentiation)。(99.7.高)

- 5.下列何種因素可刺激抗利尿激素(ADH)的釋放？(A)血漿滲透壓上升 (B)血壓上升　(C)低鈉飲食　(D)水腫。(96.二技)

甲狀腺

- (一)大體解剖(Gross Anatomy)
  - 甲狀腺(thyroid)位於**第五頸椎**至**第一胸椎間**，見圖**17-10**。
  - 是體內最大的內分泌腺體 (20g)。
  - **胚胎時期**第一個有功能的內分泌腺
  - 甲狀腺有三條動脈供應豐富的血液：



濾泡細胞: 甲狀腺素, 內胚層
濾泡旁細胞: 降鈣素, 外胚層

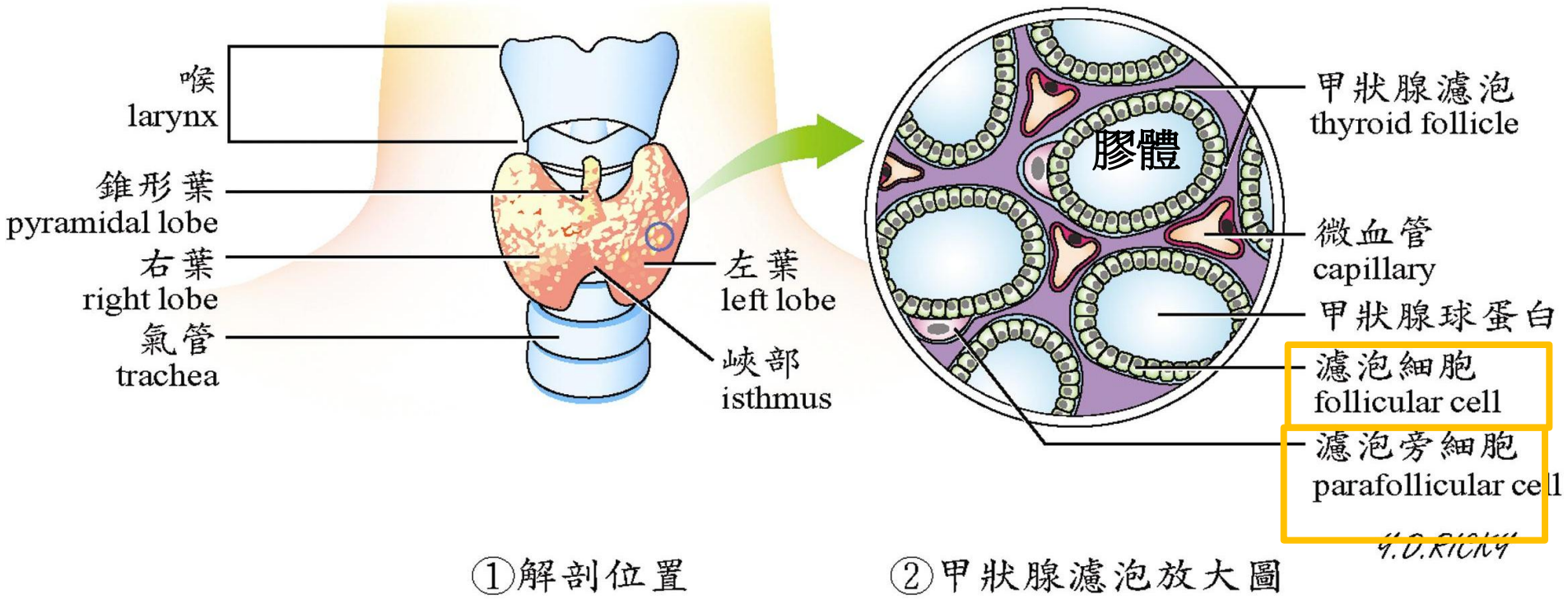
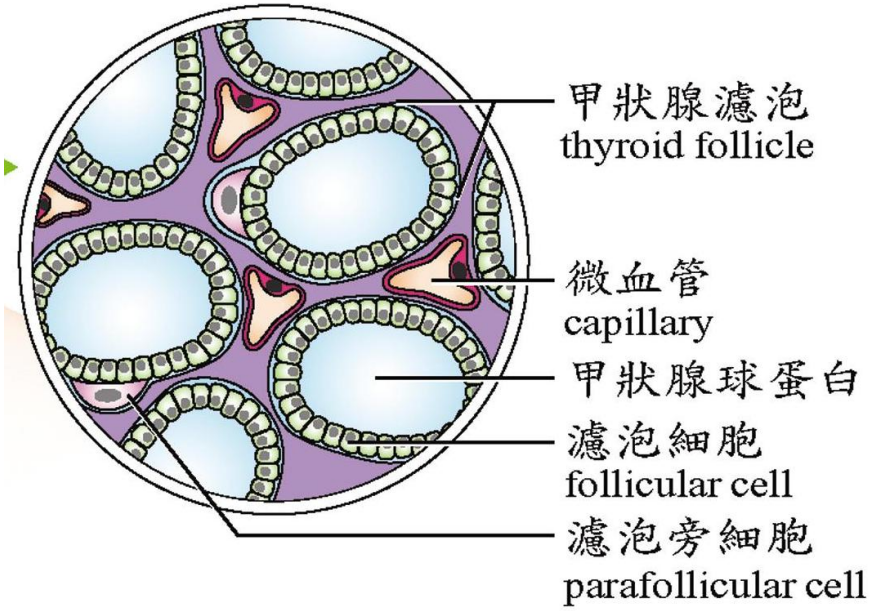


圖 17-10　甲狀腺

- (二)顯微構造(Microscopic Structure)
  - 甲狀腺是由許多甲狀腺濾泡所組成，每一個濾泡壁是由單層立方上皮的濾泡細胞所構成(圖17-10)，其空腔內充滿**膠體**(colloid)。
  - 在濾泡的基底膜內含有能製造**降鈣素**(calcitonin；CT)的**濾泡旁細胞**或稱**C細胞**。
  - 濾泡細胞會製造甲狀腺素(thyroxine；T_4)及三碘甲狀腺素(tri-iodothyronine；T_3)。

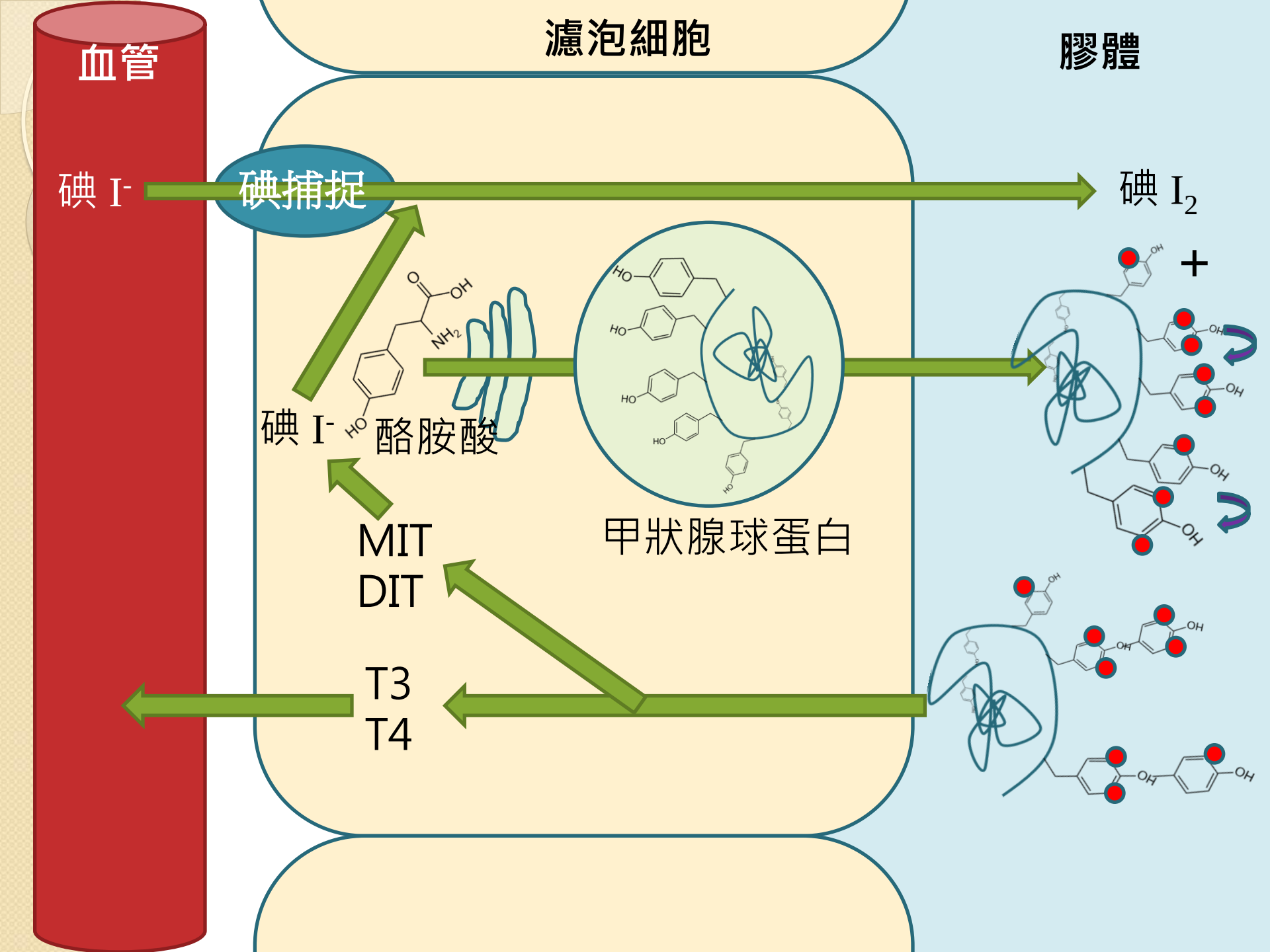


(三)甲狀腺激素的合成、儲存與釋放

合成(Formation)

- 1.濾泡細胞預先分泌**甲狀腺球蛋白**(thyroglobulin)於膠體中。
- 2.體內的碘離子可經由血液主動運輸進入甲狀腺濾泡細胞中，使細胞內碘離子(I^-)濃度提高成血中的40倍。
- 3.碘離子在濾泡細胞中經過氧化酶氧化成碘原子。
- 4.碘原子與甲狀腺蛋白中的**酪氨酸(tyrosine)**結合成單碘酪氨酸(MIT)；再碘化成二碘酪氨酸(DIT)。
- 5.兩個DIT氧化凝集成甲狀腺素(T_4)；若是MIT與DIT反應，則形成三碘甲狀腺素(T_3)及少量無活性的反轉三碘甲狀腺素(RT_3)。

- **貯存(Storage)**
  - 甲狀腺素合成後，大都會在膠體內與甲狀腺球蛋白結合，其貯存量可達1～3個月之用。
- **釋放(Release)**
  - 甲狀腺細胞以胞飲方式吸收激素與甲狀腺球蛋白所形成的膠體，同時經蛋白酶水解，將T_3、RT_3、T_4、MIT、DIT釋入細胞質中，再分泌到血液中。
  - 在血液中，甲狀腺激素大多與血漿中的甲狀腺素結合球蛋白(thyroxine-binding globulin；TBG)結合成蛋白質結合碘(protein-bound iodine；PBI)，在血漿中的正常濃度是4～8mcg/100ml。


