

3-5 感應與協調



(一)神經元

A、神經元構造：

(1)神經元為一個神經細胞，是神經系統構造和功能的基本單位。

(2)構造：

甲、由細胞本體和細胞突起兩部分組成。

乙、細胞本體：

(a)含細胞核及大部分的細胞質，細胞質中含有核糖體、內質網、及粒線體等重要構造，可進行新陳代謝，以維持神經元的生長。

(b)負責維持神經元的生長和代謝。

丙、細胞突起：

(a)由細胞本體向外延伸的構造，又稱為神經纖維，包含樹突和軸突兩部分。

(b)樹突負責接收刺激，並將刺激傳向細胞本體。

(c)軸突負責將神經衝動由細胞本體向外傳至下一個神經元。

(3)有些神經元的神經纖維外面具髓鞘圍繞。

甲、髓鞘由許旺細胞(屬於神經膠細胞的一種)構成，因含豐富的脂質，具有絕緣、保護及加速傳導神經訊息的功能。

乙、相鄰許旺細胞之間並不相連，中斷處稱為郎氏結，可加速神經訊息的傳導。

(4)神經元的分類：

甲、感覺神經元：

(a)又稱傳入神經元。

(b)將外來刺激(受器接受訊號)，如光線、溫度、壓力或化學物質傳入中樞神經系統。

(c)型態：樹突長，軸突短。

(d)樹突連接受器，軸突連接聯絡神經元。

乙、聯絡神經元：

(a)數量最多的神經元，負責連繫感覺神經元與運動神經元。

(b)中樞神經系統主要由聯絡神經元構成，能整合與處理輸入的訊息。

(c)型態：樹突短，軸突短。

(d)樹突連接感覺神經元，軸突連接運動神經元。

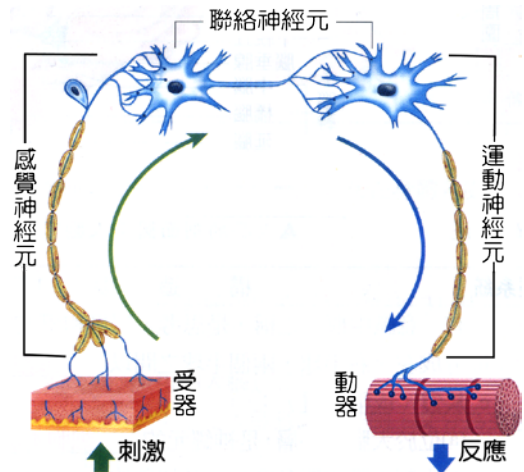
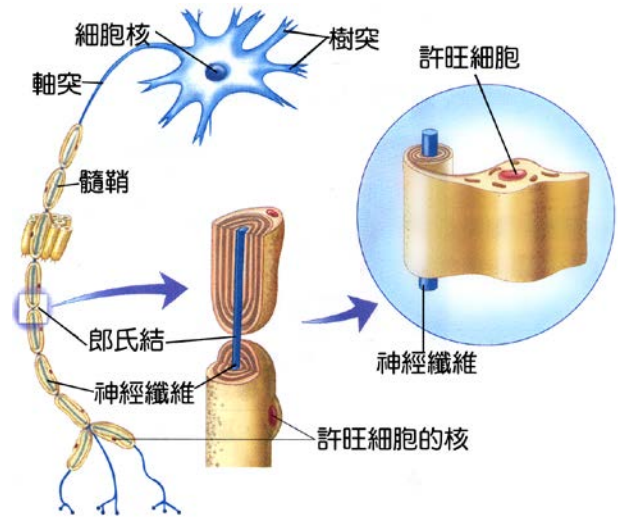
丙、運動神經元：

