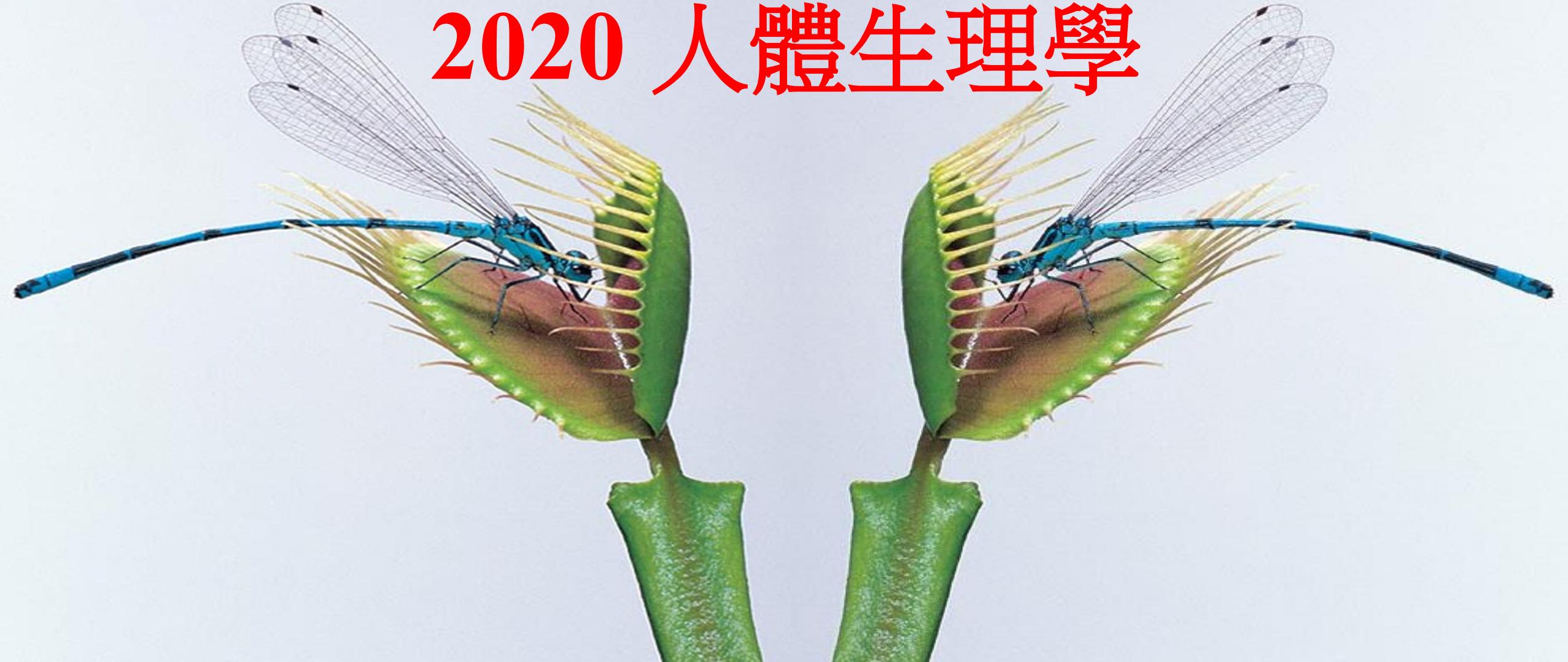


2020 人體生理學



Fang Tung Jing MD, MS, PhD, PhD.



房同經

醫學博士MD

理學碩士MS(生理及生物物理學)

哲學博士PhD(細胞生理學)

工學博士PhD(醫工材料學)

當職

教育部部定教職及碩博士導師(1989~)

科技部醫工計畫主持人(~2020)

台北榮民總醫院內科部特聘主治醫師

國防醫學中心三軍總醫院內科部心臟內科

國防醫學院醫學系, 生理學科及醫科所

國立陽明大學醫學院醫學系

國立台北科技大學電資學院(及MIT合作實驗室)和通識中心

國立台灣科技大學醫工研究所及應用科學研究所

國立台北護理健康大學護理學院

健康源自簡單及善良

For You



There are two great days in a person's life . The day we are born and the day we discover why .

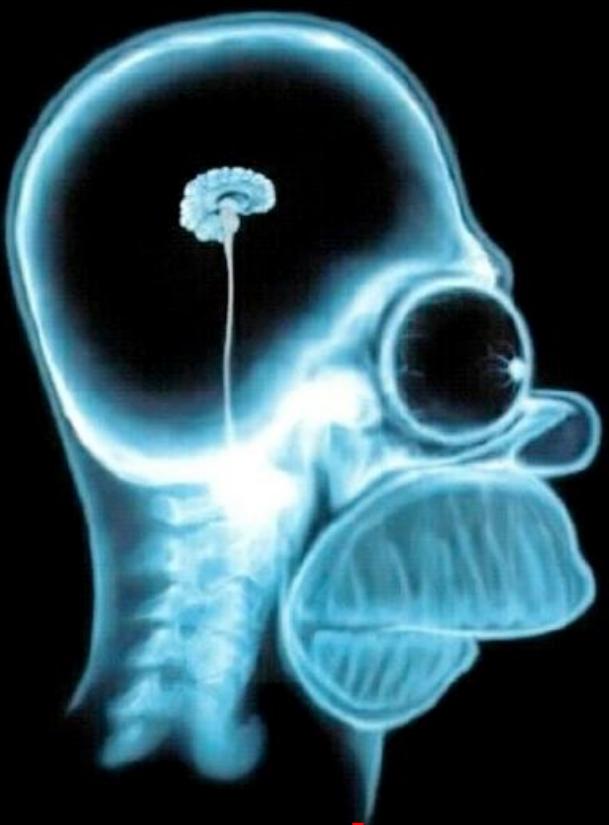


To my teachers
For inspiring me
To my students
For constantly challenging me
To my family
For unconditional support me

For your support, caring and love
During these challenging years
And always.

Learning at the University Level

We are shaped by
our experiences



We don't just learn with our brain, but also with our intuition and heart.

Play運用冒險

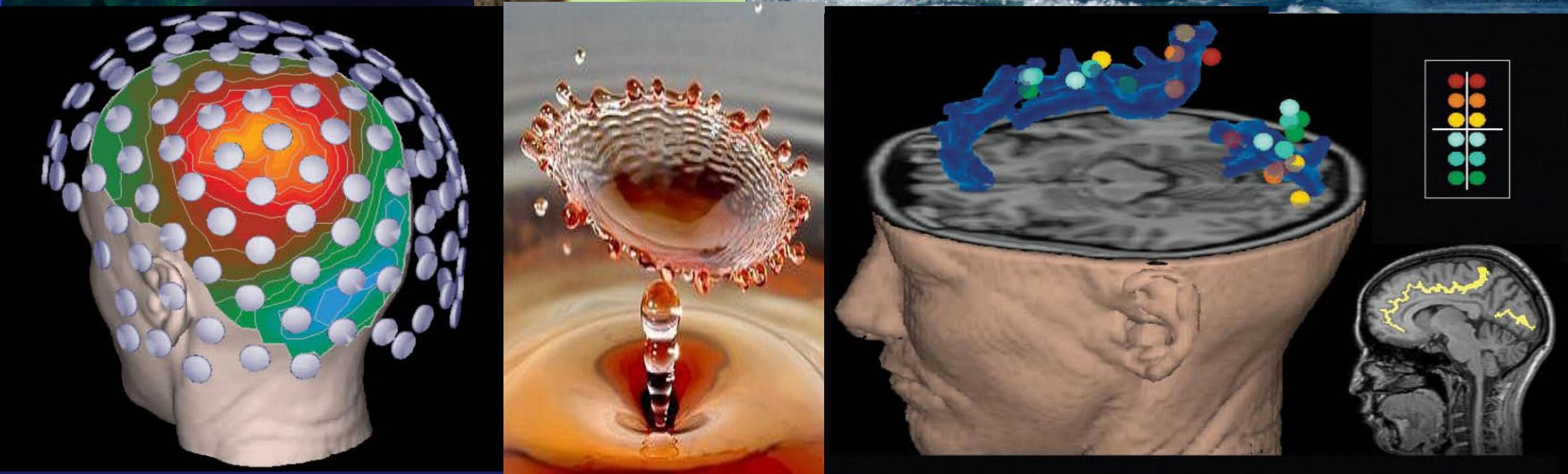
Passion發揮熱情

Purpose懷有抱負



Communication
Critical thinking
Collaboration
Creativity

The real goal however.....
is to avoid





ippelin
mitines



Signaling



Mobile Apps

人體生理學



緒論

- 1-1 何謂生理學？
- 1-2 人體的結構層級
- 1-3 人體內在環境的控制

本章大綱

- 1-1 何謂生理學？
- 1-2 人體的結構層級
 - 基本組織
 - 人體的系統及其功能
- 1-3 人體內在環境的控制
 - 恆定
 - 負迴饋
 - 正迴饋
 - 神經及內分泌的調節

學習目標 *Objectives*



- 1. 瞭解生理學的研究內容、發展歷程，以及生理學與醫學的關係。
- 2. 簡要說明人體的四種基本組織、11個系統的組成和功能。
- 3. 掌握內在環境與恆定。
- 4. 理解人體生理功能的迴饋調節、神經和內分泌調節。

Introduction

- 生理學(**physiology**)是
 - 生物學(biology)的一個分支
 - 研究生物功能活動規律的科學
 - 研究生命活動規律的科學。
 - 人們對生命活動規律的認識來自於臨床或實驗，故生理學理論是實驗現象或實驗結果的總結，生理學又是一門實驗性科學。

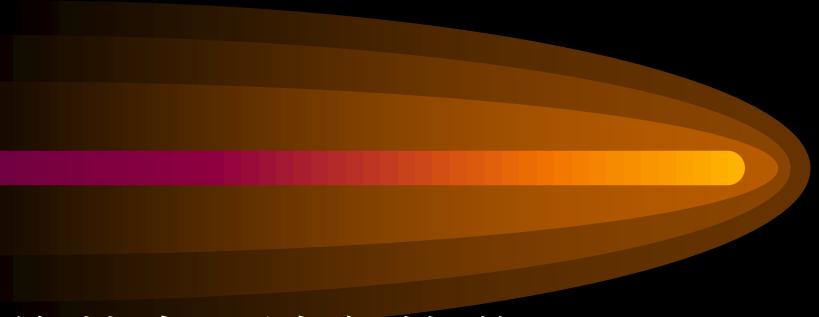
- 透過對單細胞生物到高等動物基本生命活動的觀察和研究，發現生命現象主要表現出六方面的作用：
 - 代謝(metabolism)
 - 反應性(responsiveness)
 - 運動(movement)
 - 生長(growth)
 - 分化(differentiation)
 - 生殖(reproduction)。
- 完成這些作用需要生物體內在環境的恆定，並需要體內各種細胞、組織、器官和系統的共同協調發揮作用才能實現。

- 人體四種基本組織：上皮、結締、神經、肌肉
- 人體11個系統：皮膚、肌肉、骨骼、神經、內分泌、心血管、淋巴、呼吸、消化、泌尿、生殖。
- 維持這些具有不同功能、不同組織、不同系統的穩定，需要人體內具有完善的自動調控系統來完成，如迴饋調節、神經及內分泌調節。