血管
濾泡細胞
膠體
碘 I-
碘捕捉
碘 I2
+
碘 I-
酪胺酸
甲狀腺球蛋白
MIT
DIT
T3
T4

(四)甲狀腺激素的生理作用

- 1.調節代謝作用： **能量、熱**
  - (1)**增加基礎代謝率**(basic metabolic rate；BMR)：
    - 甲狀腺激素可促使細胞內**粒線體**的分裂加快，數目增加，使能量增加，而使BMR加快。
    - 促進細胞中醣類及脂肪的異化作用，同時增加蛋白質的同化作用。
  - (2)增加腸道吸收葡萄糖的速率。
  - (3)助肝臟將胡蘿蔔素轉變成維生素A。
  - (4)降低血中膽固醇的濃度。**增加膽固醇由膽汁釋出的速率**
  - (5)增加紅血球內血紅素所攜氧的釋放量。
- 2.調節生長與發育：與生長激素一起促進成長
- 3.調節神經系統的活動性： 刺激神經系統

- (五)分泌的調節
  - 甲狀腺激素的分泌受幾個因素影響(圖17-11)，如果血液中**甲狀腺激素的量**低於正常值、**寒冷**或**代謝率降低**，會刺激下視丘釋放促甲狀腺素釋放因子(thyrotropin releasing factor；TRF)，來刺激垂體腺體部分泌TSH，然後TSH就刺激甲狀腺釋放甲狀腺激素，一直到代謝率回復正常為止。

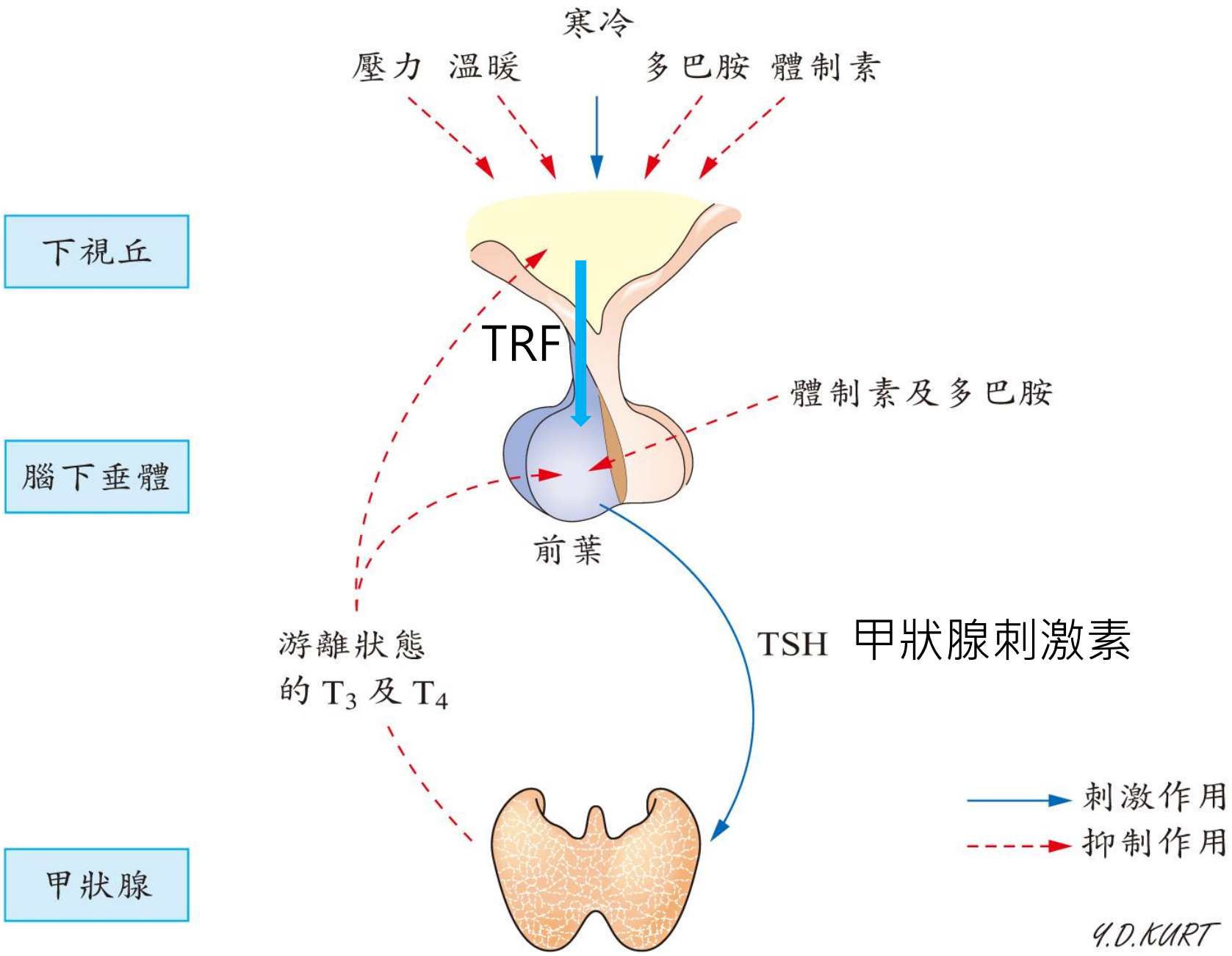


圖 17-11　甲狀腺激素分泌的調節

◎甲狀腺功能亢進

甲狀腺功能亢進（hyperthyroidism）又稱甲狀腺毒症（thyrotoxicosis）。

1. 病因：
   (1) TSH 分泌過量。
   (2) 甲狀腺炎或甲狀腺瘤。
   (3) 人為注射過量的 T_3、T_4。
   (4) 免疫功能失調，最常見的是格雷氏病（Grave's disease），又稱突眼甲狀腺腫（exophthalmic goiter），屬自體免疫性疾病。
2. 症狀：
   (1) 如攝食過度卻體重減輕、神經質、不耐熱、出汗多、體溫高、血壓增加、手指顫動、易激動疲倦、不易入睡等。
   (2) 甲狀腺腫（goiter）可能大到原來的 2 ~ 3 倍，是甲狀腺內組織增生的結果。
   (3) 眼球後側組織水腫及眼球外在肌腫大，將眼球往前推，造成突眼症（exophthalmos）。
   (4) 格雷氏病除了有甲狀腺機能亢進、突眼症的症狀外，尚有脛前黏液水腫，此為皮膚病變所導致脛骨前皮膚變厚的症狀。
   (5) 由於皮膚血管擴張，周邊阻力下降，易導致高輸出性心衰竭。

◎甲狀腺功能低下

1. 呆小症（Cretinism）：

(1)病因：

①母親懷孕時碘攝取不足。

②出生後，在生長期中，甲狀腺激素分泌不足。

(2)症狀：

①侏儒症：因骨骼無法生長及成熟。

②精神遲滯：因腦部無法完全發育所致。

③性發育遲緩，膚色變黃。

④臉圓、鼻子變厚、舌變厚外突、腹部鼓起。

⑤代謝反應慢：體溫低、嗜眠、心跳速率慢等。

2. 黏液水腫（Myxedema）

(1)病因：成年時因甲狀腺疾病、腦下垂體或下視丘病變造成的甲狀腺素分泌不足。

(2)症狀：

①皮膚因醣蛋白堆積引起水滯留而造成腫脹現象，故臉圓肥腫、肌肉無力、嗜眠。

②基礎代謝率降低：心跳速率減慢、血壓下降、心肌負荷過重、心臟肥大、體溫低、怕冷、神經反應遲鈍等。

(六)降鈣素(Calcitonin；CT)

- 由濾泡旁細胞製造的降鈣素(calcitonin)與血鈣的恆定量有關。
- 1.生理作用
  - (1)抑制蝕骨細胞的形成及活性，因而抑制骨骼分解。
  - (2)可促進骨骼對鈣的吸收，**降低血中鈣**及**磷酸鹽**的含量。

2.分泌的調節

- (1)高血鈣會促進降鈣素的分泌，血中鈣離子濃度增加10%，即可刺激降鈣素增加3～6倍的分泌速率。
- (2)副甲狀腺分泌的PTH與降鈣素共同維持體內血鈣的恆定。

血中鈣磷調控

	Ca^{2+}	P
副甲狀腺素 (PTH)	↑	↓
降鈣素 (CT)	↓	↓
維生素D3 (D3)	↑	↑

問題

- 1.幼兒與成人甲狀腺機能低落者，依序會產生下列何種症狀？(A)呆小症、肝硬化　(B)肝硬化、夜盲症　(C)呆小症、黏液性水腫　(D)黏液水腫、巨人症。
- 2.降鈣素(calcitonin)主要由下列何種細胞所分泌？(A)甲狀腺濾泡旁細胞　(B)甲狀腺濾泡細胞　(C)副甲狀腺主細胞　(D)副甲狀腺嗜酸性細胞。(00.7.普)
- 3.下列何者是甲狀腺素分泌過低造成的影響？(A)基礎代謝率增加　(B)　對冷耐受力降低　(C)體重減輕　(D)體溫高易出汗。
- 4.某位具有甲狀腺功能不足症狀的患者發現血漿中的T_4、T_3及TSH都比正常值低；注射TRH後，血漿中這三個激素都有上升。造成此甲狀腺功能不足的可能部位為何？(A)下視丘　(B)腦下垂體前葉　(C)甲狀腺　(D)腦下垂體後葉。(95.7.高)
- 5.下列何種激素負責調節基礎代謝率和促進中樞神經系統功能成熟？(A)生長激素　(B)胰島素　(C)甲狀腺素　(D)糖皮質固醇。(03.2.高)

副甲狀腺(parathyroid gland)

0.1-0.2g

- (一)大體解剖(Gross Anatomy)
  - 包埋於甲狀腺兩側葉的後面，通常有四個 (10% ±1)。
- (二)顯微構造(Microscopic Structure)
  - 含有兩種不同形態的細胞：

    1.**主細胞(chief cell)**可合成副甲狀腺素(parathyroid hormone；PTH)。

    2.嗜酸性細胞(oxyphil cell)功能不明顯(圖17-12)。

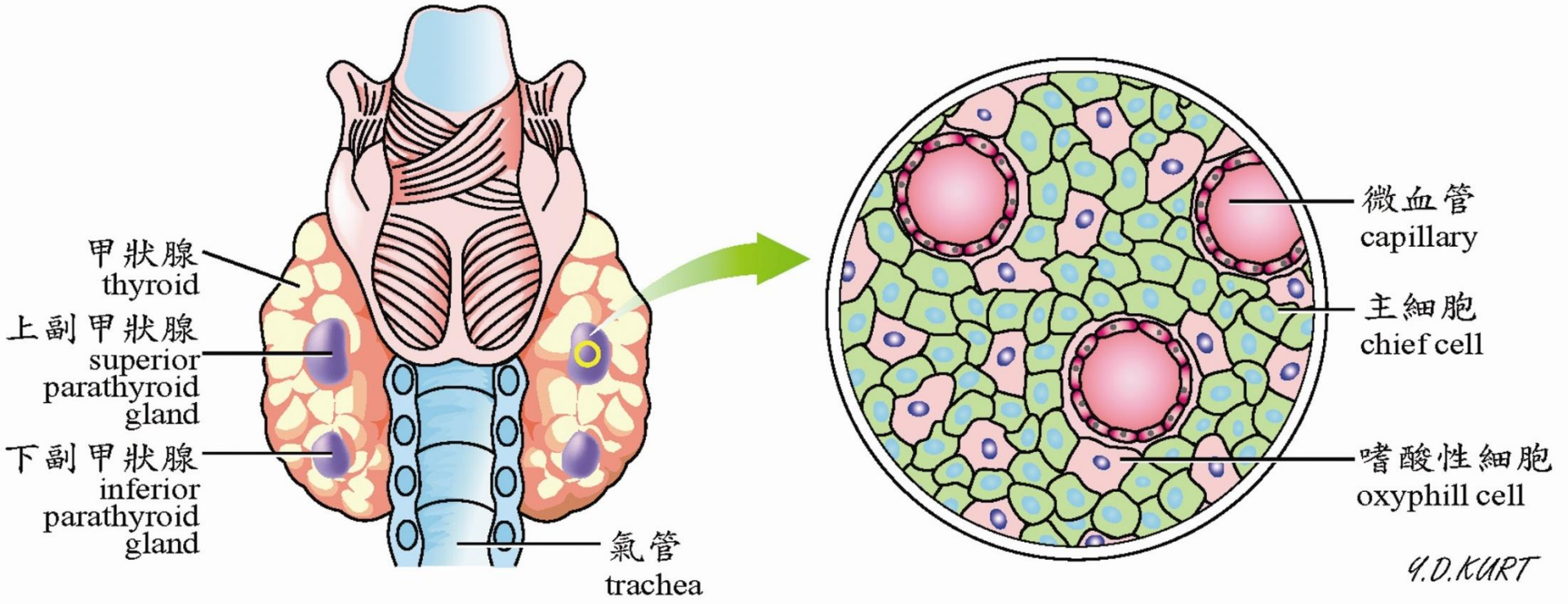


圖 17-12　副甲狀腺的顯微構造

- (三)副甲狀腺素的生理作用
  - 副甲狀腺素(PTH)可控制血中鈣、鎂與磷酸鹽離子濃度，它可增加血鈣濃度，故有升鈣激素之稱。
  - 生理作用見表17-6及下述：