(a)又稱傳出神經元。

(b)將來自中樞神經系統的神經衝動傳導到肌肉或腺體等動器，引發身體的活動。

(c)型態：樹突短，軸突長。

(d)樹突連接聯絡神經元，軸突連接動器。



(5) 訊息的傳遞：

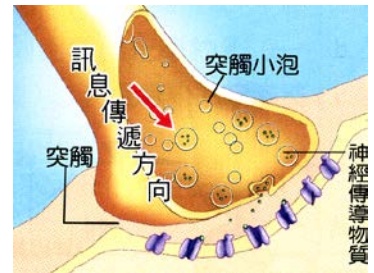
甲、基本途徑：

刺激 ⇨ 受器 ⇨ 感覺神經元 ⇨ 中樞(聯絡神經元) ⇨ 運動神經元 ⇨ 動器 ⇨ 反應。

乙、突觸：

甲、一個神經元的軸突與另一神經元的樹突間之小空隙，稱為突觸。

乙、當神經衝動延著軸突傳至突觸時，突觸前神經元末梢會釋放神經傳導物質，將神經衝動傳給突觸後神經元。 ⇨ 造成神經單向傳遞。



丙、神經傳導物質：常見的有乙醯膽鹼、正腎上腺素等。

(a) 突觸前部釋放的神經傳遞物質可影響動器的反應，如正腎上腺素會引起心跳變快，乙醯膽鹼會使心跳變慢。

(b) 神經傳遞物質如果分泌量不足，或突觸後神經元受體的功能異常，神經訊息的傳遞就會受阻，嚴重者甚至造成疾病，如巴金森氏症、老人癡呆症等。

丙、傳遞原理：藉由細胞內外離子的移動使膜電位發生改變，引起神經衝動以傳遞訊息。



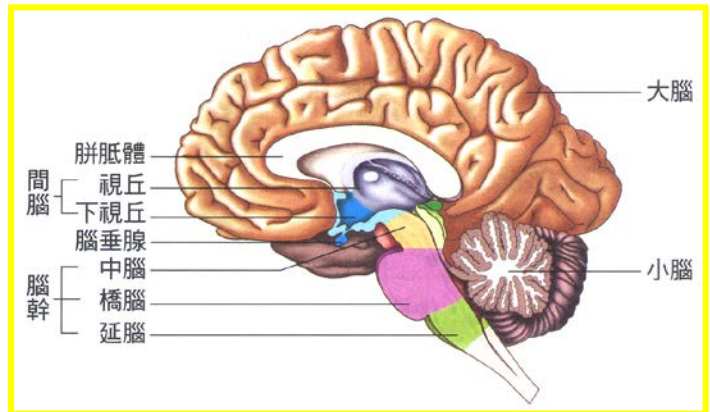
(二) 中樞神經系統

A、中樞神經的特性：

- (1) 質地柔軟、脆弱，外圍有膜和骨骼保護。
- (2) 包含腦和脊髓，腦又分為大腦、間腦(視丘+下視丘)、小腦和腦幹(中腦+橋腦+延腦)。
- (3) 能將受器傳來的刺激訊息進行整合，並傳遞命令到動器執行。

B、大腦：

- (1) 位於腦的最上端，重量約占人腦的80%，是腦部最膨大的部分。
- (2) 意識中樞，也是思考、記憶和學習的重要部位。
- (3) 中央縱裂成溝，將大腦分為左、右兩半球，兩個半球之間以胼胝體相連。胼胝體是由神經纖維所構成。



(4) 灰質(皮層)：

- 甲、大腦外層是神經元之細胞本體集中的區域，具有許多皺褶和溝狀構造，顏色較深，又稱為灰質或皮質。
- 乙、為中樞神經系統的整合中心，可蒐集、處理、貯存傳入的訊息，做出適當的反應，並產生思想及情緒。
- 丙、皮質各區具有其特殊的功能，如感覺區、運動區。