1-1 何謂生理學(Physiology)？

- 是研究生物體及其各組成部分正常功能活動規律和機制的一門學科。
- 主要研究呼吸、消化、循環、生殖、泌尿、神經、內分泌、肌肉運動等各部位構造的功能和活動規律。
- 主要任務在於從分子、細胞、組織、器官及系統等不同層次，闡明人體表現出的各種生命現象、生理功能及其發生機制、產生條件，以及內外環境變化對其生理功能的影響，並揭示各種生理功能在整體生命活動中的意義。

- 1628年，英國的生理學家William Harvey撰寫了《心臟與血液的運動》一書
→ 此為生理學成為一門獨立學科之里程碑。
- 1902年，英國生理學家William Bayliss和Ernest Starling發現激素「胰泌素」(secretin)。
- 1921年，加拿大的Frederick Banting和他的學生Charles Best發現胰島素(insulin)。
- 1982年，澳洲醫生Barry Marshall和病理學家Robin Warren證實幽門螺旋桿菌(*Helicobacter pylori*)引起消化性潰瘍。

- 
- 生理學與醫學具有密切的聯繫。
 - 醫學中關於疾病問題的理論研究是以人體生理學的基本理論為基礎
 - 經由醫學實踐又可以檢驗生理學理論是否正確，並不斷以新的內容和新的問題豐富生理學理論和推動生理學研究。
 - 人體生理學是醫學的一門基礎理論科學。
 - 生理學的每一個進展都會對醫學產生巨大的推動作用。
 - 例如，糖尿病發病機制是在胰島內分泌生理研究中闡明的；而心肺製備生理實驗方法的建立則為心臟外科手術的體外循環技術提供了基礎。

二十世紀以來生理學的主要成績

年 代	研究者	成 績
1900	I. Pavlov	研究條件反射
1900	K. Landsteiner	發現 ABO 血型
1904	I. Pavlov	研究消化生理，發現主要消化腺的分泌規律
1910	H. Dale	描述組織胺的性能
1918	E. Starling	描述心臟的收縮力與循環血量的關係
1921	J. Langley	發現自主神經系統的功能
1923	F. Banting, C. Best, J. Macleod	發現胰島素
1932	C. Sherrington, L.E. Adrian	發現神經細胞的功能
1936	H. Dale, O. Loewi	發現神經衝動的化學傳遞
1939- 1947	A. von Szent-Györgyi	闡述 ATP 的功能
1949	H. Selye	闡述壓力 (stress) 的一般生理反應
1949	G. Marmont, K.S. Cole, A.L. Hodgkin, A.F. Huxley, B. Katz	電壓鉗實驗 (voltage clamp)
1953	H. Krebs	發現檸檬酸循環 (tricarboxylic acid cycle)

1954	H. Huxley, J. Hanson, R. Niedergerde, A. Huxley	提出肌肉收縮的肌絲滑動學說
1962	F. Crick, J. Watson, M. Wilkins	發現 DNA 的雙螺旋結構及其對生物遺傳資訊傳遞的意義
1963	J. Eccles, A.L. Hodgkin, A. Huxley	研究神經細胞間的訊息傳遞機制
1971	E. Sutherland	發現激素調節作用的機制
1976	E. Neher, B. Sakmann	測量單通道離子電流和電導的膜片鉗技術 (patch clamp)
1977	R. Guillemin, A. Schally	發現肽類激素是由腦合成的
1981	R. Sperry	解釋大腦左右半球的功能和專長
1986	S. Cohen, R. Levi-Montalcini	發現調節神經系統的生長因子
1994	A. Gilman, M. Rodbell	發現 G 蛋白 (G-protein) 在細胞訊號傳遞中的作用
1998	R. Furchtgott, L. Ignarro, F. Murad	發現一氧化氮是心血管系統中的訊息分子
2000	P. Greengard, A. Carlsson, E. Kandel	發現多巴胺 (dopamine) 和其他一些訊號傳遞物質如何對神經系統發揮作用
2001	L. Hartwell, T. Hunt, P. Nurse	發現控制細胞週期的關鍵分子
2002	S. Brenner, J.E. Sulston, H.R. Horvitz	發現器官發育惡化細胞程式性死亡的遺傳調節機制

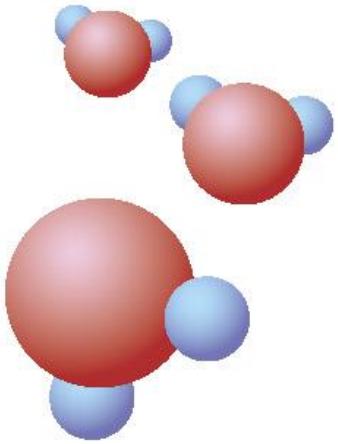
2003	P. Lauterbur, P. Mansfield	核磁共振造影 (MRI)
2004	R. Axel, L. Buck	發現氣味感覺接受器和嗅覺系統結構
2005	B. Marshall, R. Warren	發現幽門螺旋桿菌以及該細菌對消化性潰瘍病的致病機制
2006	A. Fire, C. Mello	發現 RNA 干擾現象
2007	M. Capecchi, M. Evans, O. Smithies	發明「基因標靶」技術
2008	H. Hausen, F. Barré-Sinoussi, L. Montagnier	發現人類乳突瘤病毒 (human papilloma virus, HPV) 引發子宮頸癌；發現人類免疫缺乏病毒 (human immunodeficiency virus, HIV)
2009	E. Blackburn, C. Greider, J. Szostak	發現端粒 (telomere) 和端粒酶 (telomerase) 保護染色體的機制
2010	R. Edwards	發明「體外受精技術」

二十世紀以來生理學的主要成績

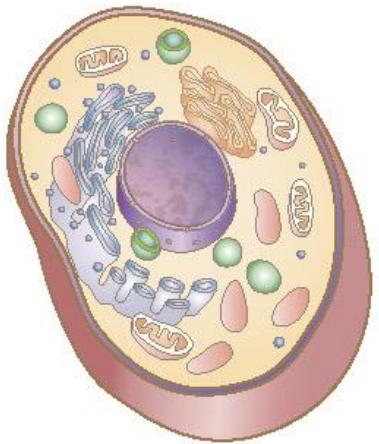
1-2 人體的結構層級

- **細胞(cell)**
 - 細胞是構成人體的最基本的單位。
 - 人體內有多種細胞，如肌肉細胞、神經細胞及血球細胞等。
- **組織(tissue)**
 - 許多胚胎來源相似、並行使相似功能的數群細胞及細胞外基質構成了組織，
 - 人體四種基本組織：上皮組織、結締組織、肌肉組織、神經組織。

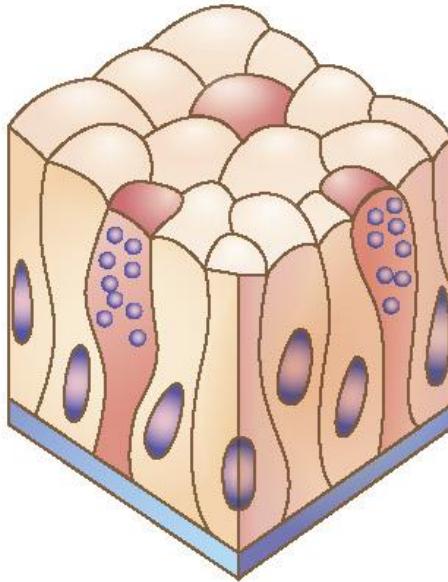
- **器官(organ)**
 - 二種以上的組織組成了器官，能夠共同完成複雜的生理功能，如心臟、肝、肺等。
- **器官系統(organ system)**
 - 行使某種生理功能的不同的器官相互聯繫，組成了器官系統，如循環系統是由心臟、血管以及血液組成。
 - 各個系統相互聯繫、相互調節組成了一個複雜的整體。
 - 人體與環境之間相互影響，環境的變化會影響個體的生命活動，人體在變化的環境中維持正常的生命活動。



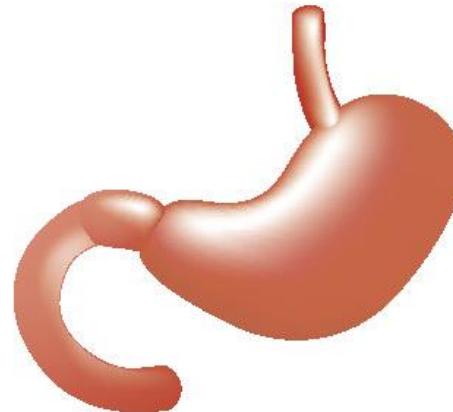
原子及分子



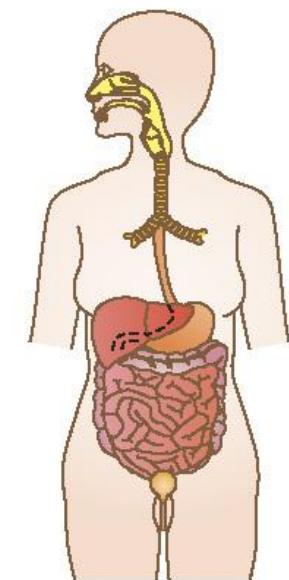
細胞



組織



器官



器官系統

• 人體的結構層級。

◎基本組織

• 一、上皮組織 (Epithelial Tissue)

- 上皮組織由密集的上皮細胞和少量的細胞外基質組成
- 呈膜狀覆蓋在身體表面和體內各種囊、導管、腔的內表面。
- 執行保護、分泌、吸收和排泄等功能
- 不同部位的不同上皮，其功能各有差異。
 - 皮膚的上皮保護其下之組織，免受機械性與化學性傷害和細菌入侵；
 - 消化道上皮可以吸收及分泌物質；
 - 腎臟的上皮具有吸收、分泌與過濾功能；
 - 腺體上皮具有分泌的功能。

– 上皮組織的特徵：

- 1. 細胞排列緊密規則，細胞外基質少。
- 2. 細胞有極性，即朝向體表或器官管腔的游離面和藉基底膜(basement membrane)與深層結締組織相連的基底面。
- 3. 沒有血管，其營養從皮下結締組織的血管擴散獲得
- 4. 具有神經支配。
- 5. 可不斷地更新代替，能在受到傷害時分裂及增生，使組織更新。

– 上皮組織可分為兩大類：

- 被覆與內襯上皮(covering and lining epithelium)
- 腺體上皮(glandular epithelium)

• (一)被覆與內襯上皮

- 依其細胞層數可分為單層及複層，依細胞形狀又可區分為鱗狀、立方及柱狀。
- 1. 單層上皮：
 - (1) 單層鱗狀上皮(simple squamous epithelium)：
 - 由一層扁平的細胞所構成，如鱗片狀，寬且薄。
 - 因為只有一層，特別適於擴散、滲透及過濾等作用
 - 亦可提供器官一層薄而平滑的內襯。
 - 例如肺泡、腎元的腎絲球，以及心臟、血管、淋巴管內襯之內皮、腹膜、胸膜、心包膜等漿膜之內襯等。

- (2) 單層立方上皮(simple cuboidal epithelium)：
 - 細胞呈立方形且排列緊密。
 - 主要功能包括覆蓋、分泌黏液、汗水及酵素等，吸收體液及其他物質。
 - 例如卵巢表面、腎小管、唾液腺管及胰管的內襯；某些腎小管的單層立方上皮表面還有微絨毛。
- (3) 單層柱狀上皮(simple columnar epithelium)：
 - 由單層柱狀細胞所形成，
 - 主要功能包括保護、分泌或吸收。
 - 包括大部分的消化道內襯，以及子宮和輸卵管內襯皆屬此型。