1.對腸道的作用

- (1)促維生素D的活化。
- (2)在適量的維生素D作用下，PTH會**增加**由十二指腸吸收鈣、鎂及磷酸鹽入血液的速率。

2.對骨骼的作用

- (1)增加蝕骨細胞的活性，使骨組織分解，而將**鈣、磷酸鹽釋入血液**中。
- (2)促使骨質中的鹼性磷酸酶釋入血液。

曬太陽

PTH

皮膚 (D3)→ 肝臟→ 腎臟→ 增加腸道吸收鈣、鎂、磷酸鹽

3.對腎臟的作用

(1)可**增加**近側腎小管對**鈣、鎂的再吸收**，但**抑制**其對磷酸鹽的再吸收。

(2)副甲狀腺素對離子的整體作用是升高血鈣量，降低血磷量，因此對血鈣量的作用是與降鈣素(CT)互為拮抗的。

表 17-6　副甲狀腺激素與降鈣素的比較

激素名稱 / 比較項目	副甲狀腺激素	降鈣素
分泌器官	副甲狀腺	甲狀腺
分泌細胞	主細胞	濾泡旁細胞
對鈣與磷之影響	升鈣與降磷	降鈣與降磷
作用機轉	1. 增加蝕骨細胞的活性，使骨組織的鈣與磷釋入血液中 2. 增加十二指腸對鈣之再吸收 3. 增加近曲小管對鈣之再吸收，但抑制對磷之再吸收	1. 抑制蝕骨細胞的活性，而抑制骨組織分解 2. 增加骨骼對鈣之吸收 3. 增加鈣與磷自尿液中排出

(四)分泌的調節

- 不受垂體控制的負回饋系統

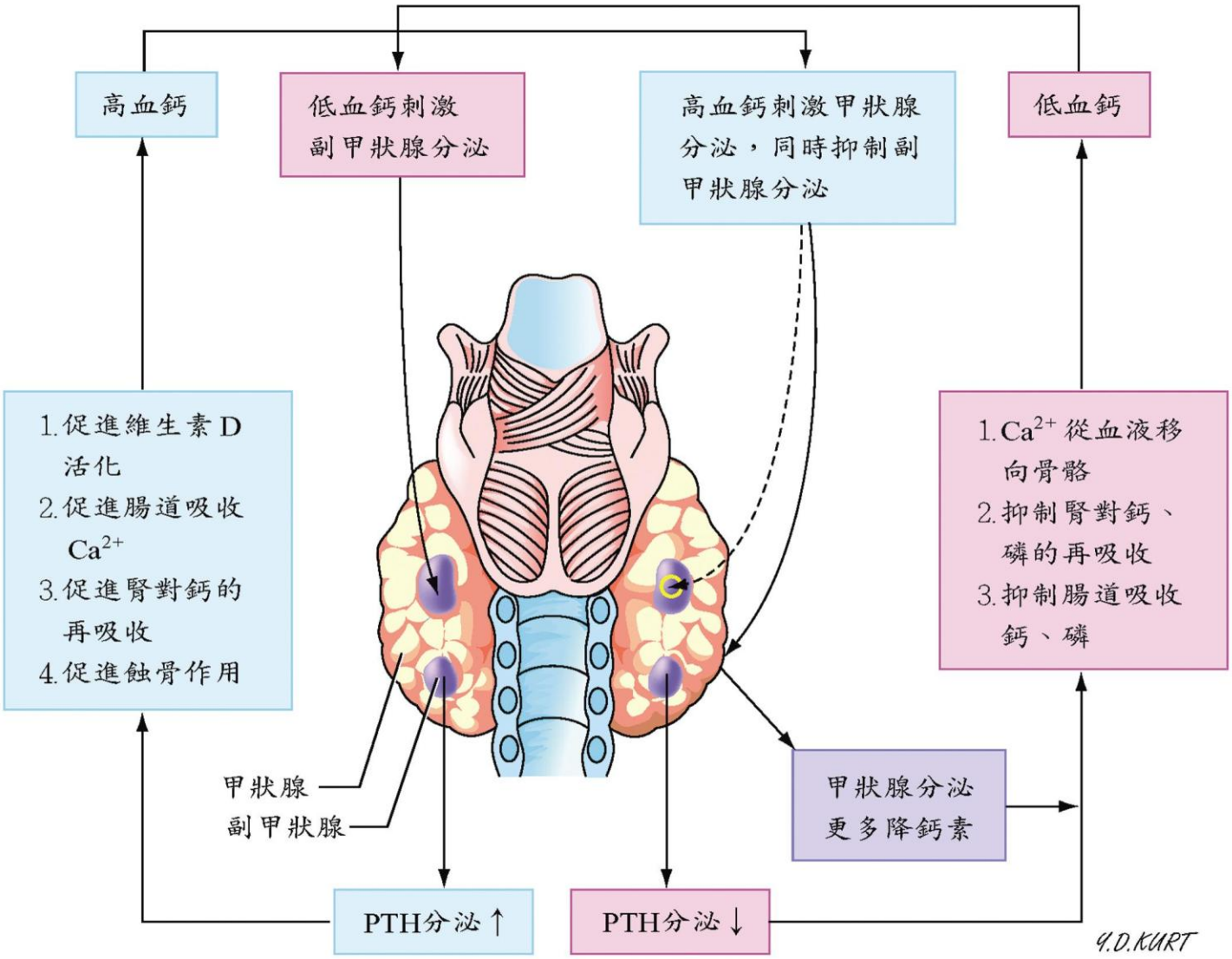


圖 17-13　副甲狀腺素 (PTH) 與降鈣素 (CT) 的作用

臨床應用

◎副甲狀腺功能低下（Hypoparathyroidism）

1. 病因：甲狀腺手術時不慎將副甲狀腺也切除了，或因感染、發炎或經放射線照射造成損傷。
2. 症狀：血鈣降低。神經肌肉過度興奮，使肌肉扭曲、痙攣、抽搐而致強直（tetany）。若喉部肌肉痙攣會使呼吸道阻塞而喪命。

◎副甲狀腺功能亢進（Hyperparathyroidism）

1. 病因：
   (1)原發性：副甲狀腺長瘤或副甲狀腺分泌過多造成。
   (2)續發性：因佝僂症或慢性腎臟炎等病症造成血鈣過低，而刺激 PTH 分泌過量所致。
2. 症狀：
   (1)引起骨骼礦物質排除過多，造成高血鈣、低血磷。
   (2)導致囊狀纖維性骨炎（osteitis fibrosa cystica），易造成骨骼變形及骨折。
   (3)腎臟病變者，則會導致高尿鈣及腎結石。

問題

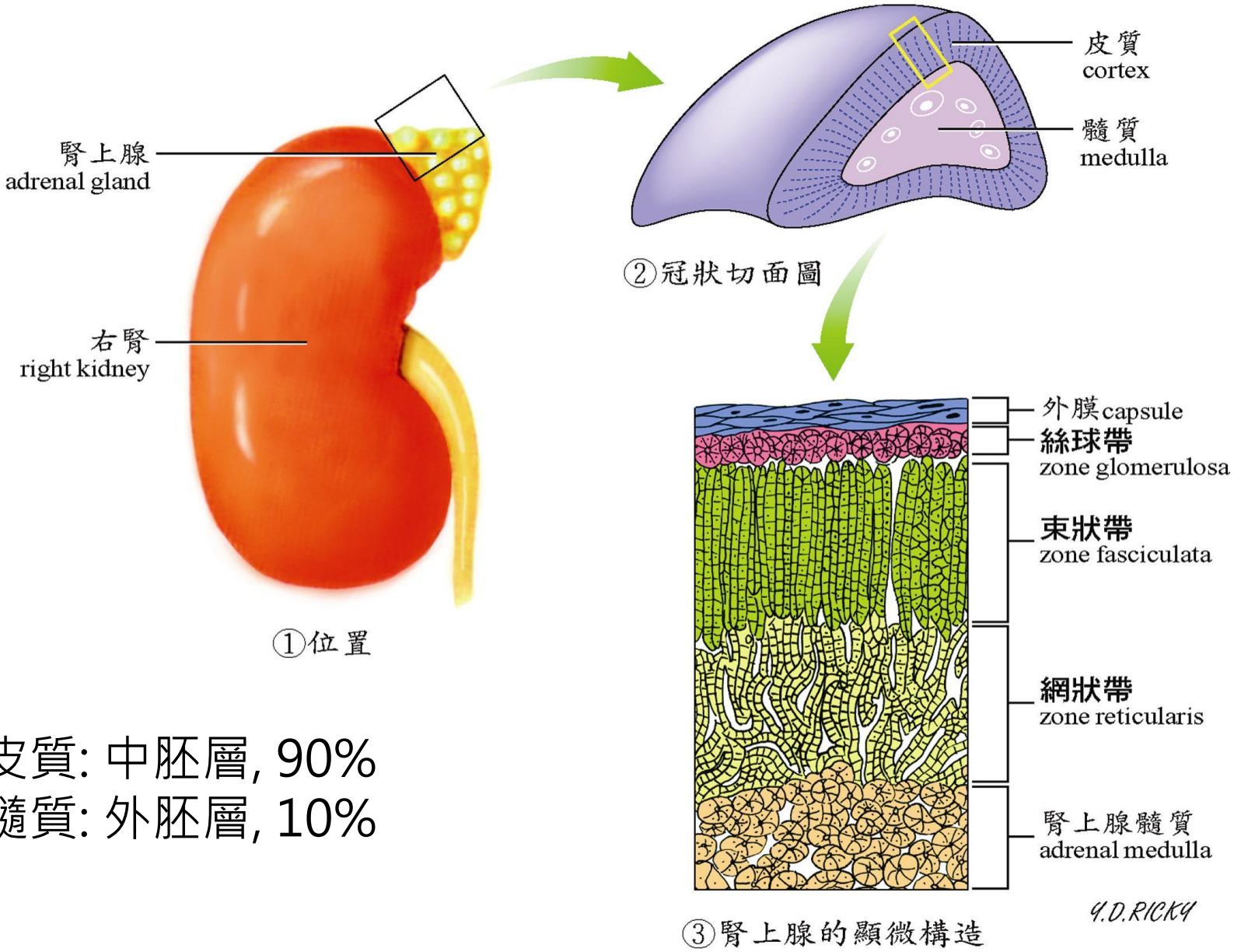
- 1.副甲狀腺素(parathyroid hormone)的作用為下列何者？(A)刺激1,25-dihyroxyvitamin D的產生　(B)直接抑制腎小管鈣離子的吸收　(C)直接增加腎小管磷酸根的再吸收　(D)減少鈣離子從骨骼釋放。(95.2.高)
- 2.當血中鈣離子濃度較正常值低時，會刺激下列何者釋放激素？(A)甲狀腺的濾泡細胞　(B)甲狀腺的濾泡旁細胞　(C)副甲狀腺的主細胞　(D)副甲狀腺的嗜酸性細胞。(97.7.高)
- 3.若手術同時摘除甲狀腺與副甲狀腺將會造成下列何種影響？(A)心跳　速率增加　(B)基礎代謝率(BMR)增加　(C)血鈣濃度降低　(D)甲狀腺刺激激素(TSH)分泌降低。(97.二技)
- 4.下列有關副甲狀腺素(parathyroid hormone) 功能的敘述，何者正確？(A)直接刺激腸道吸收鈣離子　(B)促進腎小管對鈣離子的再吸收　(C)抑制蝕骨細胞(osteoclast)的活性　(D)增加腎小管對磷酸鹽的再吸收。(02.二技)
- 5.下列何者機能亢進時，會造成骨骼礦物質流失？(A)甲狀腺 (B)副甲狀腺 (C)腦下腺 (D)腎上腺。(03.7.高)