(5) 白質(髓質)：大腦內層主要是神經纖維通過的部位，顏色較淺，稱為白質或髓質。

(6) 每一大腦半球各自接受其對側的感覺信號，如左手的觸覺信號會傳入右大腦半球，所以一側腦中風的人，常會發生對側身體感覺的喪失或癱瘓。

C、間腦：位於大腦下方，包括視丘和下視丘。

(1)視丘：

甲、來自感覺神經元的訊息經此處傳入大腦皮質。

乙、大部份神經訊息傳遞至此，必須更換神經元，才能傳入大腦皮質的感覺區，但嗅覺除外。

(2)下視丘：

甲、食慾、口渴、體溫、性慾及情緒行為等調節中樞。

乙、可分泌多種內分泌激素，所分泌的激素可調控腦垂腺的分泌。

D、小腦：

(1)位於大腦的後下方，腦幹的背側，也分為兩個半球。

(2)協調身體各部位骨骼肌的活動，進而維持身體的平衡，有平衡中樞之稱。

E、腦幹：

(1)位於間腦的下方，小腦的腹側，包括中腦、橋腦和延腦。

(2)中腦：位於間腦與橋腦之間，是視覺、聽覺反射中樞。

(3)橋腦：位於延腦上方，將神經衝動自大腦傳至小腦半球。

(4)延腦：

甲、呼吸、心搏等反射中樞，與生命機能的維持密切相關，稱生命中樞。

乙、也具有咳嗽、吞嚥、分泌唾液、打噴嚏與嘔吐的反射中樞。

丙、『植物人』是指大腦的主要功能喪失，但是腦幹的功能仍完整。

『腦死』是指腦幹壞死，功能完全喪失，導致呼吸及心跳完全停止的狀態。

F、脊髓：

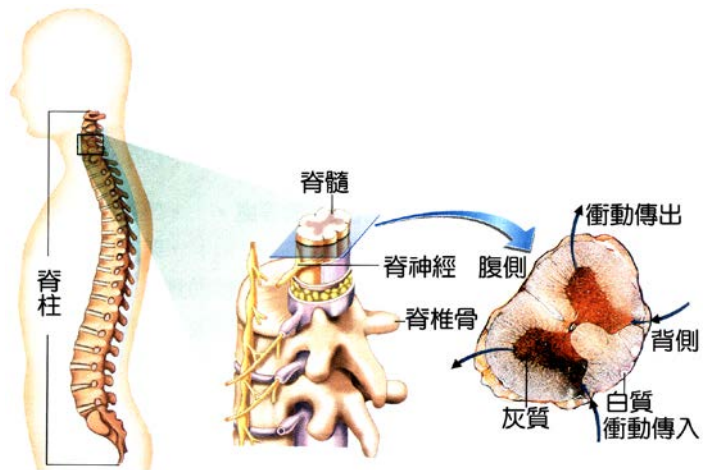
(1)位於脊柱中，上接延腦，向下延伸至腰椎，是身體重要的反射中樞。

(2)脊柱是由許多脊椎骨上下串連而成的構造，其有保護脊髓的功能。

(3)內部為灰質，呈蝶型，含有許多神經元的細胞本體。

(4)外部為白質，含有許多連結到腦或身體各部的神經纖維。

(5)神經衝動從背側傳入，從腹側傳出。



(三)周圍神經

A、特性：

(1)從腦和脊髓發出，用以支配肌肉、腺體及感覺器官的神經。

(2)包含感覺神經及運動神經。

項目	位置	功能
感覺神經	受器和神經中樞之間	將受器接受的訊息傳入到神經中樞
運動神經	神經中樞和動器之間	將神經中樞整合的訊息傳出到動器

B、種類：依據發出的位置可分為：

(1)腦神經：

- 甲、從腦發出，共有 12 對。
- 乙、將眼、耳、口、鼻及頭部衝動的神經衝動傳至腦部。
- 丙、將腦部發出的神經衝動傳至動器。

(2)脊神經：

- 甲、自脊髓發出，共有 31 對。
- 乙、感覺神經將神經衝動從脊髓背側傳入，從脊髓腹側離開，兩者在脊髓附近形成一條脊神經。
- 丙、感覺神經元的細胞體位於脊髓腹側的神經；
運動神經元的細胞體則位於腹側的神經。
- 丁、可作為反射作用食的神經傳導路徑。

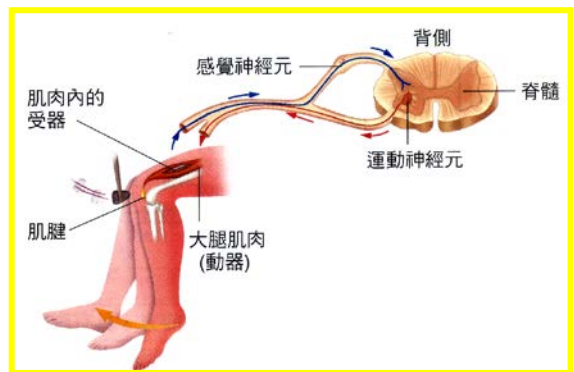
項目	數目	發出	分布	功能
腦神經	12 對	腦部	頭部、上半身內臟	負責頭部和內臟的訊息傳遞
脊神經	31 對	脊髓	軀幹、四肢、下半身內臟	負責四肢、軀幹及內臟的訊息傳遞



(四)反射

A、定義：

- (1)受器接受刺激後所產生的神經衝動，由大腦以外的神經組織(脊髓、中腦等)傳到動器而產生的無意識反應。
如：眨眼、瞳孔縮小或放大、膝跳反射等。
- (2)神經系統對刺激所產生的立即反應，可以爭取時效，減低傷害，具有保護作用。



B、特性：

- (1)不經大腦思考，有固定形式，具有節省大腦腦力、爭取時間、減少傷害等功能。
- (2)反射為動物的簡單行為，為個體生存及適應環境的方式。
- (3)無脊椎動物依然有反射行為，例如：蝦蟹將眼柄縮回。

C、依發生反射部位，可區分為：

- (1)肢體反射：以脊髓作為反射中樞，例如：膝跳反射。
- (2)內臟反射：以延腦作為反射中樞，例如：吞嚥反射。
- (3)瞳孔反射：以中腦作為反射中樞，使瞳孔縮小，以保護眼睛。