– 2. 複層上皮：

- (1) 複層鱗狀上皮(stratified squamous epithelium)：
 - 最表層為扁平鱗狀上皮細胞，底層為柱狀或多面形上皮細胞。
 - 存在於常摩擦、可能受傷或發生乾燥的區域，例如皮膚、食道、口腔、陰道黏膜層等。
- (2) 複層立方上皮(stratified cuboidal epi-thelium)：
 - 表層由立方形細胞組成，多層排列。
 - 例如成人汗腺的管道、皮脂腺、男性尿道的海綿體、咽部及會厭等。

- (3) 複層柱狀上皮(stratified columnar epi-thelium)：
 - 表層為高且薄的柱狀細胞，底層常由短而不規則的多角形細胞所組成。
 - 主要位於潮濕表面，例如男性尿道內襯、乳腺乳管、咽與軟鑊的表面等。
- (4) 移形上皮(transitional epithelium)：
 - 屬於複層上皮，表面細胞的形狀會改變，使組織能被伸張，
 - 內襯於膀胱、輸尿管以及尿道。

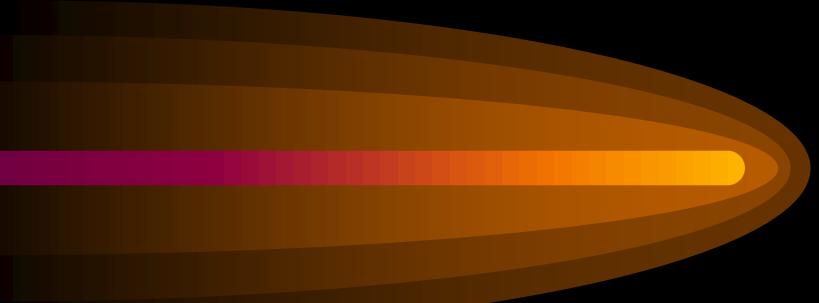
- 3. 偽複層柱狀上皮(**pseudostratified columnar epithelium**)：
 - 以一單層柱狀細胞附著於基底膜，但有些細胞較矮，無法到達表面，因此看似複層上皮；
 - 若具有纖毛則稱為偽複層纖毛柱狀上皮。
 - 存在於很多腺體的較大排泄管道、大部分的上呼吸道及男性生殖道等。



• (二)腺體上皮

- 以分泌功能為主的上皮組織；
- 以腺體上皮為主要成分所構成的器官稱為腺體(gland)。
- 腺細胞的分泌物中含有酶、糖蛋白或激素。

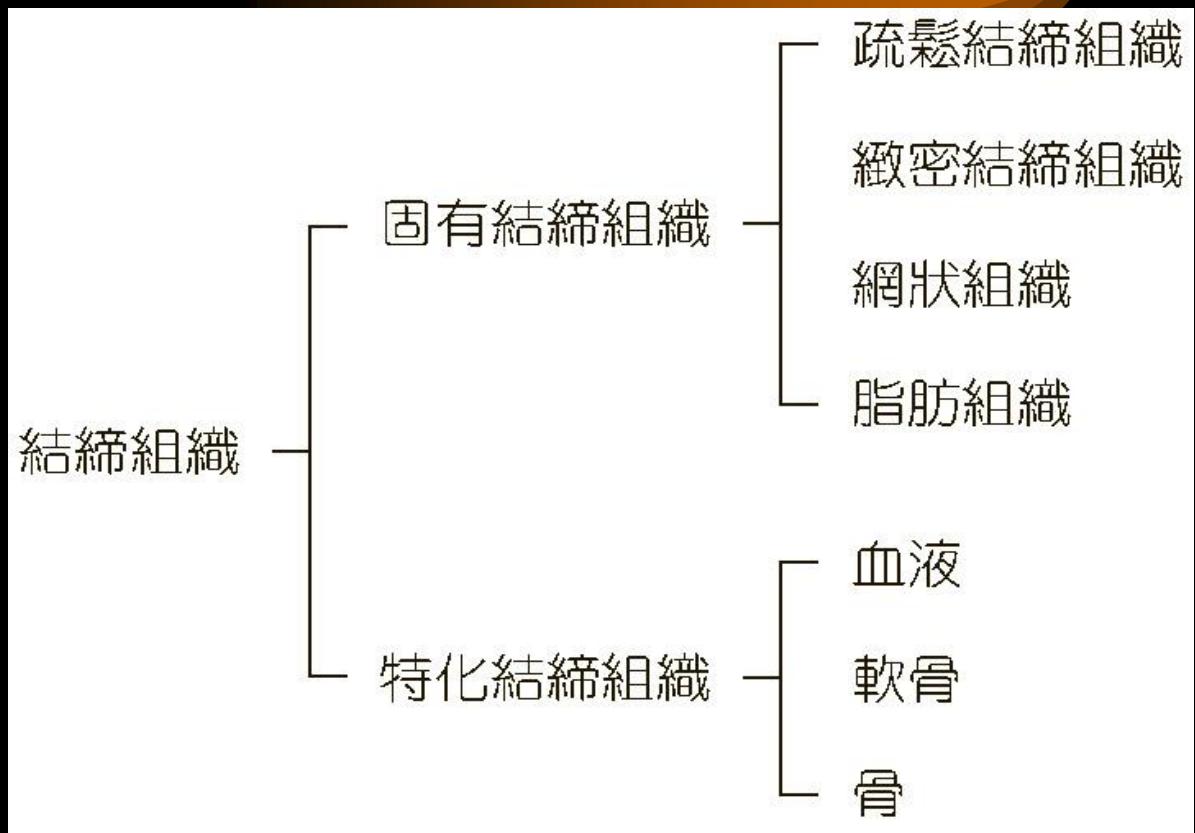
- 腺體上皮根據有無導管分成：
 - 1. 外分泌腺(exocrine gland)，又稱導管腺(duct gland)
 - 指分泌物經導管排至器官管腔或身體表面的腺體，如唾液腺、汗腺、皮脂腺、肝臟、胃腺等。
 - 2. 內分泌腺(endocrine gland)：
 - 指分泌物（稱為激素(hormone)）經血液和淋巴輸送的無排泄導管的腺體，如甲狀腺、腎上腺、腦下腺、胰島等。



• 二、結締組織 (Connective Tissue)

- 結締組織由散布的細胞和大量的細胞外基質(extracellular matrix)組成，是體內含量最多的組織。
- 結締組織具有發達的細胞外基質，其細胞數量較少，但種類較多，分散於細胞外基質之中。
- 一般有豐富的血管和神經分布。
- 結締組織分布廣泛，形態多樣，例如纖維性的肌腱、韌帶、筋膜(fascia)；流體狀的血液；固體狀的軟骨和骨等皆屬之。

- 結締組織可分為兩大類：
 - 固有結締組織(inherent connective tissue)
 - 特化結締組織(special connective tissue)。



– 1. 固有結締組織：

- (1) 疏鬆結締組織(loose connective tissue)：
 - 由細胞成分及細胞外基質構成。
 - 細胞成分包括纖維母細胞(fibroblast)與纖維細胞(fibrocyte)、巨噬細胞(macrophage)、漿細胞(plasma cell)、肥大細胞(mast cell)、脂肪細胞(fat cell)、白血球(leukocyte)及未分化間葉細胞(mesenchymal cell)；
 - 細胞外基質由纖維（膠原纖維(collagen fiber)和彈性纖維(elastic fiber)）、基質(matrix)和組織液組成。
 - 具有支持連接、防禦保護和營養、修復的功能。

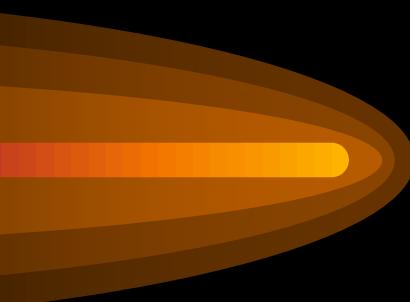
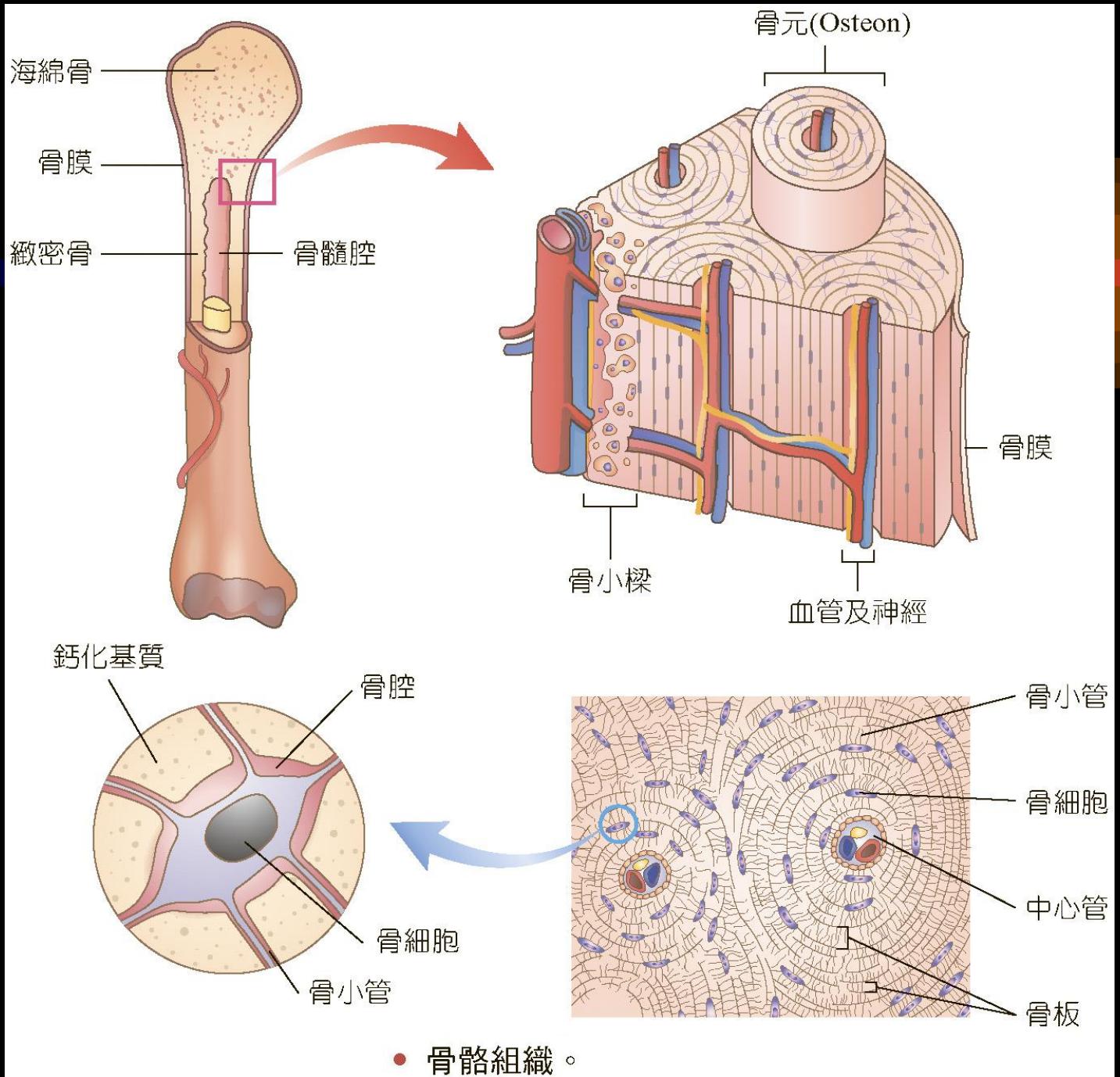
- (2) 緩密結締組織(dense connective tissue)：
 - 纖維較多且排列緊密，主要為膠原纖維和彈性纖維，具保護功能。
 - 例如肌腱及韌帶。
- (3) 網狀結締組織(reticular connective tissue)：
 - 由網狀細胞(reticular cell)和網狀纖維(reticular fiber)構成。
 - 網狀細胞是一種有突起的星形細胞，相鄰的細胞突起相互連接成網。
 - 網狀纖維由網狀細胞分泌產生，網狀纖維交織成網，是網狀細胞依附的支架。
 - 網狀結締組織常為構成造血組織和淋巴組織的基本組成成分，主要位於骨髓、肝、脾、淋巴結以及扁桃體中。