腎上腺(adrenals；suprarenals)

15-20g

- (一)大體解剖(Gross Anatomy)
  - 腎上腺有兩個，左右腎臟上方各一個，位於後腹腔，被包埋在腎被膜內，並與腎臟一起被腎筋膜包圍。
  - 腎上腺血液來自三條腎上腺動脈：
    - 腎上腺**上**動脈源自**膈下動脈**。
    - 腎上腺**中**動脈源自**腹主動脈**。
    - 腎上腺**下**動脈源自**腎動脈**。

- (二)顯微構造(Microscopic Structure)



皮質: 中胚層, 90%
髓質: 外胚層, 10%

圖 17-14　腎上腺

皮質(Cortex)

- 由外而內可分三層，均分泌**皮質固酮**。

1.絲球帶(zona glomerulosa)：可分泌**礦物質皮質酮**(mineralocorticoid)。

2.束狀帶(zona fasciculata)：可分泌**糖皮質酮**(glucocorticoid)。

3.網狀帶(zona reticularis)：主要分泌性激素，尤其是**雄性素(androgen)**。

- 血液中腎上腺皮質激素會與血漿蛋白結合
- 腎上腺皮質激素由肝臟代謝

髓質(Medulla)

- 髓質是由**嗜鉻細胞**(chromaffin cell)圍著大血竇所組成，其間散布著交感神經纖維。

- **交感神經的節前纖維**(preganglionic fiber)直接連到嗜鉻細胞上，當交感神經興奮時，可立即促使嗜鉻細胞分泌腎上腺素(epinephrine；Epi)及正腎上腺素(norepinephrine；NE)。

(三)腎上腺皮質激素的生理作用

- **礦物皮質酮**(Mineralocorticoids)
  - 可協助控制水分與電解質(特別是鈉與鉀離子的濃度)之恆定，此類激素最主要者為**留鹽激素**，亦即**醛固酮(aldosterone)**。

主細胞

  - 生理作用 (腎臟遠曲小管和集尿管的**上皮細胞**)

    1.增加Na^+的再吸收及K^+、H^+的分泌作用。

    2.增加了細胞外液的體積。

留鈉排鉀 → 滲透壓↑ → 水再吸收↑

分泌的調節

1.受腎素—血管收縮素-留鹽激素系統(renin-agiotensin system；RAA system)(圖17-15)的影響。

2.受細胞外液K^+濃度的影響。

3.受下視丘的CRF及腦下垂體前葉分泌的ACTH之迴饋調控。

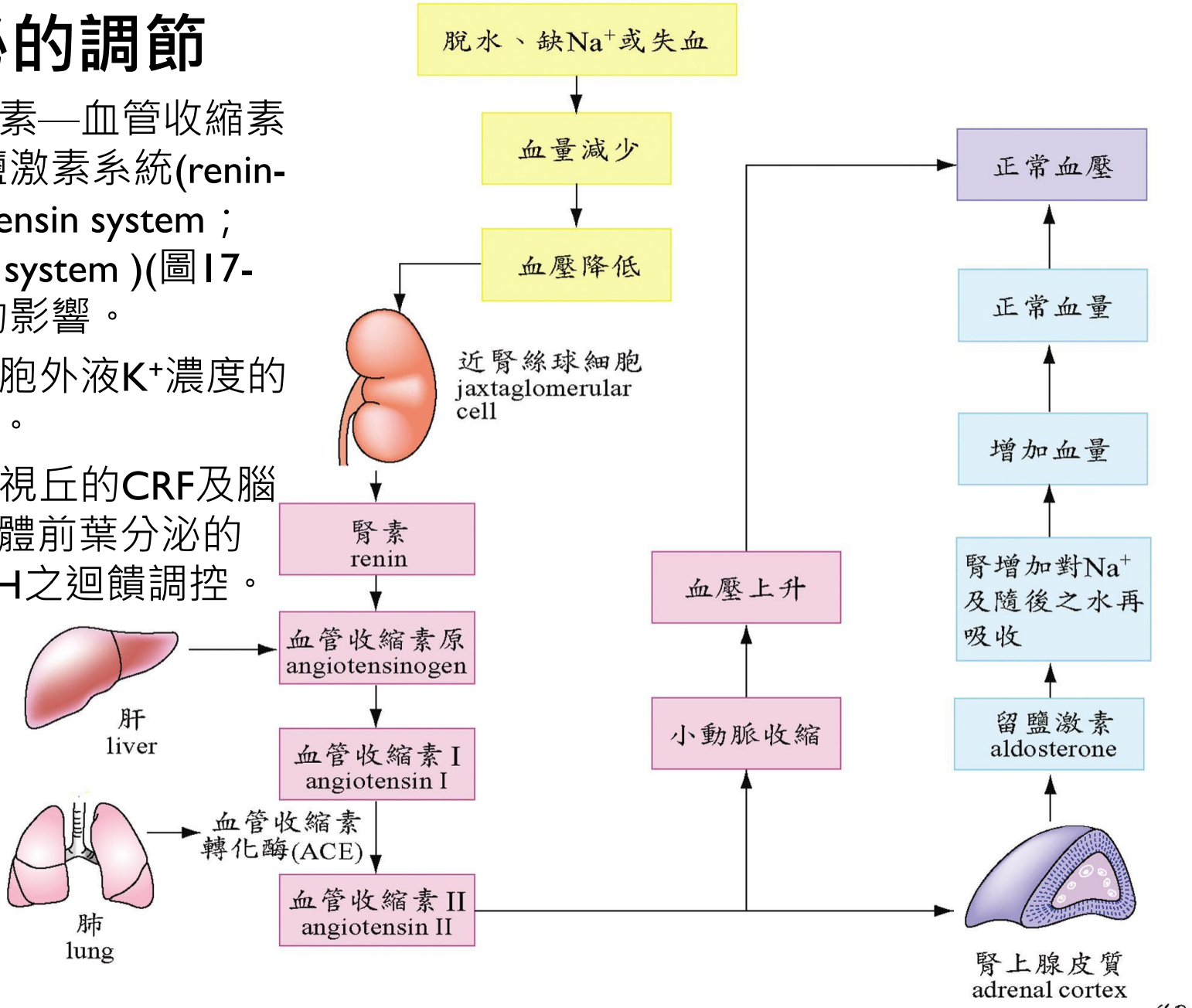


圖 17-15　腎素—血管收縮素—留鹽激素分泌機轉

分泌失調

1.分泌**過多**造成留鹽激素過多症(hyperaldosteronism)：又稱為**康氏症候群**(Conn's syndrome)，其症狀包括：**低血鉀**造成神經元無法去極化的肌肉無力，以及**高血鈉**造成的細胞外液量增加而產生高血壓、水腫等。

2.分泌**不足**造成留鹽激素過低症(hypoaldosteronism)：常因腎上腺功能不足而造成，它會有低血鈉所造成的**低血壓**、細胞外液量減少，及因高血**鉀**、**H^+過多**所造成的酸中毒現象。

糖皮質酮(Glucocorticoid)

- 糖皮質酮包括**皮質固醇(cortisol) (95%)**、可體松(cortisone)、與皮質固酮(corticosterone)。
- 生理作用

1.促進**正常的**新陳代謝作用：蛋白質的異化作用；糖質新生或重新合成蛋白質；增加脂肪分解；使血糖升高。消耗非必須蛋白質

2.提高應付緊急情況的能力。血管平滑肌敏感度↑

3.抑制免疫功能。**抗發炎效果:**IL-1,IL-6,TNF-α ↓

4.導致骨質疏鬆。抑制造骨細胞活性

5.可增加胃酸及胃蛋白酶原的分泌。**易引起胃潰瘍**

6.增加遠曲小管及集尿管對Na+及H2O的通透性。

- 分泌的調節

1.下視丘分泌的CRF及腦下垂體前葉分泌的ACTH，可經迴饋機轉來調控。

2.**壓力及血中低糖皮質酮**，會刺激下視丘分泌CRF，並引發垂體前葉釋放ACTH刺激腎上腺皮質分泌糖皮質酮。(圖17-16)