D、反射弧：反射的神經傳導途徑。

(1)最簡單的反射弧：

- 甲、僅涉及受器、感覺神經元、運動神經元和動器，不經聯絡神經元。
- 乙、膝跳射弧：受器→感覺神經元→運動神經元→動器(大腿肌肉收縮，小腿彈起)。

(2)一般的反射弧：

傳導途徑中包含聯絡神經元，如手遇熱縮回的反射。



(五)骨骼

A、骨骼：

(1)由硬骨和軟骨構成，可分為中軸骨骼與附肢骨骼。

甲、中軸骨骼：

(a) 分布在身體中軸區域，可保護內臟器官。

(b) 如頭骨、脊椎骨、胸骨、肋骨。

乙、附肢骨骼：

(a) 分布在四肢，可協助肌肉，完成個體運動。

(b) 如上肢骨、下肢骨、肩帶及腰帶。

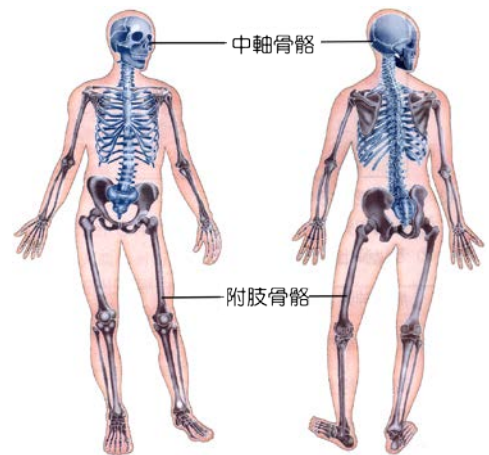
(2)骨骼的功能：

甲、支撐身體，純持姿勢。

乙、作為肌肉附著的支架。

丙、圍成空腔保護內部柔軟的器官。

丁、有些骨骼內部的骨髓，如髓骨，有製造血球的功能。



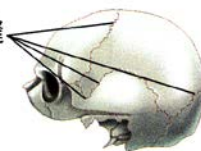
B、關節：兩塊硬骨相接之處。

(1)不動關節：

甲、硬骨連接穩固，無法移動，如頭顱骨骼的關節。

乙、構成頭顱的骨彼此以鋸齒狀的邊緣緊密嵌合，稱為縫合線。

顱骨縫合線



(2)可動關節：

甲、受肌肉牽引，分別作不同程度的活動。肱骨與肩胛骨間的肩關節(可多方向活動)、肘關節和膝關節(僅作單向活動)。

乙、韌帶：位於動關節外圍，連結兩硬骨以固定硬骨位置。

丙、軟骨：位於硬骨兩端，防止硬骨互相摩擦。

丁、滑液膜：位於兩軟骨間的空腔周圍，可分泌滑液減少軟骨間的摩擦。



(六)肌肉

A、肌肉：

(1)構成肌肉的細胞成細長纖維狀，又稱為肌纖維，可分為三種：

甲、平滑肌：負責內臟的蠕動。

乙、骨骼肌：可牽動骨骼，產生運動。

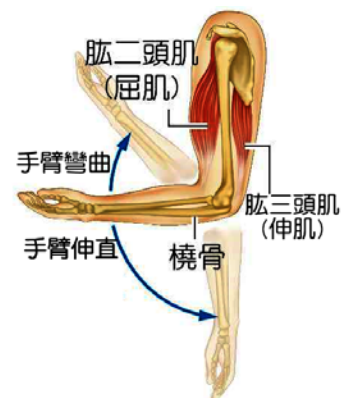
丙、心肌：使心臟搏動。



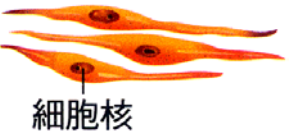
(2)每一關節通常由一對肌肉控制其活動。

如：控制肘關節的二頭肌(屈肌)和三頭肌(伸肌)。

成對的屈肌和伸肌，在關節活動時是相反的，稱為拮抗作用；

進行拮抗作用的肌肉，稱為拮抗肌。



種類	骨骼肌	心肌	平滑肌
位置	以肌腱附著於骨骼上	構成心臟	構成內臟及血管壁
橫紋	有	有	無
細胞核	多核，位於細胞邊緣	單核，位於細胞中央	單核，位於細胞中央
意識支配	隨意肌	不隨意肌	不隨意肌
收縮力	強	中	弱
特色	強而有力且迅速的運動	自律性的搏動	輕微緩慢的運動
圖示	 細胞核 橫紋	 細胞核 橫紋	 細胞核