- (4) 脂肪組織(adipose tissue)：

- 是一種特化的疏鬆結締組織，
 - 由大量脂肪細胞構成，
 - 具有儲能、維持體溫、緩衝、保護和填充等作用。

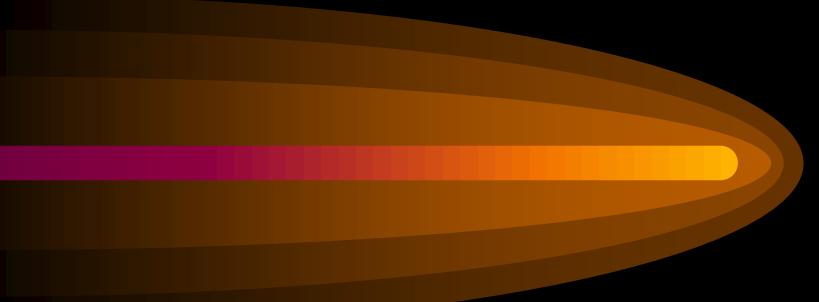
– 2. 特化結締組織：

- (1) 軟骨(cartilage)：
 - 由軟骨細胞、纖維及基質構成，不含血管。
 - 可提供支持及幫助關節運動。
- (2) 骨(bone)：
 - 由大量的鈣化基質形成骨板(lamella)，並以同心圓層狀排列構成骨元(osteon)，或稱為哈維氏系統(Haversian system)。
 - 骨板之間含有骨隙(lacuna)，內含骨細胞(osteocyte)，骨細胞之間可經由骨小管(canalliculi)互相連接（圖1-3）。
 - 骨是一種堅硬的結締組織，主要構成人體的支架，有著支持及保護的作用。



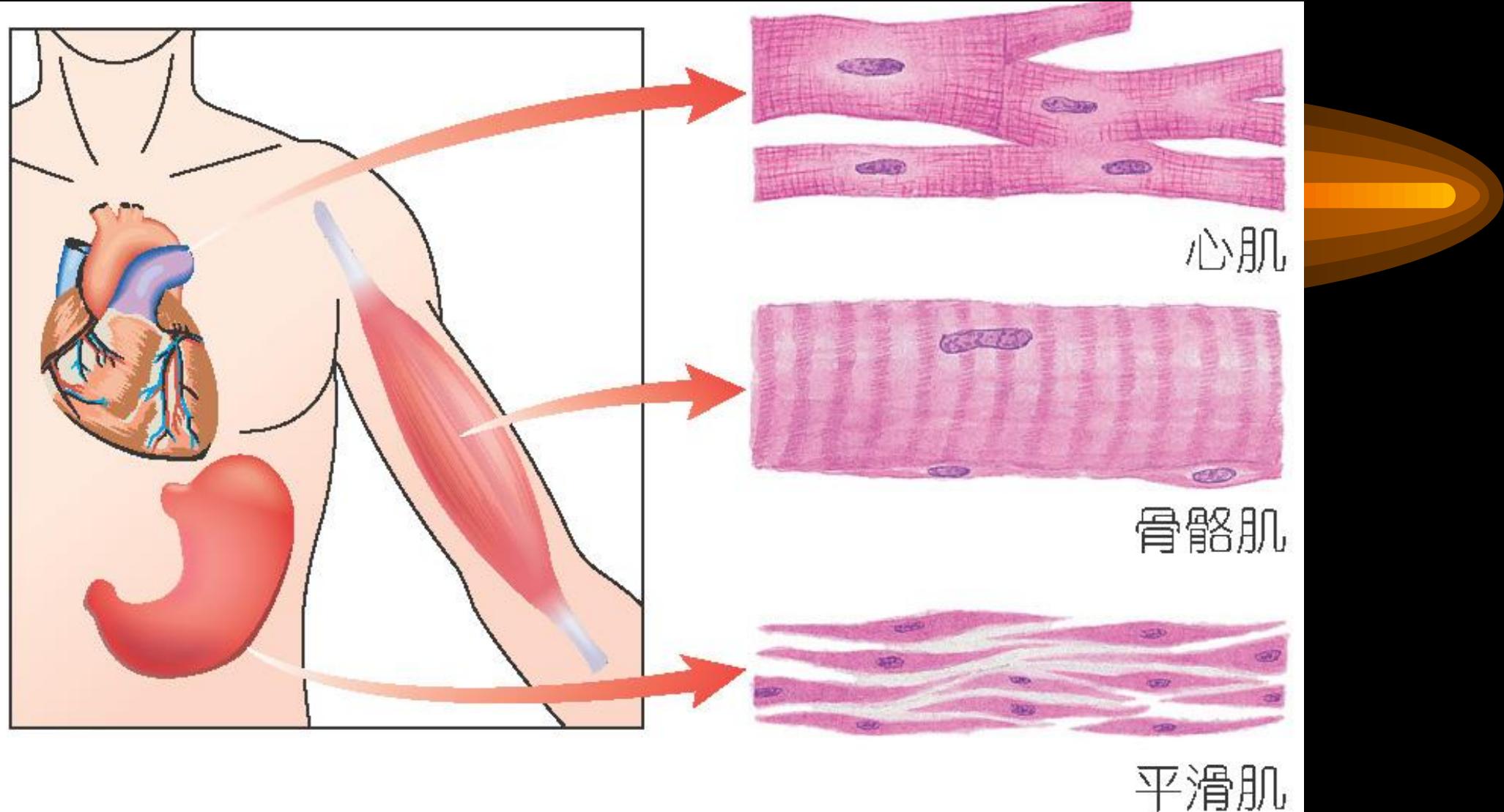
- (3) 血液(blood) :

- 血液也具有豐富的細胞外基質，不同之處在於其基質為液態（血漿），使得血液細胞可自由移動。
 - 血液具有營養、防禦、保護等功能。

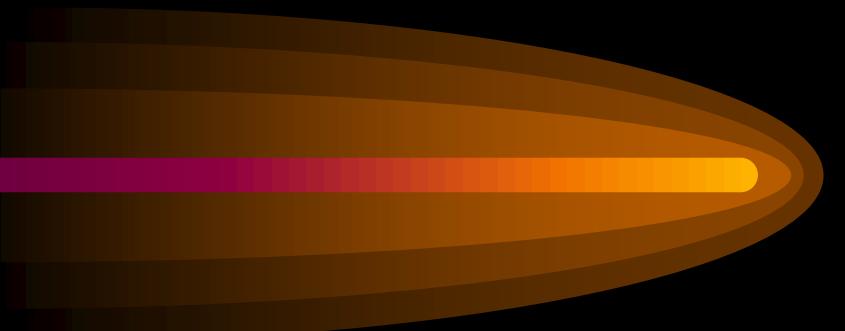


• 三、肌肉組織 (Muscle Tissue)

- 肌肉組織由特殊分化的肌細胞構成，許多肌細胞聚集在一起，被結締組織包圍而成肌束，其間有豐富的微血管和神經纖維分布。
- 主要功能是收縮，個體的各種動作、體內各臟器的活動都由它完成。
- 肌肉組織按其構造、功能及發育可分為三類：骨骼肌、平滑肌和心肌。



■ 肌纖維的分類。



• (一)骨骼肌(skeletal muscle)

- 絝大部分附著於骨骼上，故稱為骨骼肌。
- 在顯微鏡下觀察，呈現明顯之明暗相間橫紋，又稱橫紋肌(striated muscle)。
- 骨骼肌細胞起源於胚胎時期中胚層之間葉細胞(mesenchyme cell)，再由間葉細胞分化成為肌纖維母細胞(myoblast)，其後相鄰之肌纖維母細胞前後相互融合形成多核細胞，再成熟分化為骨骼肌纖維。
- 骨骼肌為隨意肌，受運動神經的支配而收縮。
- 骨骼肌廣泛分布於軀幹、體壁與四肢等處；在內臟分布較少，僅見於消化道前段、呼吸道與泌尿道開口附近。



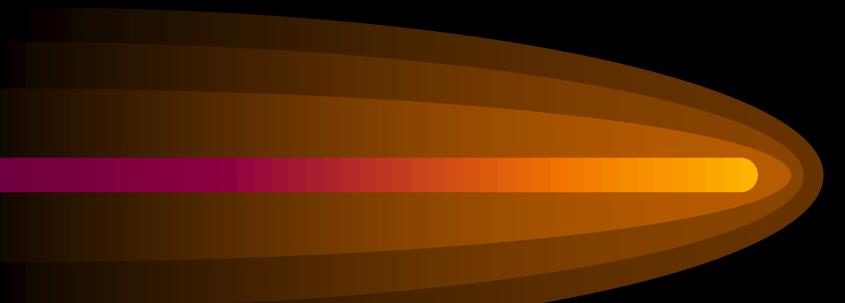
• (二)平滑肌(smooth muscle)

- 平滑肌纖維呈長梭形，細胞內無橫紋。
- 廣泛分布於血管壁和許多內臟器官，故又稱為內臟肌。
- 平滑肌為不隨意肌，其收縮之反應時間較長，能進行長時間收縮。
- 受自主神經及內分泌系統調控，可改變其收縮之頻率與強度。



• (三)心肌 (cardiac muscle)

- 有橫紋，受自主神經支配，屬於有橫紋的不隨意肌，具有興奮收縮的能力。
- 心肌細胞又稱心肌纖維，呈短圓柱形，有分支，其細胞核位於細胞中央，一般只有一個。
- 肌間盤(intercalated disc)
 - 心肌細胞之間以肌間盤(intercalated disc)互相聯結，興奮衝動可經由肌間盤從一個細胞直接傳給另一細胞，使心肌細胞在功能上具有合體細胞的性質，使整個心房肌、心室肌能進行有序而同步的節律性收縮，以執行心臟的泵血功能。



• 四、神經組織 (Nervous Tissue)

- 神經組織由神經元(neuron)和神經膠細胞(neuroglial cell)組成。
- 神經元具有接受刺激和傳導興奮的功能，是神經活動的基本功能單位。
- 神經元的結構可分為細胞體和突起（神經纖維）兩部分。
- 細胞體是神經元的代謝中心，內有細胞核、細胞質、胞器，以及神經細胞所特有的尼氏體(Nissl body)。