早上8點最高
下午4點最低

下視丘

腦下垂體

腎上腺皮質

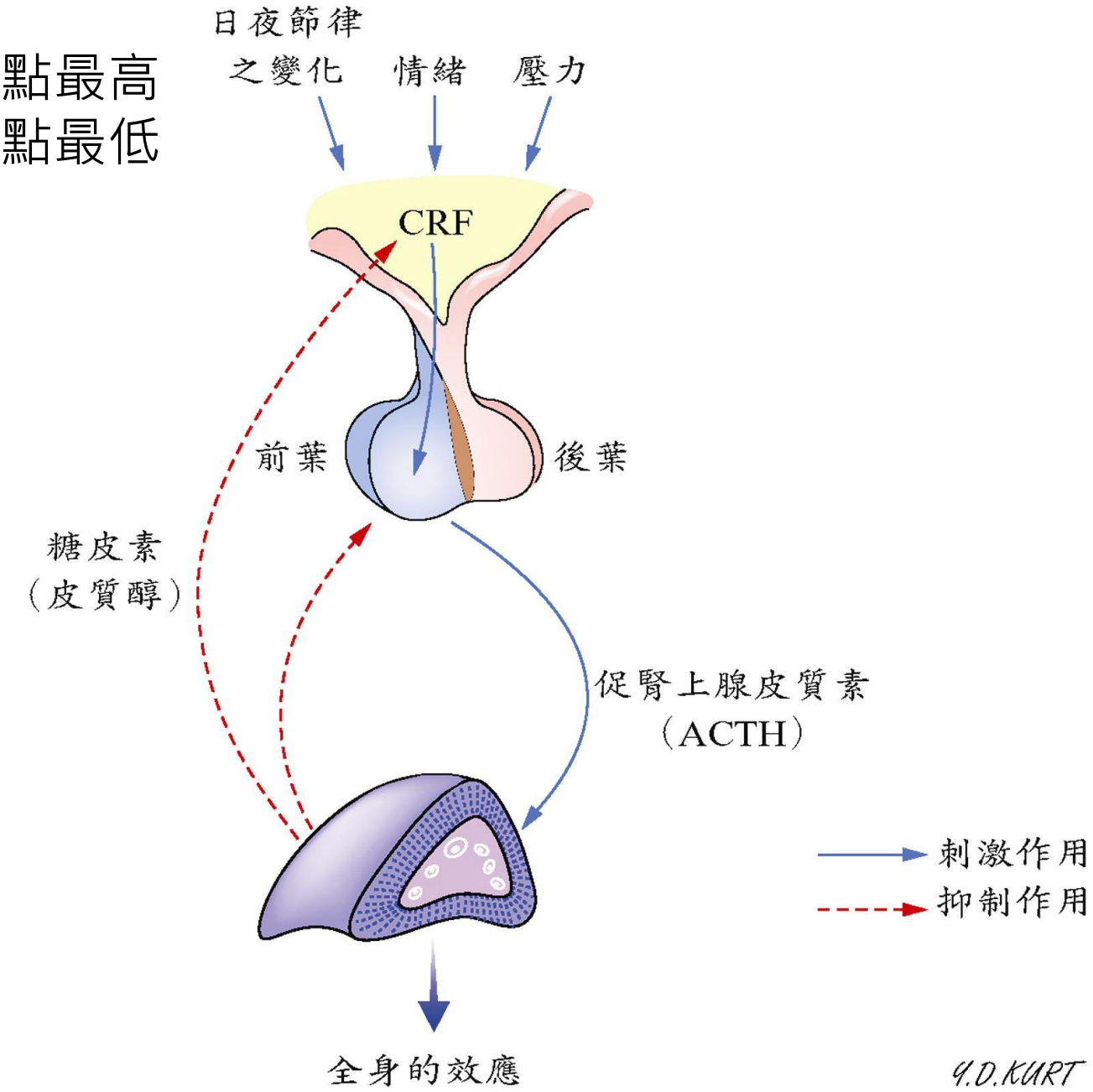


圖 17-16　糖皮質酮分泌的調節

◎糖皮質酮分泌失調

1. 分泌過多引起庫欣氏症候群（Cushing's syndrome），其症狀如下：

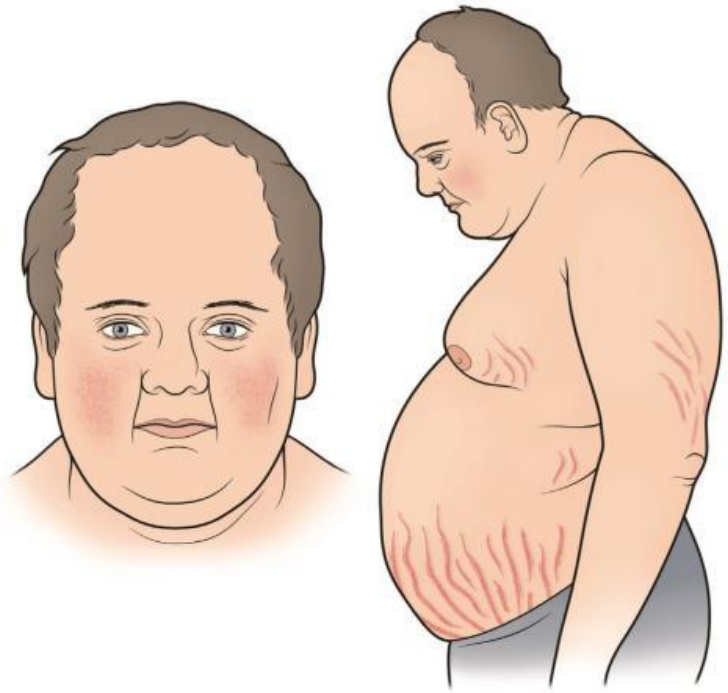
(1)蛋白質分解過度，造成皮膚及皮下組織變薄、傷口癒合差、毛髮細脆等。

(2)體脂肪重新分佈而造成四肢細瘦、腹部脂肪堆積而下垂，肩背部呈水牛峰。

(3)糖質新生使血糖升高。

(4)體內礦物皮質酮分泌增加，出現月亮臉、明顯的高血壓、低血鉀。

(5)骨質疏鬆，易骨折。



2. 分泌不足引起愛迪生氏病（Addison's disease），其症狀如下：

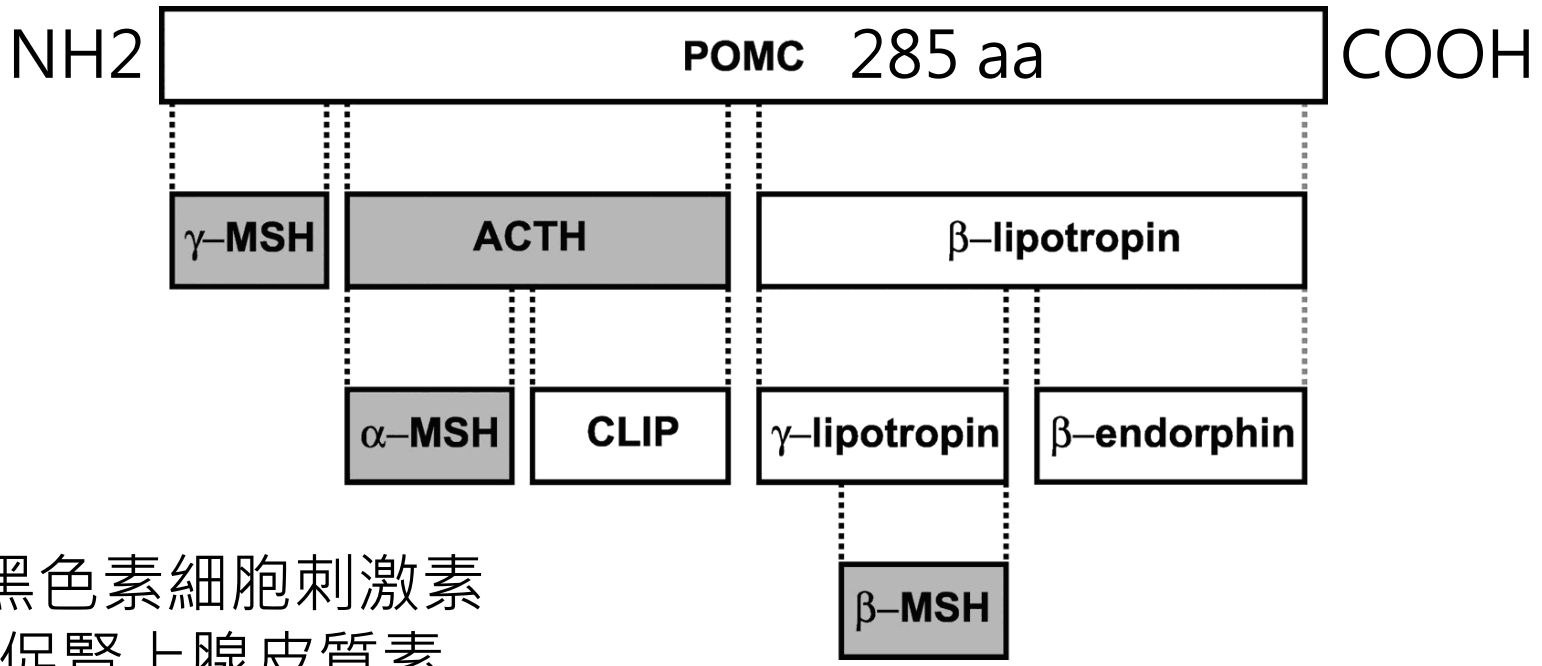
(1)精神遲滯、體重下降、低血糖、肌肉無力。糖質皮質固醇缺乏

(2)低血鈉、高血鉀造成低血壓、脫水。礦物質皮質固醇缺乏

(3)對壓力的耐受力降低，無法應付緊急危機。糖質皮質固醇缺乏

(4)由負迴饋作用使血液中ACTH含量增加，造成色素沉著，而使皮膚呈古銅色。

病因:自體免疫破壞腎上腺皮質



MSH: 黑色素細胞刺激素

ACTH: 促腎上腺皮質素

性腺皮質酮(Gonadocorticoid)

- 腎上腺皮質分泌男性與女性性腺皮質酮(gonadocorticoid)，即**動情素**(estrogen)與**雄性素**(androgen)。男女都有，但不足以引起男性化作用
- 腎上腺性生殖器症候群(adrenogenital syndrome)通常是指缺一群酶，而阻斷了糖皮質酮的合成，為了代償作用，垂體前葉就分泌更多的ACTH，結果，製造了更多的男性性激素，而引起男性化現象。

(四)腎上腺髓質激素的生理作用

- 腎上腺素與正腎上腺素
  - 腎上腺髓質合成的兩種主要激素是腎上腺素(epinephrine；Epi)與正腎上腺素(norepinephrine；NE)。
  - 其生理作用簡述如下 **(如同交感神經)**

交感 ⟷ **副交感**

緊急狀態　　**吃喝拉撒睡**

- 腎上腺髓質嗜鉻細胞腫瘤稱為嗜鉻細胞瘤，這會引起髓質激素的分泌過多。
- 嗜鉻細胞瘤唯一的治療方法是以手術割除。

問題

- 1.有關激素及其生理作用的敘述，下列何者正確？(A)皮質醇(cortisol)可降低血糖濃度　(B)腎上腺素(epinephrine)可促進肌肉肝糖合成　(C)生長激素(growth hormone)可抑制蛋白質合成　(D)醛固酮(aldosterone)可增加尿液中鉀離子排泄。(97.二技)
- 2.腎臟所分泌的腎素(renin)之主要作用為何？(A)促進甲狀腺素分泌　(B)將助孕素(progesterone)轉變成睪固酮(testosterone)　(C)促進腎臟排泄鈣離子　(D)將血管收縮素原(angioten- sinogen)轉化成血管收縮素-Ⅰ(angiotensin Ⅰ)
- 3.下列有關激素作用的敘述何者正確？(A)腎素(renin)對血壓的生理作用與醛固酮(aldosterone)相反　(B)醛固酮對血壓的生理作用與抗利尿激素(vasopressin)一致　(C)糖皮質酮(glucocorticoid)對血糖的生理作用與胰島素(insulin)一致　(D)腎上腺髓質激素對心跳的生理作用與副甲狀腺素一致。
- 4.腎上腺分泌的激素中，何者不是由膽固醇衍生而成？(A)礦物性皮質酮(mineralocorticoids)　(B)糖皮質酮(glucocorticoids)　(C)性激素(sex hormone)　(D)腎上腺素(epinephrine)。(95.二技)
- 5.醛固酮(aldosterone)主要是由腎上腺何處分泌？(A)髓質　(B)網狀帶　(C)束狀帶　(D)絲球帶。(98.7.普)

胰臟

(一)大體解剖(Gross Anatomy)