(3) 骨骼肌的拮抗作用：

甲、拮抗肌：

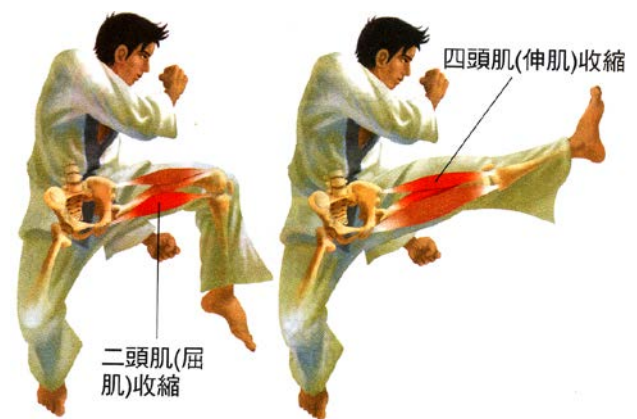
運動時互相收縮與舒張的成對肌肉。

(a) 屈肌：收縮時能使關節彎曲。

(b) 伸肌：收縮時能使關節伸直。

乙、人體進行隨意運動時，互相拮抗的肌肉必須收縮—舒張互相配合。

丙、運動神經末梢會釋放出乙醯膽鹼，使肌肉產生收縮。



(七) 內分泌系統

A、腺體的種類：

(1) 外分泌腺(有管腺)：

腺體分泌的物質經特殊的導管運送，分泌物多為酵素或廢物，如汗腺、消化腺等。

(2) 內分泌腺(無管腺)：

甲、腺體內分泌：腺體分泌的物質(激素)，無特殊的導管運送，而是以血液來運送。

乙、內分泌系統由內分泌腺組成，可分泌激素(荷爾蒙)。

(3) 激素的特性：

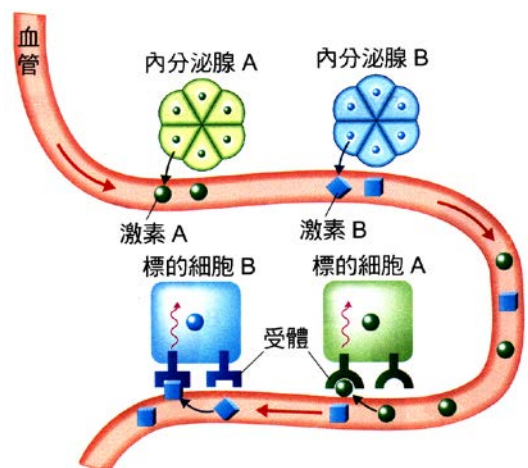
甲、無專門管腺輸送，而是經由血漿運送，又稱為無管腺。

乙、可聯繫全身的細胞，但只有標的細胞具有專一性受器，能和特定的激素產生作用。

丙、血液中只要有微量的激素存在，即能產生明顯的生理變化。

丁、有些激素在平時含量很低，只有在需要時才會增加分泌量，產生作用。

戊、激素所需量少，但作用顯著，因此激素對細胞的敏感性高，過多或過少對個體都有不利的影響。



己、激素的化學成分差異很大，有些是蛋白質，例如：胰島素、生長素等。
有些是脂質性的類固醇，例如：葡萄糖皮質素、動情素、睪固酮等。

構造	輸送管道	別稱	分泌物	實例
內分泌腺	隨血液循環輸送	無管腺	激素(荷爾蒙)	甲狀腺、腦垂腺、胰島
外分泌腺	藉特定管道輸送	有管腺	多種	汗腺、皮脂腺、消化腺

(4) 激素的分泌量：

- 甲、激素的濃度可能受到其他內分泌腺的影響。
- 乙、也可能由迴饋控制的方法，使激素達到合適的濃度。
- 丙、激素的分泌量必須適中，過多或過少都有可能影響生理作用甚至引發疾病。