- 神經元突起分為**樹突**(dendrite)和**軸突**(axon)。
 - 樹突是由細胞體向外伸出的樹枝狀突起，一般較短，可反覆分支。
 - 軸突通常只有一條，可發出側支，是神經元的主要訊號傳導構造。
 - 軸突末端的細小分支稱為神經末梢，分布到所支配的組織。
- 神經元受刺激後能產生興奮，並能沿神經纖維傳導興奮。
- 神經膠細胞在神經組織中有著支持、保護和營養作用。

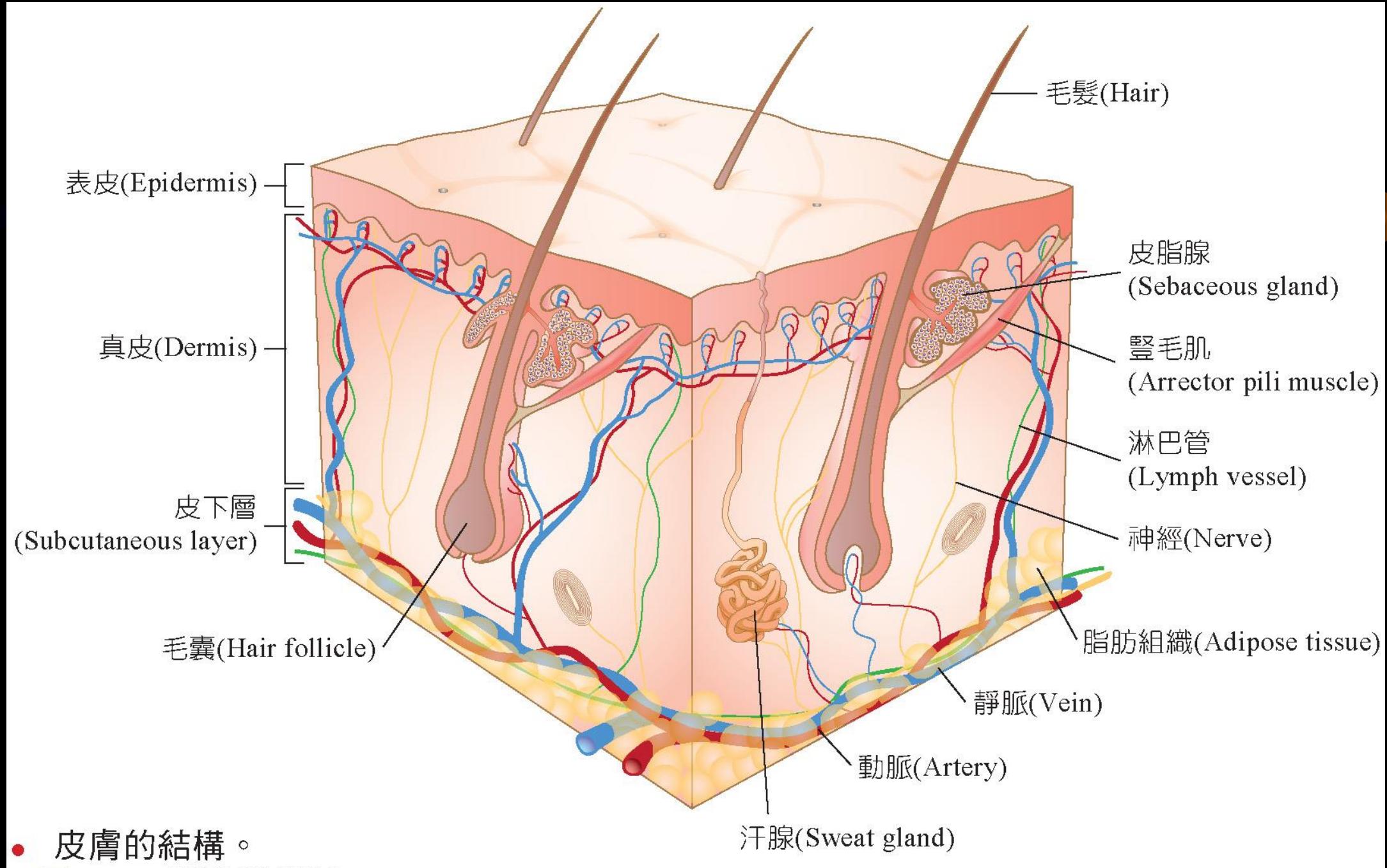
◎人體的系統及其功能

• 一、皮膚系統 (Integumentary System)

- 皮膚系統是由皮膚、毛髮、指甲、汗腺、皮脂腺及神經所組成，
- 毛髮、指甲和分泌腺體是胚胎發生時由表皮衍生的附屬結構，屬於皮膚的附屬器官。
- 全身皮膚的結構基本上是相同的，但不同部位的皮膚在厚度、角化程度、毛髮的有無等方面有差異，
 - 大部分皮膚是有毛髮覆蓋的薄皮膚，
 - 位於手掌、足底的皮膚則是無毛髮覆蓋的厚皮膚。
- 皮膚(skin)是覆蓋於人體表面的最大器官。

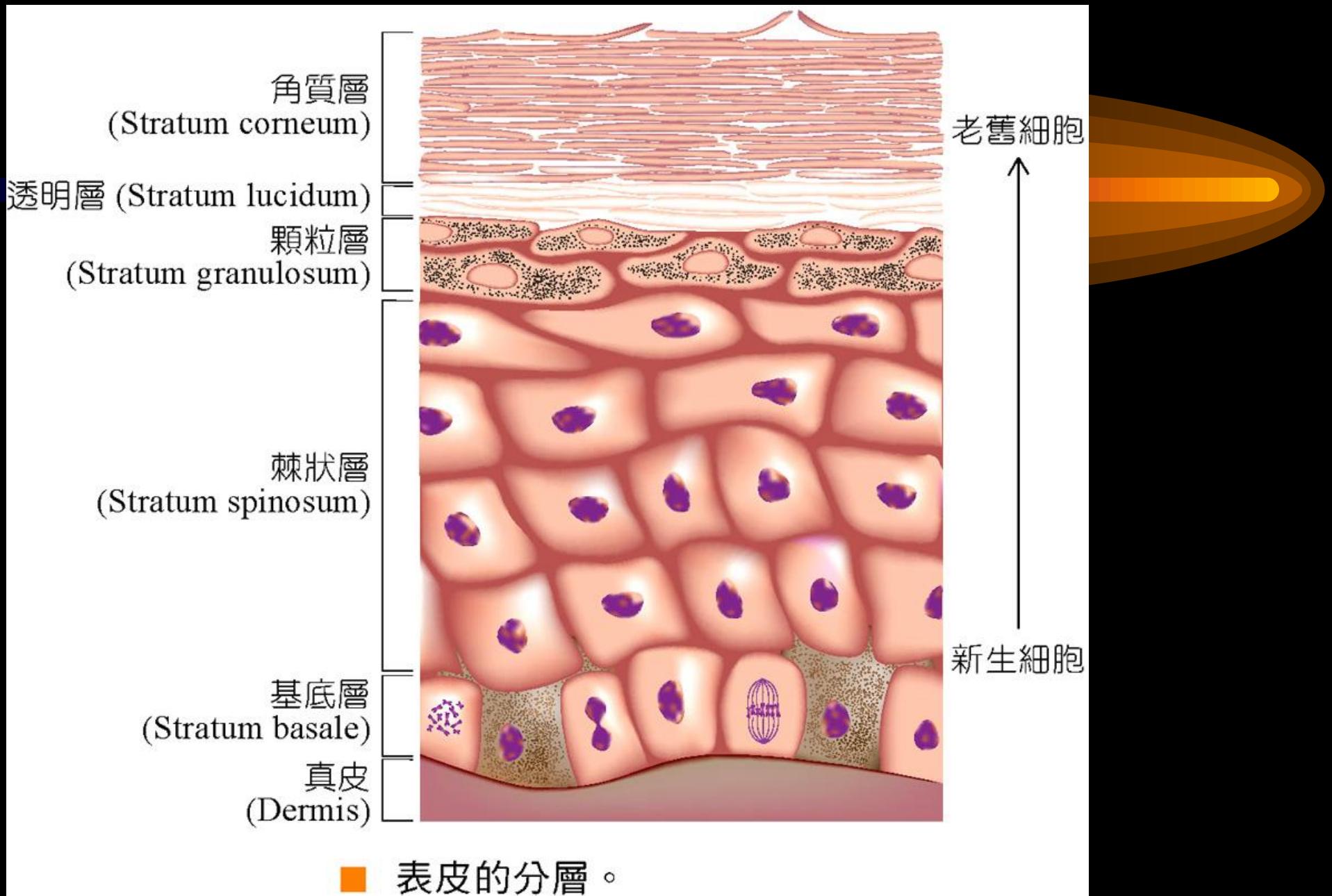
– 皮膚的結構由淺至深依次為：

- 表皮(epidermis)
- 真皮(dermis)
- 皮下層(subcutaneous layer)



– 表皮

- 表皮由複層鱗狀上皮組織構成，可分為五層：
 - 角質層(stratum corneum)
 - 透明層(stratum lucidum)
 - 顆粒層(stratum granulosum)
 - 棘狀層(stratum spinosum)
 - 基底層(stratum basale)
- 棘狀層與基底層一起合稱為生發層(stratum germinativum)。
- 手掌與足底的表皮較厚，具有五層構造；然而，在其他部位的皮膚，只有角質層和生發層是固定存在的。

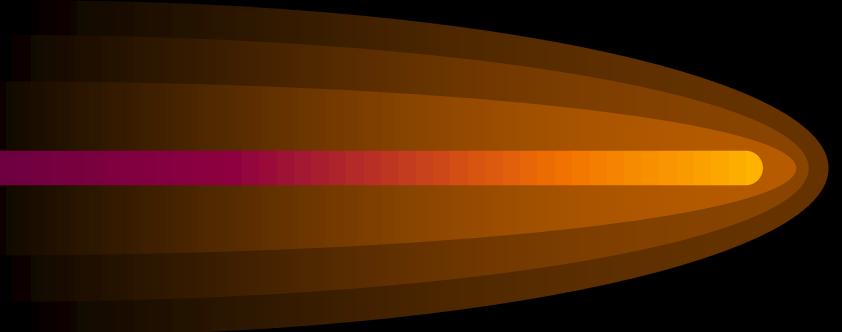


• 角質層

- 位於表皮的最外層，由數層透明扁平的死細胞所組成。
- 細胞經常脫落，再由下方之生發層不斷分裂補充，如頭皮屑就是頭部表皮外層脫落的死細胞。

• 生發層

- 生發層產生新的細胞，並不斷分裂增生，以補充脫落的角質層。
- 生發層內含色素細胞，能產生黑色素(melanin)，可吸收紫外線，防止紫外線的傷害。
- 黑色素之多少可決定人之膚色，如黑種人的黑色素含量最多，白種人最少。
- 白化症(albinism)：因皮膚缺少黑色素引起。