- 同時屬於內分泌和外分泌

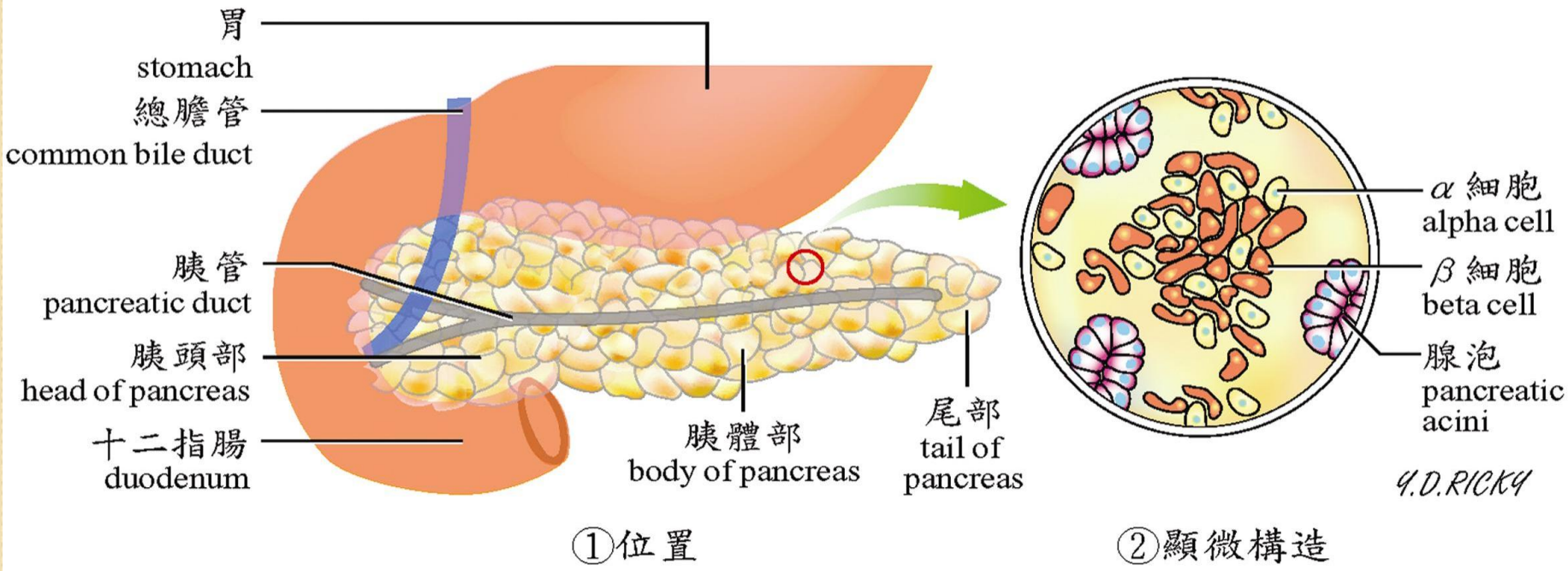


圖 17-17　胰臟

(二)顯微構造(Microscopic Structure)

- 胰臟內分泌部分由細胞群組成，這些細胞群稱為胰島或蘭氏小島(islets of Langerhans)，它含有三種主要細胞：

1.α細胞(alpha cell)：可分泌升糖素(glucagon)。

2.β細胞(beta cell)：可分泌胰島素(insulin)。

3.δ細胞(delta cell)：可分泌體制素(somatostatin)。

(三)胰臟激素的生理作用

- 升糖素(Glucagon)
  - 生理作用

1.促使肝內的肝糖分解。

2.促使**氨基酸**、甘油、乳酸等轉變為葡萄糖，此糖質新生，也會增加血糖含量。

3.可促使細胞利用**脂肪速度增加**，以作為能量來源，**減少葡萄糖的利用**，以升高血糖。

4.受體制素和高血糖抑制

5.脂肪分解太快，具有產酮作用，故又有**產酮效應激素**之稱。

胰島素(Insulin)

- 生理作用 **將多餘葡萄糖用掉或是儲存**

1.加速葡萄糖由血液運送到細胞的速率。

2.增加**ATP的生成**及葡萄糖的利用率。

3.促進肝糖生成(glycogenesis)。

4.減少肝糖分解與糖質新生的發生。

5.刺激葡萄糖或其他營養物質**轉變成脂肪**。

6.加速氨基酸由血液運入細胞並**增加細胞合成蛋白質的速率**。

分泌失調

1.胰島素分泌過量(較罕見)，通常是胰島長瘤所造成，結果使血糖過低而引起各種症狀。

2.**胰島素分泌不足**導致血糖過高及**糖尿病**(diabetes mellitus)，其症狀如下：

(1)有**多吃、多喝、多尿**的三多症狀。

(2)高血糖、尿中有糖，並伴有體重減輕的現象。

(3)脂肪異化增加，導致酮體增加、酸中毒而致昏迷。

(4)由於蛋白質的異化作用，再加上體液含糖，易細菌感染，而使傷口不易癒合。

(5)血中膽固醇含量高，而易併發動脈粥狀硬化性血管疾病。

分泌的調節

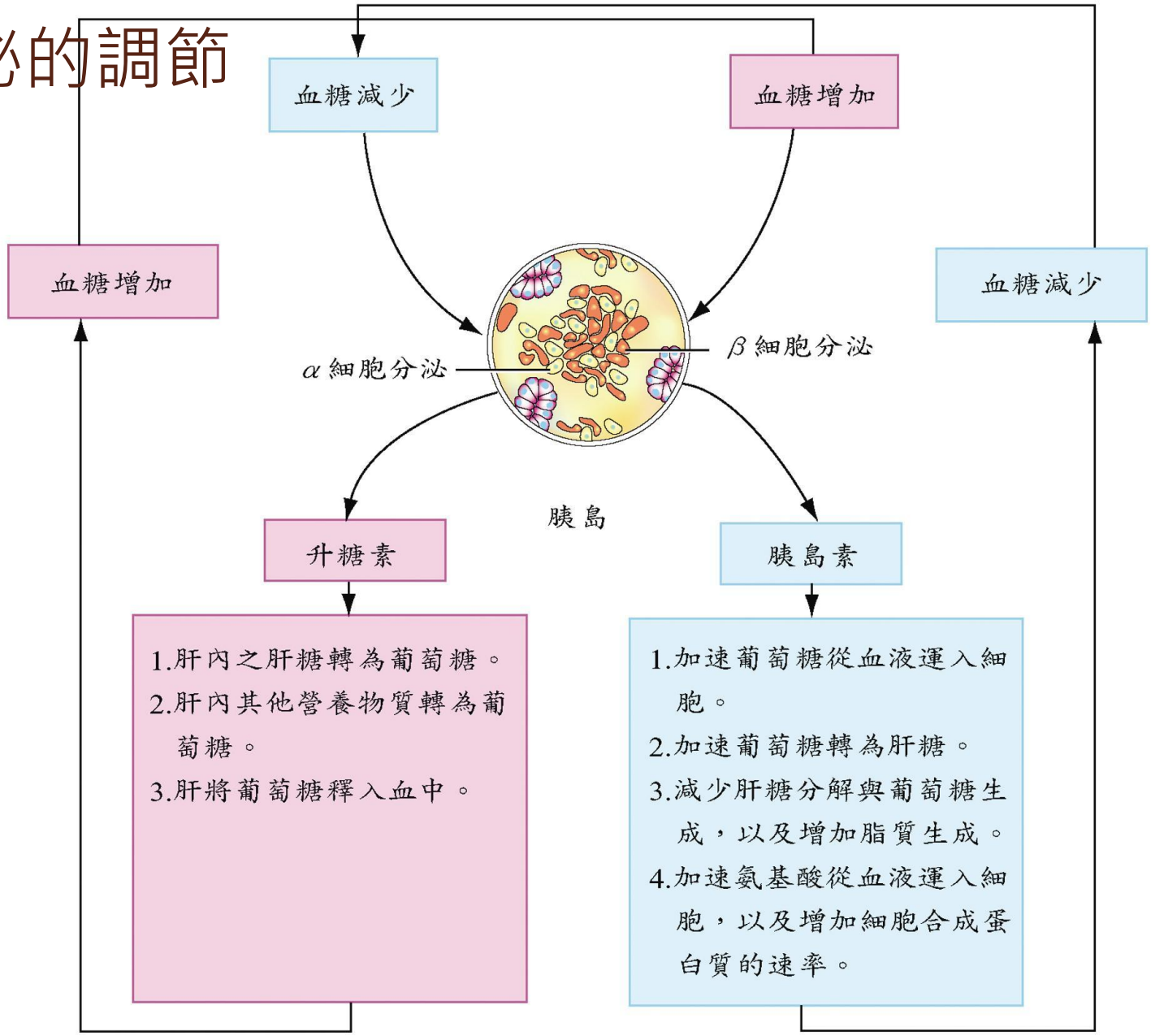


圖 17-18　升糖素與胰島素分泌的調節

體制素(Somatostatin)

- 由胰臟蘭氏小島中的δ細胞分泌的**體制素**相當於下視丘所分泌的生長激素**抑制**因子(GHIF)。
- 其生理作用簡述如下：

1.抑制胃泌素、膽囊收縮素及腸促胰激素的分泌。

2.抑制胃酸的分泌及胃蠕動。

3.抑制胰臟的分泌及膽囊收縮。

4.葡萄糖、氨基酸、脂肪酸的吸收也會被抑制。

5.抑制生長激素的分泌。

6.抑制升糖素及胰島素的分泌。

問題

- 1.刺激胰島素分泌，效果最強的因子是那一個？(A)澱粉　(B)酮酸　(C) 葡萄糖　(D)前列腺素E_2
- 2.下列何者為胰島素(insulin)之生理作用？(A)抑制肝糖(glycogen)合成　(B)促進蛋白質合成　(C)抑制脂肪合成　(D)促進糖質新生(gluco- neogenesis)
- 3.蘭氏小島(islets of Langerhans)有β細胞(βcells)與α細胞(αcells)，其中：(A)β與α細胞皆可分泌胰島素(insulin)　(B)β與α細胞皆可分泌昇糖激素(glucagon)　(C)β細胞可分泌胰島素，α細胞可分泌昇糖激素　(D)β細胞可分泌昇糖激素，α細胞可分泌胰島素。
- 4.下列對激素的敘述，何者正確？(A)胰島素(insulin)是α型細胞所分 泌，體抑素(somatostatin)是β型細胞所分泌　(B)體抑素是α型細胞所分泌，升糖素(glucagon)是β型細胞所分泌　(C)升糖素是δ型細胞所分泌，胰島素是β型細胞所分泌　(D)升糖素是α型細胞所分泌，體抑素是δ型細胞所分泌。
- 5.有關昇醣激素(glucagon)之作用，下列何者不正確？(A)促進肝臟內肝糖分解　(B)促進脂肪組織內脂肪分解　(C)抑制肝臟的糖質新生(gluconeogenesis)　(D)增加血中酮體(ketone bodies)濃度。

卵巢與睪丸

- 卵巢(ovary)
  - 可製造女性激素—**動情素**(estrogen)與黃體素(progesterone)，共同負責女性性徵的發育與維持；並與垂體的性腺激素共同調節月經週期、維持妊娠，使乳腺作好泌乳準備。
  - 卵巢與胎盤也製造鬆弛素(relaxin)，可使恥骨聯合鬆弛；在妊娠晚期協助子宮頸舒張。
- 睪丸(testis)
  - 可製造**睪固酮**(testosterone)，可刺激男性性徵的發育與維持，睪丸也分泌抑制素(inhibin)抑制FSH的分泌。