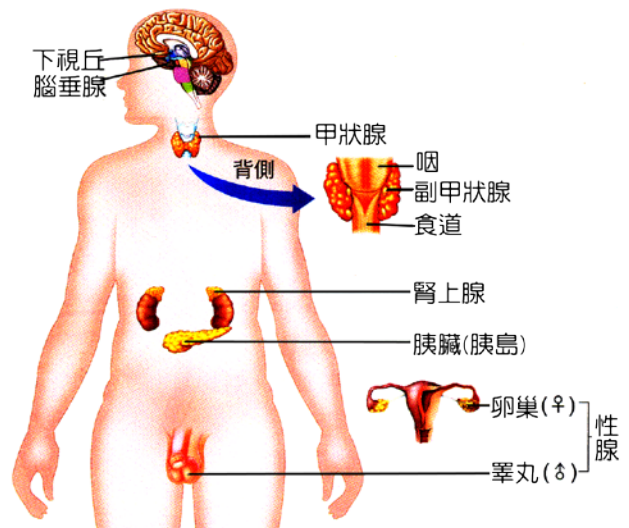
B、人體主要的內分泌腺：

(1) 腦垂腺：

- 甲、位置：位於下視丘下方，分為前葉和後葉。
- 乙、功能：

(a) 前葉分泌的激素：

- I. 促甲狀腺素、促腎上腺皮質素及促性腺素等：可影響其他內分泌腺機能。
- II. 生長激素：
 1. 可促進醣類、脂質的分解及蛋白質的合成，促進生長。
 2. 幼年時若分泌過多，會漸漸發育成巨人症。
 3. 幼年時若分泌過少，則將導致為侏儒症。
 4. 若在成人時分泌過多，因身高不能再增加，僅在身體末端加大，如指尖、鼻端及耳垂等處肥大，稱為末端肥大症。
- III. 催乳激素：可促進乳腺的發育和乳汁的分泌。

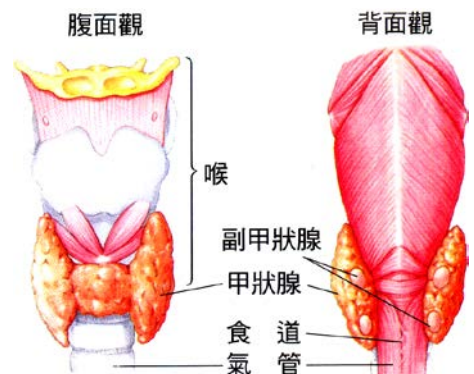


(b) 後葉：本身並不製造激素，但可貯存和釋放來自下視丘的激素。

(2) 甲狀腺

- 甲、位置：位於喉下方氣管甲狀軟骨兩側，分為左右兩葉，兩葉間有峽部相連。
- 乙、功能：可分泌甲狀腺素和降鈣素。
- 丙、甲狀腺素：

- (a) 能調節全身細胞的代謝速率。
- (b) 如兒童時期分泌不足，可能導致發育遲緩或智能不足，稱為呆小症。
- (c) 當甲狀腺機能亢進時，甲狀腺素的分泌量過多，使體內儲藏的醣類及脂肪因代謝加速、體重減輕且有易緊張、煩躁、神經質，且極易疲勞但又不能入眠及雙手顫抖等症狀，若伴有眼球突出的症狀，則稱為突眼性甲狀腺腫。



(d) 當甲狀腺機能低落時，則新陳代謝低落，體溫下降，常伴有脂肪堆積及皮下積水的症狀，稱為黏液性水腫。

丁、降鈣素：促使血液中鈣離子進入骨骼中堆積，使血鈣下降，具調節血鈣的功能。

(3)副甲狀腺：

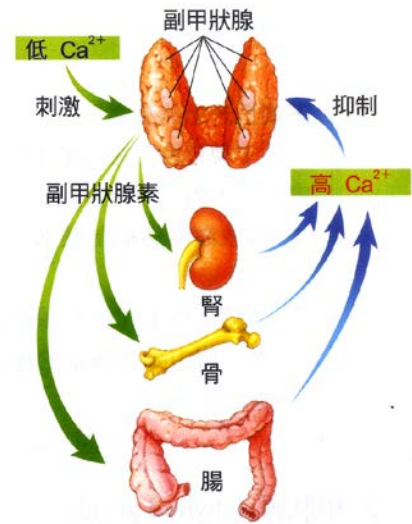
甲、位置：包埋在甲狀腺內的背面，共有四顆。

乙、功能：可分泌副甲狀腺素。

丙、促使骨骼中的鈣離子釋放入血液中。並使小腸細胞增加對鈣離子的吸收、降低腎臟對鈣離子的排泄，使血鈣上升，與甲狀腺分泌的降鈣素一起調節血液中的鈣離子濃度。

丁、血液中的鈣離子濃度直接影響副甲狀腺素的分泌：

- (a) 當血鈣濃度高時，會抑制副甲狀腺的分泌。
- (b) 當血鈣濃度低時，副甲狀腺的分泌便增加。
- (c) 血液中鈣離子的濃度對副甲狀腺的分泌，具有迴饋控制的作用。