- 真皮

- 表皮的下方為真皮，由較厚的結締組織組成，
- 含有血管、神經末梢、感覺接受器、汗腺、皮脂腺和毛囊等構造。
- 表皮和真皮藉由皮下層與深部的組織相連。

- 皮下層

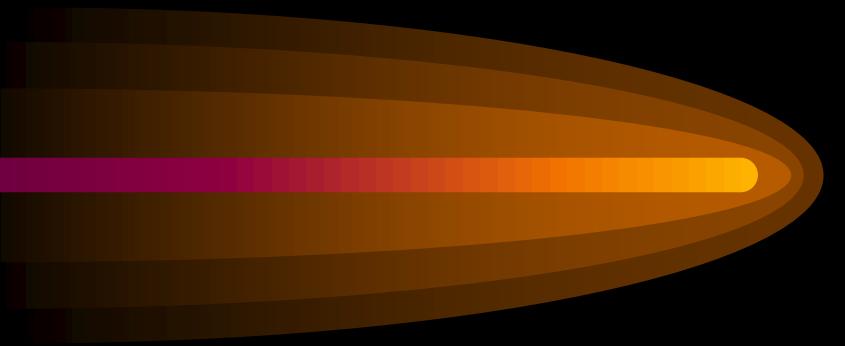
- 皮下層由疏鬆結締組織和脂肪組織構成，是體內儲存脂肪的部位，可防止體熱過度散失，並可緩衝外來的機械傷害。

皮膚的功能：

- 1. 保護作用：使身體不受機械和化學性傷害；防禦病原體侵襲及紫外線傷害；
防止體內水分過度散失。指甲等皮膚衍生物可加強保護作用。
- 2. 感覺作用：真皮內感覺接受器能感受外界壓力、溫度與疼痛等刺激。
- 3. 調節體溫：利用排汗作用及皮下微血管的擴張與收縮，可調節體溫的恆定。
- 4. 排泄作用：從皮膚排出的汗液中，含有水、鹽及尿素等廢物。

二、骨骼系統(*Skeletal System*)

- 骨骼是支撐保持體形的支持系統。
- 骨(bone)是由骨骼組織構成，
- 外層有骨膜，內含骨髓，有豐富的血管、淋巴以及神經，
- 能夠進行不斷的新陳代謝和生長發育，有修復、再生和改建的能力。



骨骼系統的主要功能：

- 1. 支撐身體和保持體形作用。
- 2. 提供肌肉連接面，透過關節，協助肌肉產生運動。
- 3. 保護大腦、脊髓和心臟等內部軟組織結構。
- 4. 紅骨髓具有造血和儲存鈣、磷的作用；黃骨髓可儲存脂肪。
- 5. 幫助呼吸。

三、肌肉系統 (*Muscular System*)

- 可分為：平滑肌、心肌和骨骼肌。
- 平滑肌主要分布於內臟的中空器官及血管壁，舒縮緩慢而持久；
- 心肌為構成心壁的主要成分；
- 骨骼肌主要存在於軀幹和四肢，收縮迅速而有力、但易疲勞。
- 骨骼肌經由持續性的收縮，或是交替的收縮和鬆弛而產生三種主要的功能：運動、維持姿勢和產生熱量。

四、神經系統 (*Nervous System*)

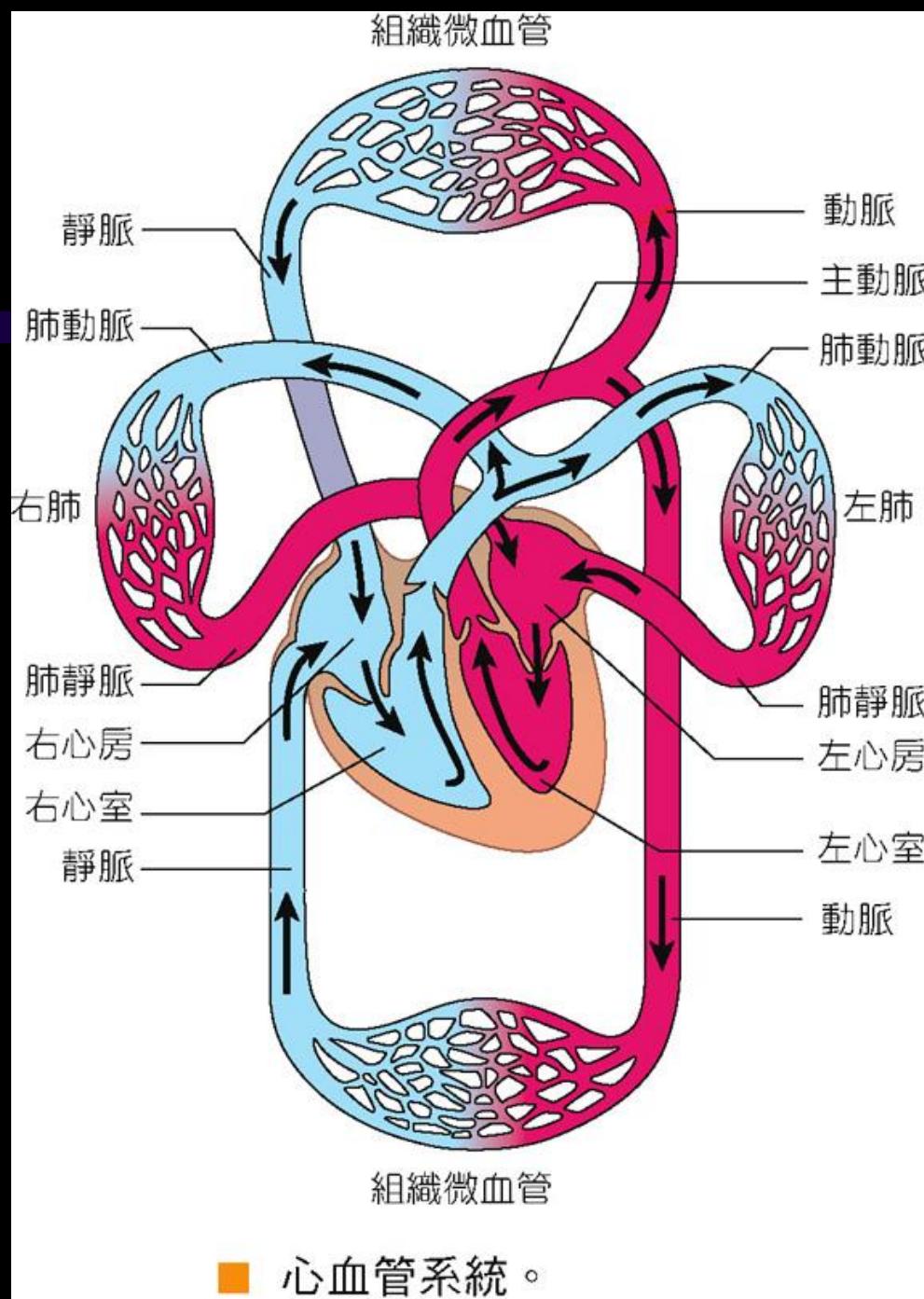
- 分為中樞神經系統(central nervous system CNS)及周邊神經系統(peripheral nervous system PNS)兩大部分。
 - 中樞神經系統包括腦及脊髓，
 - 周邊神經系統包括腦神經及脊神經。
- 神經系統是人體內結構和功能最複雜的系統，在體內有主導作用，可調節身體的其他系統。

五、內分泌系統(*Endocrine System*)

- 能經由體液對個體的新陳代謝、生長發育和生殖活動產生影響。
- 由內分泌腺和內分泌組織構成。
 - 內分泌腺：以獨立的器官形式存在於體內，如甲狀腺、副甲狀腺、腎上腺、腦下腺、松果腺和胸腺等；
 - 內分泌組織：以細胞團形式分散存在於其他器官內，如胰腺內的胰島、睪丸內的間質細胞等。
- 內分泌腺分泌的物質為激素(hormone)，經由血液循環運輸到全身，作用於特定的器官或細胞。

六、心血管系統(*Cardiovascular System*)

- 心血管系統由心臟、動脈、微血管和靜脈組成。
- 心臟：主要由心肌構成，是連接動靜脈的樞紐和心血管動力中心，還具有重要的內分泌功能。
- 動脈：運送血液離心的管道。
- 微血管：血液與血管外組織液進行物質交換的場所。
 - 除軟骨、角膜、水晶體、毛髮、牙齒琺瑯質和被覆上皮外，微血管遍布全身各處。
- 靜脈：引導血液流回心臟的管道。



– 體循環

- 血液由左心室搏出，經主動脈及其分支到達全身微血管，血液在此與周圍的組織和細胞進行物質和氣體的交換，再通過各級靜脈，最後返回右心房。

– 肺循環

- 血液由右心室搏出，經肺動脈幹及各級分支到達肺泡微血管進行氣體交換，再由肺靜脈進入左心房。

七、淋巴系統 (*Lymphatic System*)

- 淋巴系統由淋巴管道、淋巴組織和淋巴器官組成。
- 淋巴液(lymph)
 - 血液流經微血管動脈端時，一些成分經微血管進入組織間隙，形成組織液，與細胞進行物質交換後，被靜脈吸收，小部分水和大分子物質進入微淋巴管，成為淋巴液。
 - 淋巴液沿著淋巴管道和淋巴結的淋巴竇向心臟流動，最後流入靜脈。
- 功能：
 - 淋巴管協助靜脈引流組織液
 - 淋巴細胞還有免疫反應的功能。

八、呼吸系統(*Respiratory System*)

- 呼吸系統包括鼻、咽、喉、氣管、支氣管和肺等器官。
- 傳導區：
從鼻腔開始直至肺內的終末細支氣管，無氣體交換的功能，能夠保持氣道暢通和淨化吸入的空氣。
- 呼吸區：
從肺內的呼吸性細支氣管開始直至終端的肺泡，這部分管道都有肺泡，主要進行氣體的交換。

九、消化系統(*Digestive System*)

- － 由胃腸道(gastrointestinal tract)和附屬消化器官(accessory digestive organs)構成。
- － 胃腸道是由口一直延伸到肛門的管道系統。包括口、咽、食道、胃、小腸和大腸；
- － 附屬消化器官：牙齒、舌頭、唾液腺、肝臟、膽囊以及胰臟。
- － 消化系統主要執行六項基本過程：
 - 攝入(ingestion)、分泌(secretion)、混合及推進(mixing and propulsion)、消化(digestion)、吸收(absorption)和排便(defecation)。

十、泌尿系統 (*Urinary System*)

- 腎臟、輸尿管、膀胱和尿道組成了泌尿系統。
- 人體的代謝產物，經由血液循環到達腎，經過腎的過濾、再吸收和分泌作用而形成尿液，由輸尿管送入膀胱儲存，排尿時經由尿道排出體外。
- 泌尿系統對維持內在環境的穩定具有重要作用。

十一、生殖系統(*Reproductive System*)

- 生殖系統的功能：繁衍後代、形成並保持第二性徵。
- 男性和女性的生殖系統都包括內生殖器和外生殖器兩部分。
- 內生殖器
 - 由生殖腺、輸送管道和附屬腺體組成
- 外生殖器
 - 指生殖器官的外露部分
 - 男性外生殖器包括陰囊及陰莖
 - 女性外生殖器又稱外陰或女陰