- 動情素(estrogen)的生理作用
  - 動情素在未懷孕的女性主要是由卵巢的濾泡細胞分泌，懷孕時胎盤亦可大量分泌，其作用如下：

1.促使子宮內膜的基底層增生(增生期)。

2.促使第二性徵發育與乳房發育生長。

3.控制體液與電解質平衡。

4.增加蛋白質同化作用。

5.降低血脂。

6.活化造骨細胞。　停經後容易患骨質疏鬆

7.加速有絲分裂。

8.使皮膚微血管增加及脂肪堆積，使皮膚較光滑。

9.使排卵時子宮頸黏液產生變化。

黃體素(progesterone)之生理作用

- 黃體素又稱助孕素
- 未懷孕的女性主要由卵巢的黃體分泌，懷孕時胎盤亦可分泌，其作用如下：

1.刺激呼吸增加。

2.排卵時，使體溫上升，因此黃體素有產熱激素(thermogenic hormone)之稱。

3.使乳腺腺泡發育成熟，而有泌乳的功能。

4.與動情素一起作用於子宮內膜，使內膜持續增厚，以利受精卵著床。

5.**抑制子宮的收縮，有安胎作用，故又稱助孕素。**

- 鬆弛素(Relaxin)的生理作用

  1.鬆弛恥骨聯合。

  2.鬆弛子宮頸。

- 抑制素(Inhibin)的生理作用
  - 抑制FSH的分泌。

- 睪固酮(Testosterone)的生理作用

1.促進胚胎時生殖器官之發育。

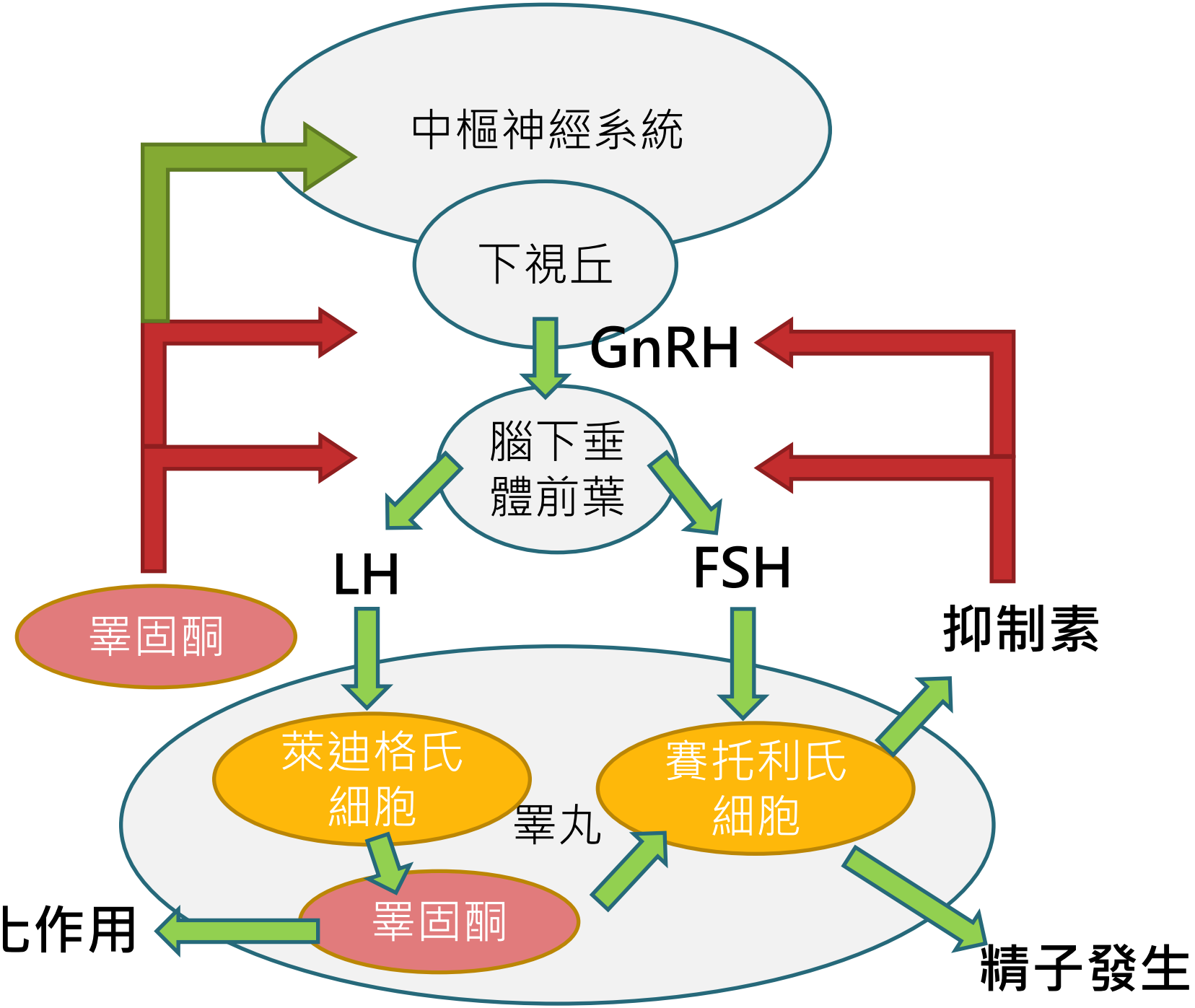
2.促進性慾及男性性行為之表現。

3.促進第二性徵的發育。

4.促進性器官輔助腺體之形成與分泌。

5.促進精子之產生。

6.為同化作用激素，可加速蛋白質合成作用。


中樞神經系統
下視丘
GnRH
腦下垂體前葉
LH
FSH
睪固酮
抑制素
萊迪格氏細胞
睪丸
賽托利氏細胞
睪固酮
雄性化作用
精子發生

問題

- 1.有關人類絨毛膜性腺促素(hCG)的敘述，下列何者錯誤？(A)其作用類似黃體生成素(LH)　(B)由母體卵巢所分泌　(C)可維持母體黃體的分泌　(D)懷孕三個月後濃度下降。(97.二技)

- 2.下列何者可抑制泌乳素之分泌？(A)組織胺　(B)多巴胺　(C)雌激素　(D)黃體素。(00.7.高)

- 3.哺乳婦女常不易再度懷孕，主要因何種腦下腺激素過高所致？(A)動情素(estrogen)　(B)助孕素(progesterone)　(C)性釋素(GnRH)　(D)泌乳素(prolactin)。(01.7.高)

- 4.下列何種激素，只能由胎盤製造，卵巢並不會產生？(A)動情素(estrogen)　(B)黃體素(progesterone)　(C)鬆弛素(relaxin)　(D)人類絨毛膜促性腺激素(HCG)。(03.2.高)

胸腺(thymus)

- 隨著年齡而長大，到青春期達到最大，以後就開始退化並且被大量脂肪組織所取代。
- 胸腺是屬於**淋巴組織器官**，其分泌的激素有胸腺素(thymosin)、胸腺體液因子(thymic humoral factor；THF)、胸腺因子(thymic factor；TF)、與胸腺生成素(thymopoietin)，這些激素能促進T細胞之成熟(見表17-7)。

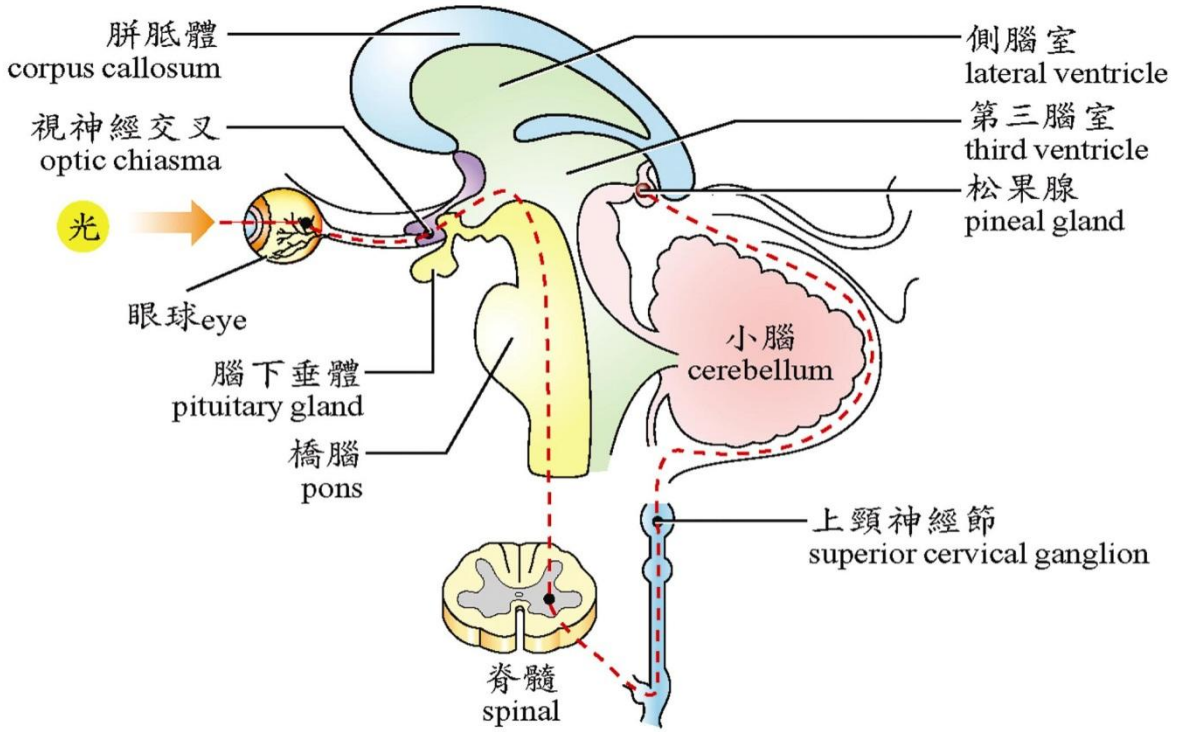
表 17-7　T 細胞及 B 細胞的來源及功能

細胞種類 / 比較項目	T 細胞	B 細胞
分化來源	胸腺	1. 扁桃體 2. 迴腸黏膜下層的培氏斑 3. 闌尾
免疫功能	與細胞性免疫有關	與體液性免疫有關

松果腺(pineal gland)

- 又稱為**腦上腺**(epiphysis cerebri)或腦砂，位於第三腦室頂部。(圖17-19)
- 由神經膠細胞(neuroglia)及具分泌功能的松果腺細胞(pinealocyte)組成。它可分泌**褪黑激素**(melatonin)(又稱為松果腺素)。
- 在青春期後便開始**鈣化**，出現磷酸鈣、碳酸鈣結石，而堆積形成腦砂(brain sand)。

- 光線會**抑制**褪黑激素。
- 褪黑激素的分泌在夜晚較高，白天較低，與生理時鐘有關。



---光線進入松果腺的路徑　圖 17-19　松果腺　Y.D.RICKY

資料來源：麥麗敏（2007）. 新編生理學（二版，第 10-65 頁）. 台北：永大。

問題

- 1.下列那一種內分泌器官之分泌物與生殖系統較無直接的關係？(A)腎 上腺皮質部　(B)松果腺　(C)腦下腺前葉　(D)胸腺。(96.二技)
- 2.下列何種激素的分泌有日夜濃度差異之特色，有助於時差的調適？ (A)胸腺素(thymosin)　(B)醛固酮(aldosterone)　(C)性腺促素(gonado- tropin)　(D)褪黑激素(melatonin)。(95.二技)
- 3.人老化後，下列那一種內分泌器官最容易鈣化？(A)副甲狀腺　(B)腦下腺後葉　(C)松果腺　(D)腎上腺髓質部。(96.二技)
- 4.下列有關內分泌腺體及其分泌的激素，何者正確？(A)松果腺分泌褪黑激素(melatonin)　(B)甲狀腺濾泡細胞分泌降鈣素(calcitonin)　(C)胰臟蘭氏小島之β細胞分泌升糖激素(glucagon)　(D)腎上腺皮質絲球帶分泌糖皮質激素(glucocorticoids)。(97.二技)
- 5.下列何者的分泌主要在黑暗時進行？(A)松果腺　(B)腦下腺　(C)腎上 腺　(D)胸腺。(00.7.高)