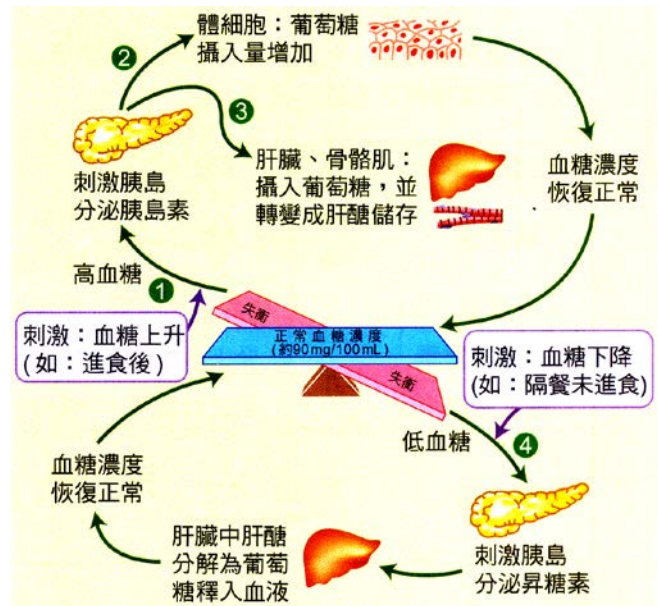
(4)胰島：

甲、位置：位於胰臟內。

乙、功能：可分泌胰島素和升糖素等。

丙、胰島素：

- (a) 可促進身體細胞吸收血液中的葡萄糖，也可使肌肉和肝臟的細胞把吸收的葡萄糖轉變為肝醣儲存起來，因此具降低血糖的功能。
- (b) 當胰島素分泌不足時，會使血糖上升，而使尿液中出現葡萄糖，稱為糖尿病。
- (c) 若胰島素分泌過多，則血液中的葡萄糖被細胞吸收利用的也較多，因而血糖降低，當其低至某一程度時，便會引起心悸、飢餓、神經緊張及痙攣等症狀。



丁、升糖素：

- (a) 可刺激肝臟細胞，將肝醣轉變為葡萄糖，釋放到血液中，使血糖上升。
- (b) 升糖素與胰島素的功能互為拮抗。

戊、血糖恆定的調節：

- (a) 進食後血糖增加，刺激胰島釋出胰島素。
- (b) 體細胞及肝臟將血糖利用或儲存。
- (c) 血糖若太低，促使升糖素分泌，血糖因而回復至正常濃度。

(5)腎上腺：

甲、位置：位於腎臟上方，可分為兩層。外層是皮質，內部是髓質。

乙、功能：

(a) 腎上腺皮質：可分泌葡萄糖皮質素和礦物性皮質素。

I.葡萄糖皮質素：

可促進細胞內的蛋白質分解為胺基酸，再使胺基酸轉變為葡萄糖，以增加血糖濃度，故能因應長期壓力。

II.礦物性皮質素：

可調節體內鈉、鉀等離子及水分的平衡。

(b) 腎上腺髓質：可分泌腎上腺素和正腎上腺素。

I.腎上腺素：

可促使肝臟和肌肉細胞中的肝醣快速被分解為葡萄糖，也使心搏、呼吸加快及腸胃運動變慢，以應付緊急情況(短期壓力)。

II.正腎上腺素：

可促使小動脈管壁內的肌肉收縮，因而會增加血壓。

III.與血糖恆定有關的激素：

激素	作用	分泌處	作用
胰島素	使血糖下降	胰島中β細胞	(1)肌肉和肝細胞：將葡萄糖→肝醣儲存 (2)其他體細胞：分解葡萄糖產生能量
升糖素	使血糖上升	胰島中α細胞	肌肉和肝細胞：將肝醣→葡萄糖
葡萄糖皮質素		腎上腺皮質	糖質新生：使蛋白質、脂質→葡萄糖
腎上腺素		腎上腺髓質	肌肉和肝細胞：將肝糖→葡萄糖
簡示圖	<p>The diagram illustrates the metabolic pathways of glucose. On the left, a blue box labeled '蛋白質、脂質' (Protein, Fat) has a purple arrow labeled '葡萄糖皮質素' (Glucocorticoid) pointing to a pink box labeled '葡萄糖' (Glucose). From the '葡萄糖' box, a yellow arrow labeled '胰島素' (Insulin) points to a green box labeled '肝醣' (Glycogen). A return arrow labeled '腎上腺、升糖素' (Adrenaline, Glucagon) points from '肝醣' back to '葡萄糖'.</p>		

(6)性腺：

甲、構造：包括睪丸和卵巢。除分泌激素外，也分別是男性和女性的生殖器官。

乙、睪丸：

(a) 產生精子。

(b) 分泌雄性激素(睪固酮)，促進第二性徵表現及生殖器官的發育與維持。

(c) 分泌少量的雌性激素。

丙、卵巢：

(a) 產生卵。

(b) 分泌多量的雌性激素—動情素及黃體素。

I.動情素：促進子宮內膜的增厚和第二性徵的表現。

II.黃體素：

1.又稱為助孕素，由黃體細胞分泌。

2.使子宮內膜在卵受精後持續增厚，以利受精卵著床，並刺激乳腺發育，同時抑制子宮收縮，以完成受孕與胚胎發育的準備工作。

(c) 分泌少量的雄性激素。

範例 1 (105 學測)