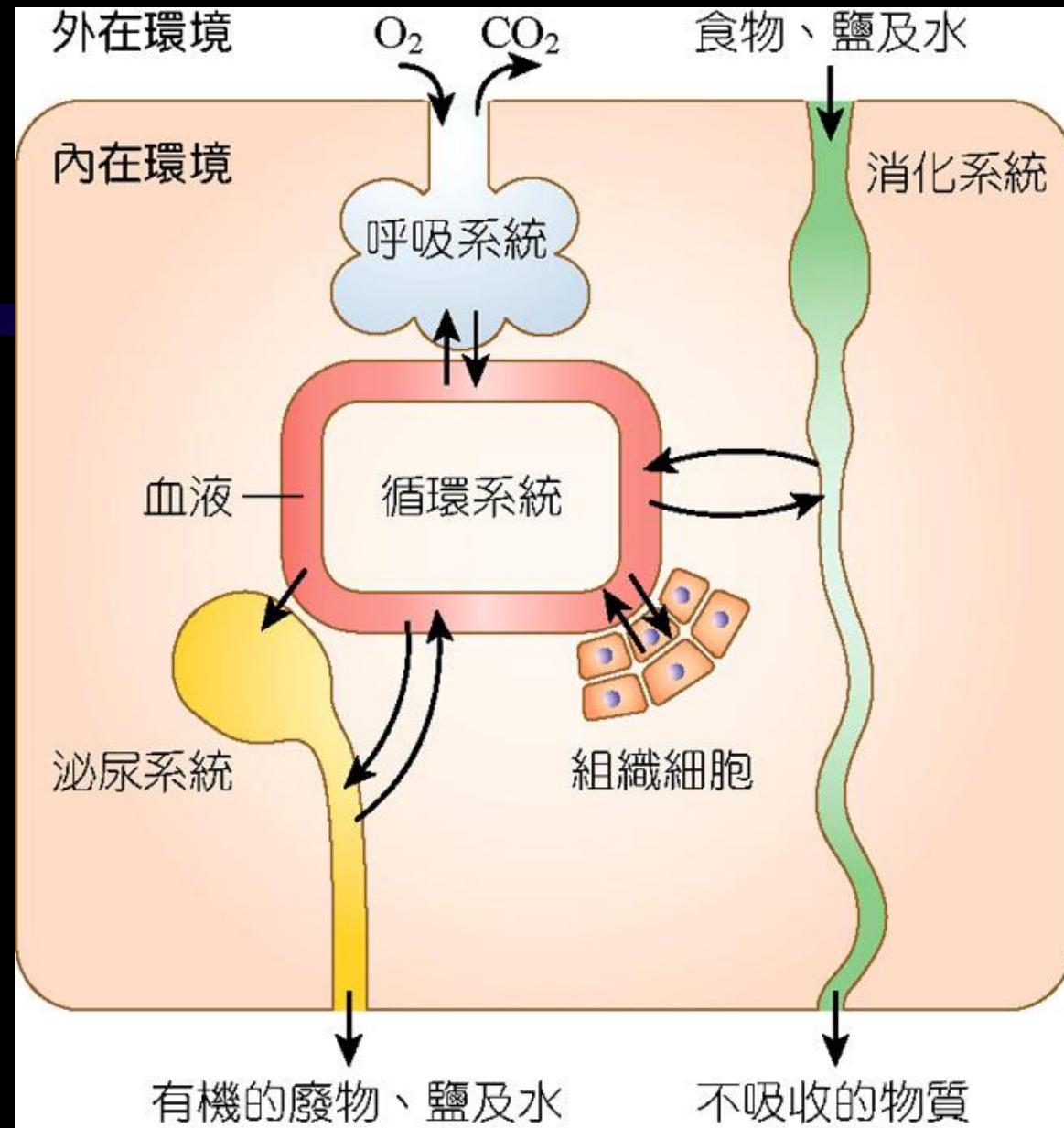
生殖系統的器官

分類	男性生殖系統	女性生殖系統
生殖腺	睪丸	卵巢
內生殖器	輸送管道 附睪、輸精管、射精管、男性尿道	輸卵管、子宮、陰道
附屬腺體	精囊、前列腺、尿道球腺	前庭大腺
外生殖器	陰囊、陰莖	女陰

1-3 人體內在環境的控制

- **內在環境(internal environment)**

- 1852年，法國生理學家Claude Bernard首先提出
- 內在環境：圍繞在細胞周圍的細胞外液，以區別於個體所處的外部環境。
- 外部環境：不斷變化
- 內在環境（細胞外液）：比較穩定
- 內在環境的相對穩定是個體能夠自由和獨立生存的首要條件。



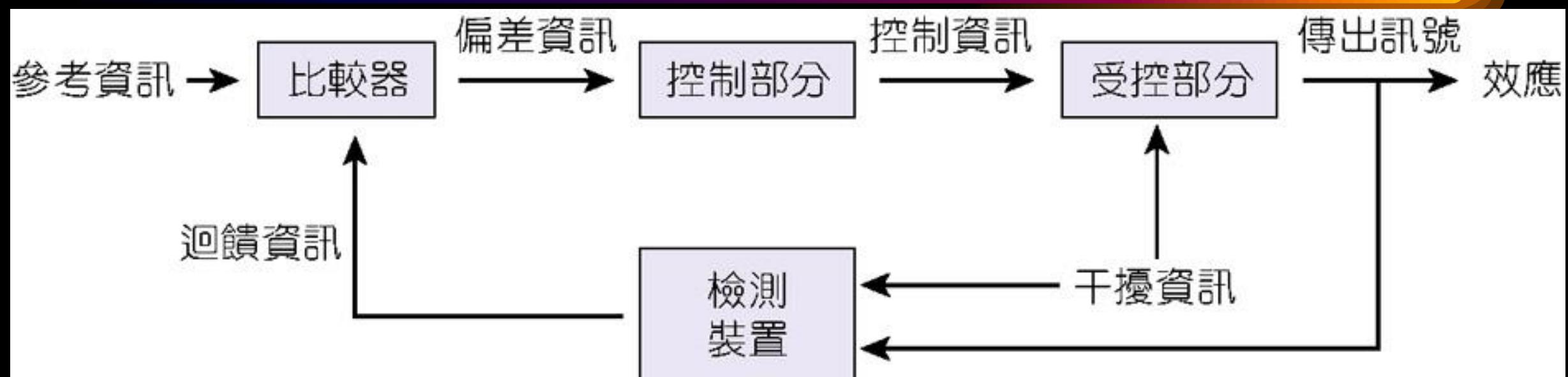
■ 內在環境與外環境。

◎ 恒定(Homeostasis)

- 1929年美國的生理學家Walter Cannon首次提出內在環境恒定的概念。
- 內在環境的理化性質保持相對的穩定狀態，稱為恒定。
- 內在環境的相對恒定，並不是固定不變的，是可以在一定的範圍內變動但又保持相對穩定的狀態，是一種動態的平衡。
- 恒定作用可以確保身體內部環境維持在穩定的狀態，並且能夠維持身體所需的各種養分及氧氣濃度。

- 恒定是在多種功能系統相互配合下實現的一種動態平衡。
 - 例：組織細胞大量消耗O₂，排出CO₂，導致內在環境中O₂以及CO₂分壓不斷改變，而肺臟的呼吸活動可以使之保持相對的恒定。
 - 例：透過消化系統對食物的消化和吸收，與腎臟和汗腺排泄功能的平衡，可以使內在環境中水及營養物質、代謝產物的相對恒定。
- 目前關於恒定的概念，還包括體內各器官、功能和系統生理活動等皆出於動態的平衡與恒定。
 - 如交感神經與副交感神經系統、體內產熱與散熱、心臟與血管活動的協調平衡等。

- 迴饋控制系統(feedback control system)是一個封閉迴路系統(closed loop system)：
 - 控制部分（中樞神經）對受控部分（動作器）發出控制資訊指令
 - 受控部分能將其活動的傳出訊號，經過檢測裝置發出迴饋資訊，並與參考資訊比較後，以偏差資訊方式送至控制部分
 - 控制部分能夠根據偏差資訊大小來改變或者調整對受控部分的活動。
- 迴饋分為負迴饋(negative feedback)和正迴饋(positive feedback)兩種。



■ 迴饋控制系統。

◎ 負迴饋 (Negative Feedback)

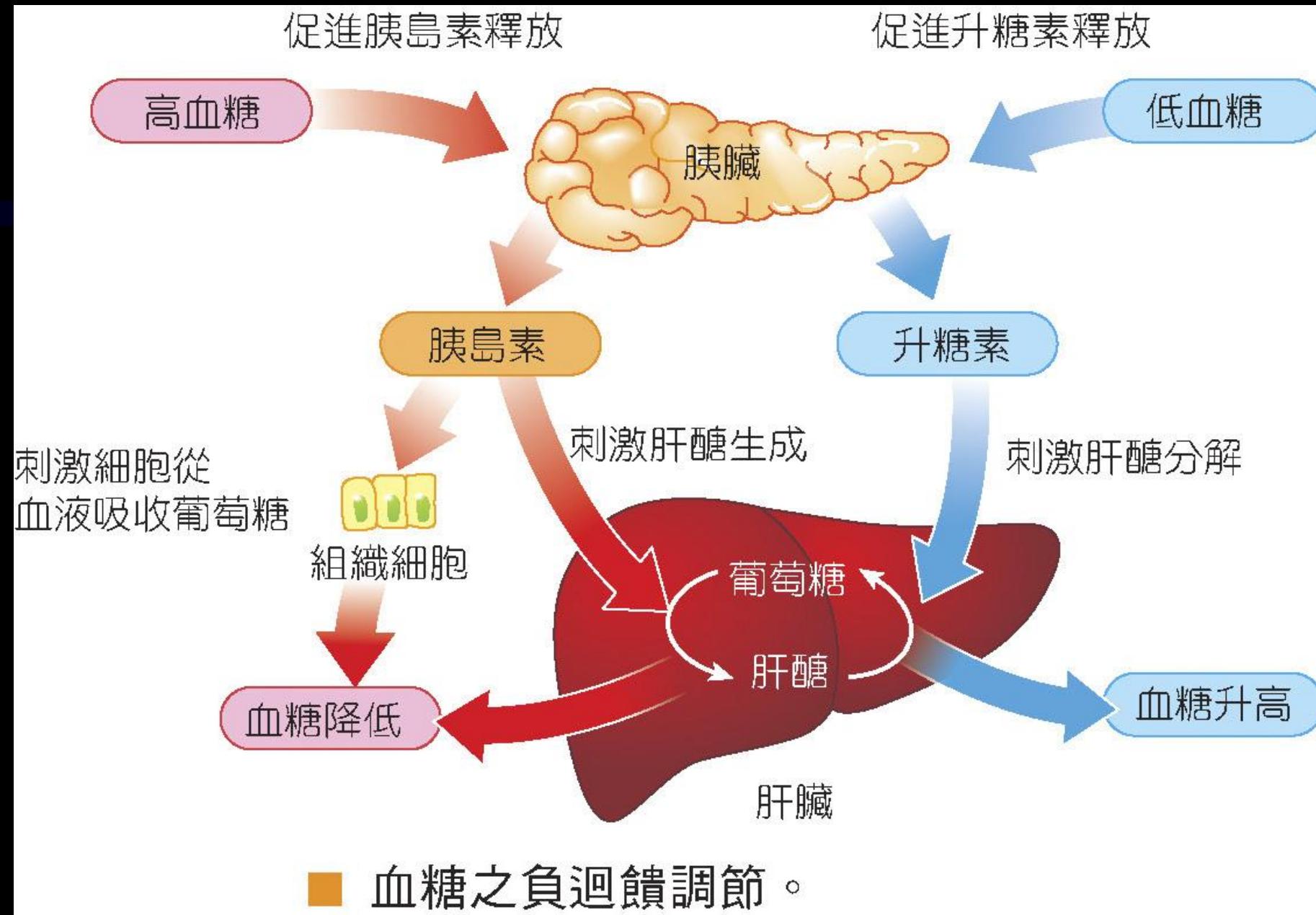
- 指迴饋資訊與控制資訊作用相反的迴饋。
- 迴饋資訊對控制系統的制約作用，確保個體功能活動處在相對恆定狀態。
- 人體內負迴饋調節較多，對於維持體內的生理功能的恆定有著重要之作用。
- 包括血壓、血糖、血鈣及體溫的調節，以及肺膨脹反射、壓力感受器反射等，皆屬負迴饋調節作用。