其他內分泌組織

- (一)胎盤(Placenta)
  - 胎盤可製造動情素、黃體素、鬆弛素、**人類絨毛膜促性腺激素**(human chorionic gonado-tropin；HCG) 及人類絨毛膜促體乳激素(human chorionic somatomammotropin；HCS)等，這些都與妊娠相關。

- (二)腎臟(Kideny)
  - 缺氧時會釋放腎紅血球生成因子(renal erythropoietic factor)，分泌入血液中，而作用在血漿蛋白質，以製造另一種激素—紅血球生成素(erythropoietin)，以刺激紅血球的形成。
  - 腎臟可幫助維生素D的活化；其近腎絲球器可分泌**腎素(renin)**。

(三)心臟(Heart)

- 心房肌肉細胞尚會分泌心房利尿胜肽鈉因子(atrial natriuretic peptide；ANP)或稱**心房胜激素**(artiopeptin)。
- 可降低血壓，其生理作用簡述如下：

1.增加腎絲球的過濾作用。

2.降低血壓，降低血管平滑肌對許多血管收縮劑的反應。

3.降低腎上腺皮質顆粒層分泌醛固酮之有效反應。

4.**抑制**腎素及血管緊縮素 II 的分泌。

5.**抑制**下視丘分泌抗利尿激素。

- (四)胃(Stomach)及小腸(Small Intestine)
  - 1.胃泌素(gastrin)：
    - (1)胃液分泌增加(包括胃酸及胃蛋白酶原均可增加)。
    - (2)腸胃蠕動增加。
    - (3)賁門及幽門括約肌鬆弛。
    - (4)胃排空速度加快。
    - (5)胃迴腸反射、胃泌素可以使迴盲瓣鬆弛，迴腸蠕動增加。

- 2.胰泌素(secretin)：
  - (1)胃酸分泌減少。
  - (2)胃蠕動減弱，幽門括約肌收縮，胃排空速度減慢。
  - (3)刺激胰臟分泌富含碳酸氫根離子之胰液。
  - (4)刺激肝細胞分泌膽汁。
  - (5)刺激小腸液分泌。

- 3.膽囊收縮素(cholecystokinin；CCK)：
  - (1)胃酸分泌減少。
  - (2)胃蠕動減弱，幽門括約肌收縮，胃排空速度減慢。
  - (3)刺激胰臟分泌富含消化酶之胰液。
  - (4)刺激膽囊收縮排出膽汁。
  - (5)刺激小腸液分泌。
  - (6)促使歐迪氏括約肌(Oddi's sphincter)鬆弛。

- 4.抑胃胜肽類(gastric inhibiting peptide；GIP)及腸抑胃素(Enterogastrone)：
  - (1)抑制胃酸分泌。
  - (2)抑制胃蠕動。
- 5.血管活性腸胜肽(Vasoactive Intestinal Peptides；VIP)：
  - (1)抑制胃酸分泌。
  - (2)抑制胃蠕動。
  - (3)刺激小腸分泌電解質和水。
  - (4)擴張周邊血管。

(五)皮膚

- 皮膚細胞含有去氫膽脂醇(dehydrocholesterol)，在陽光紫外線作用下，可製造維生素D_3(cholecalciferol)，但仍需透過肝臟與腎臟內的酵素催化，轉變成具有活性的$1,25(OH)_2$ Vitamin D_3(圖17-20)。
- 藉此活化型式的Vitamin D_3 刺激腸道內上皮細胞，增加對食物中鈣與磷的吸收。

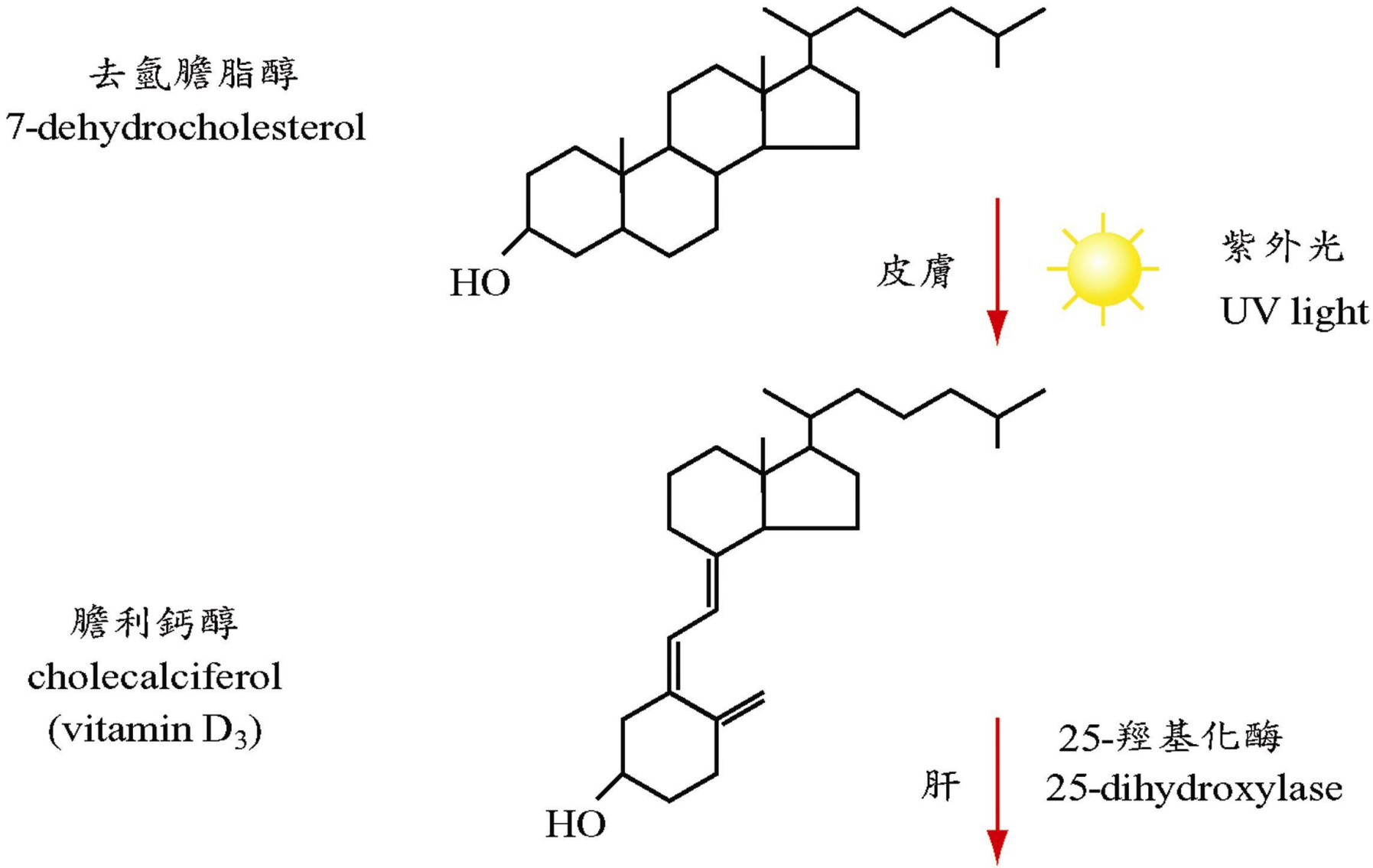


圖 17-20　活化維生素 D 的過程

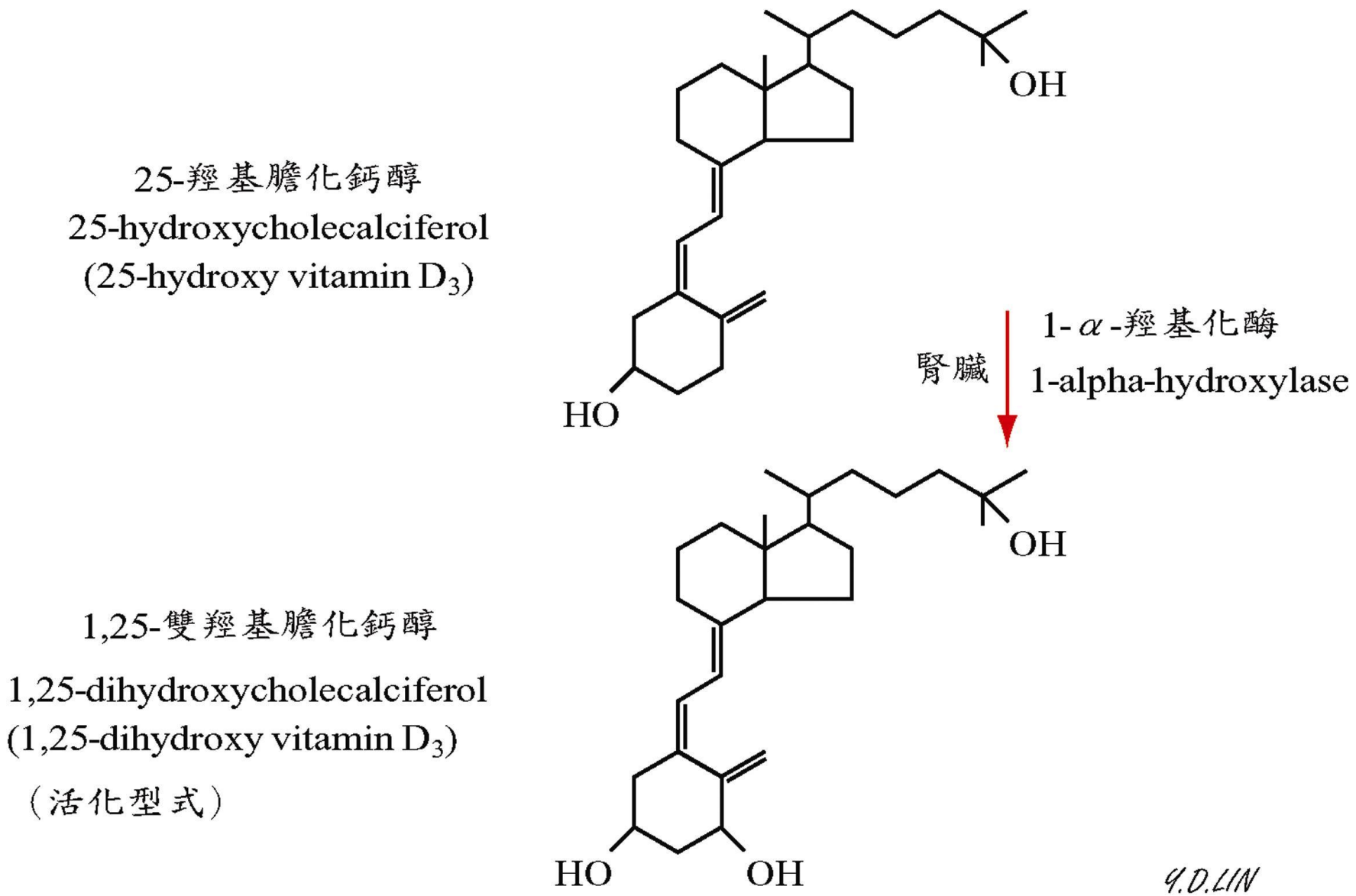


圖 17-20　活化維生素 D 的過程