下列何種物質由人體某一組織產生後，分泌至血液中，經循環系統運送至其他組織或器官，以發揮調節的目的？

(A)ATP (B)抗體 (C)激素 (D)酵素 (E)消化液。

【答案】：C

範例 2

下列何者為神經系統與內分泌系統的共同特徵？

(A)接收刺激並做出適當的反應 (B)協調體內細胞之間的作用 (C)反應時間快且持續很久 (D)皆可以透過血液運輸訊息 (E)皆受到下視丘的影響。

【答案】：ABE

範例 3

人體胰臟可分泌調控血糖的胰島素，也會分泌含有多種消化酶如胰蛋白酶的胰液。下列相關敘述哪些正確？

(A)飲食後胰島素分泌量會增加以降低血糖濃度 (B)胰蛋白酶可將食物中的蛋白質分解成胺基酸再行吸收 (C)胰島素和胰蛋白酶由胰臟細胞分泌後皆經血液運送到目標細胞作用 (D)胰島素和胰蛋白酶皆能降低代謝作用活化能以增加反應速率 (E)人體胰臟兼具內、外分泌腺的功能。

【答案】：AE

範例 5

胰島素具有下列哪些作用？

(A)促使血液中的葡萄糖快速進入細胞 (B)促進細胞氧化葡萄糖 (C)促進肝臟中貯存的肝糖分解成葡萄糖 (D)促進肝臟和肌肉細胞將葡萄糖轉變成肝糖貯存 (E)促進蛋白質轉變成葡萄糖。

【答案】：ABD

範例 6

下列有關人體神經系統的敘述，哪些正確？

(A)神經元細胞體含有細胞核，負責神經元的生長和代謝 (B)神經衝動由前一個神經元的樹突末端傳至後一神經元的軸突 (C)大腦與小腦皆分為左、右兩個半球 (D)脊髓是訊息傳遞的重要通道與肢體的反射中樞 (E)腦幹位於大腦上方，為人體心跳及呼吸的反射中樞。

【答案】：ACD

範例 7

下列有關脊髓的敘述，何者錯誤？

(A)上接腦幹 (B)主要控制人體軀幹、四肢和內臟的反射作用 (C)構造內部為灰質，外部為白質 (D)位於脊椎骨內可製造血球 (E)與脊神經共同組成周圍神經系統。

【答案】：BDE

範例 8

人體血液中的哪些激素濃度升高，可以提升體內的血糖濃度？

(A)升糖素 (B)甲狀腺素 (C)胰島素 (D)腎上腺素 (E)腎上腺皮質素。

【答案】：ADE

範例 9

下列哪些屬於不經大腦的反射行為？

(A)看到蚊子就打下去 (B)走路時，兩手自然擺動 (C)緊張得不斷搓手
(D)喉嚨癢忍不住咳嗽 (E)強光照眼睛時，瞳孔收縮。

【答案】：BDE

範例 10

下列有關於「反射」，哪些正確？

(A)反射不需經大腦意識判斷 (B)聽覺與視覺的反射中樞為脊髓 (C)反射可以使身體在最短時間內脫離危險，具有保護作用 (D)可以減輕大腦工作的負擔 (E)大腦意識無法得知有沒有進行過反射動作。

【答案】：ACD

範例 11

延腦具有下列哪些功能？

(A)吞嚥的反射中樞 (B)咳嗽的反射中樞 (C)血壓的反射中樞
(D)聽覺的反射中樞 (E)呼吸的調節中樞。

【答案】：AB

範例 12

下列有關內分泌腺和其所分泌激素的配合，哪些正確？

(A)卵巢—動情素 (B)卵巢—黃體素 (C)甲狀腺—升糖素
(D)腎上腺皮質—腎上腺素 (E)性腺—睪固酮。

【答案】：ABE

範例 13

下列有關神經突觸的敘述，其中正確的是：

(A)突觸是兩神經元相會合處 (B)突觸只允許衝動由軸突末端傳到另一神經元的樹突、細胞體或軸突 (C)神經衝動在突觸的傳導速率較在神經纖維上的傳導速率快 (D)神經衝動經過突觸是藉分泌化學物質而完成的 (E)承(D)此化學物質隨時皆存在突觸間，以利衝動的傳導。

【答案】：ABD