– 動脈血壓的壓力感受器反射

- 當動脈血壓突然升高時，可以經過壓力感受器反射抑制心臟和血管的活動，產生心肌收縮能力減弱，射血量減少，血管舒張，血壓下降，維持血壓穩定在正常水準。

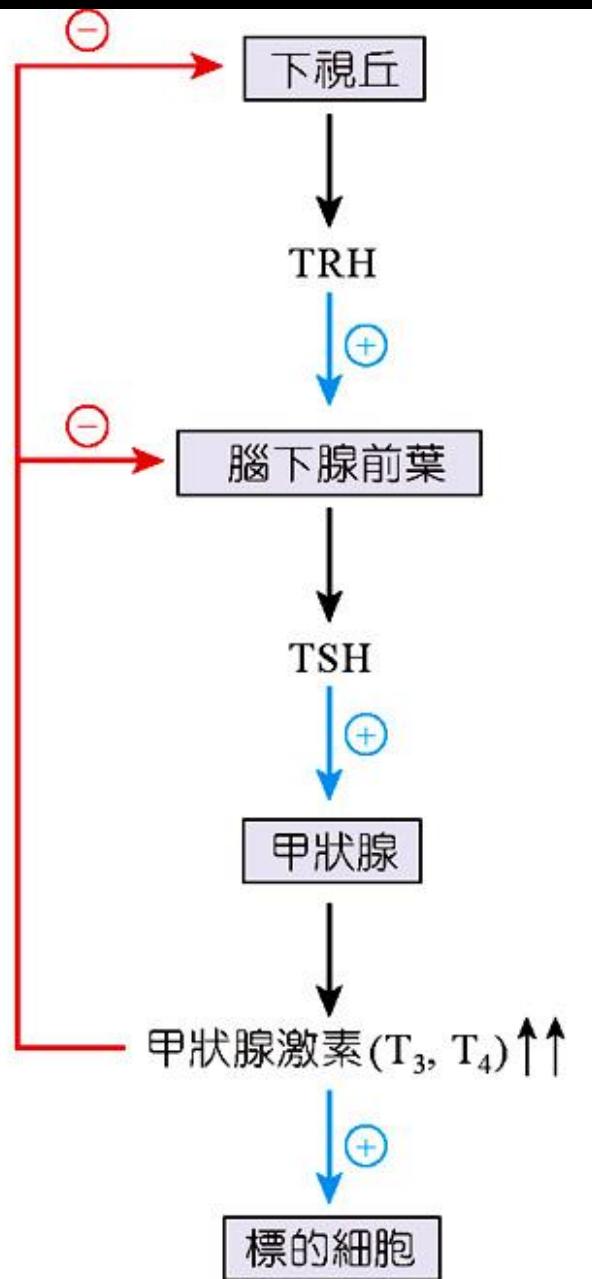
– 血糖恆定

- 當血糖升高時，促進胰島 β 細胞釋放胰島素(insulin)，從而降低血糖，維持血糖的穩定；
- 當血糖降低時，促進胰島 α 細胞釋放升糖素(glucagon)，加快肝醣轉化成葡萄糖，血糖升高，緩解低血糖。



– 下視丘－腦下腺前葉－甲狀腺的負迴饋調節

- 下視丘釋放的促甲狀腺釋放激素(TRH)可作用於腦下腺前葉，促使後者釋放甲狀腺刺激素(TSH)，
- TSH再作用於甲狀腺使其釋放甲狀腺激素 (T_3 、 T_4) 。
- T_3 和 T_4 一方面可作用於標的細胞，另一方面分別對TSH和TRH的釋放產生負迴饋調節。



■ 甲狀腺激素的負迴饋調節。

◎ 正迴饋 (Positive Feedback)

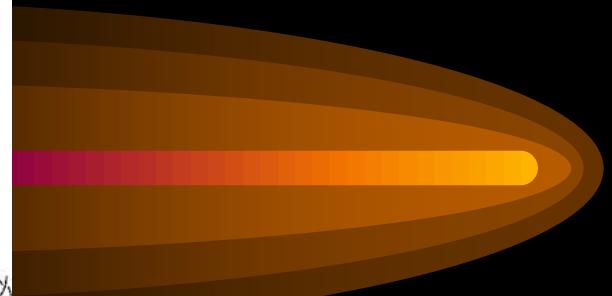
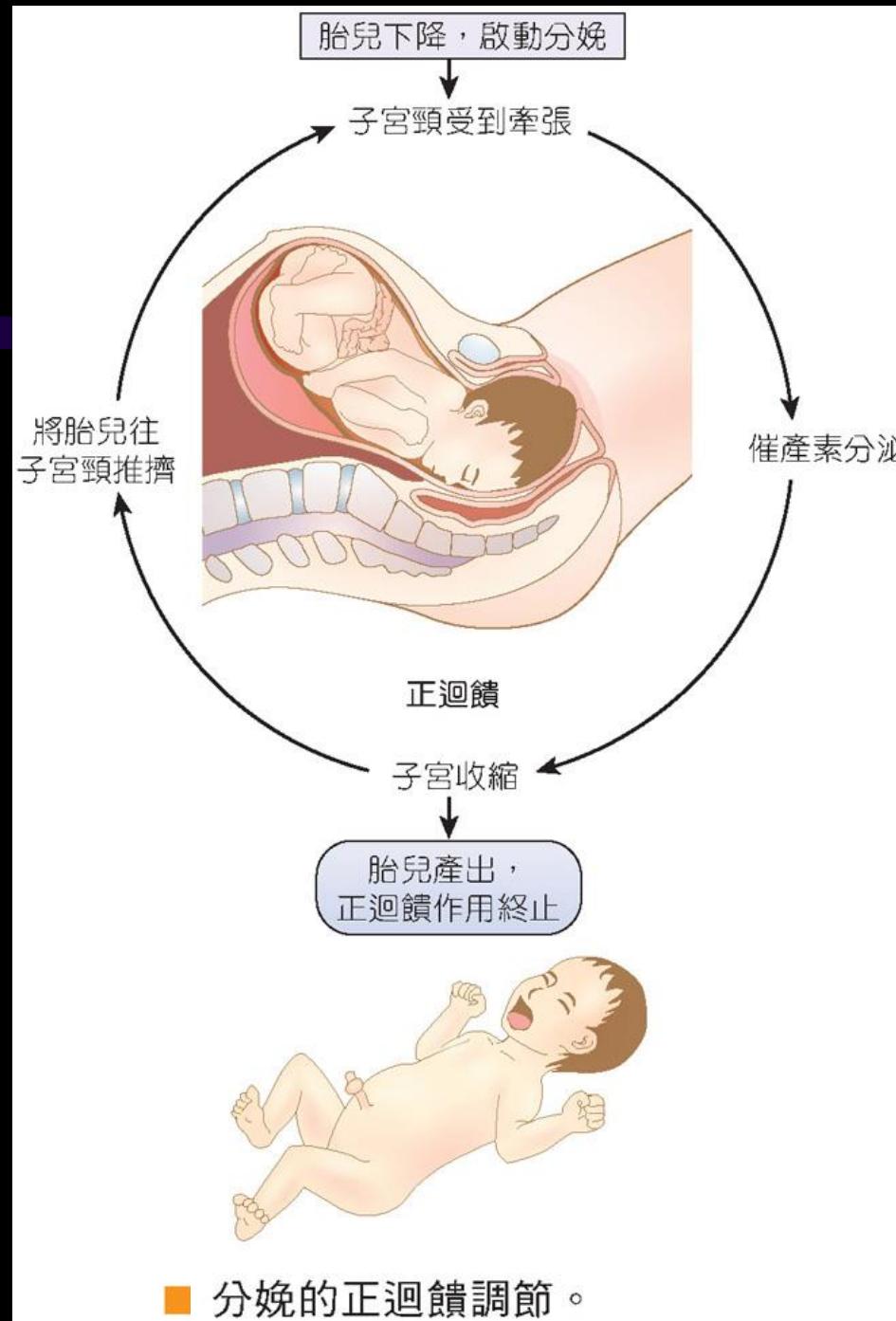
- 指迴饋資訊與控制資訊作用相同的迴饋作用
- 受控部分活動的迴饋資訊，對控制部分發出傳出訊號的活動增強或進一步促進，使受控部分的活動不斷加強，加速生理過程的迅速完成，並達到高潮產生最大效應。
- 經過正迴饋的循環，可以將整個迴饋系統處於再生狀態(regeneration)。
 -
- 正迴饋的加強反應不常發生，只在分娩、排卵、凝血、排尿、排便、射精等作用上發生。

－ 排尿反射

- 當排尿中樞發出排尿指令後，由於尿液刺激後尿道的感覺接受器，後者不斷發出迴饋進一步加強排尿中樞的活動，使排尿反射進一步加強，直至尿液排完為止

－ 分娩

- 當胎兒妊娠足月（37~42週）時，胎兒下降，胎頭會刺激子宮頸，傳入神經將感覺資訊傳至中樞，使下視丘中合成催產素(oxytocin)的神經元發生興奮，催產素經下視丘－垂體徑傳送到腦下腺後葉，並將儲存的催產素釋放入血液循環，促進子宮收縮。子宮收縮會進一步增強對子宮頸的牽張作用，產生正迴饋效應，直至胎兒分娩結束。



負迴饋與正迴饋的比較

比較項目	迴饋方式	負迴饋	正迴饋
	對控制系統的作用	調節作用方向	作用效果
迴饋資訊方向	與控制資訊相反		與控制資訊相同
對控制系統的作用	制約、抑制、減弱其活動		再生、促進、加強其活動
調節作用方向	雙向可逆		單向不可逆
作用效果	減小偏差資訊、減弱控制資訊、減小輸出變數		增大偏差資訊、增強控制資訊、加大輸出變數
輸出與輸入關係	輸出制約輸入		輸出強化輸入

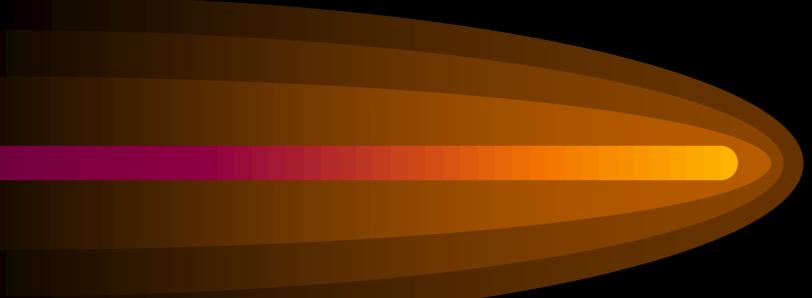
◎神經及內分泌的調節

• 一、神經調節 (Neuroregulation)

- 個體在中樞神經系統的參與下，對內、外刺激所做出的規律性反應稱為反射(reflex)。
- 反射大致可以分為兩類：條件反射(conditional reflex)和非條件反射(unconditional reflex)。
 - 非條件反射：是指先天遺傳的、生來就有的反射，是人與動物所共有的反射活動，如吸吮反射、吞咽反射、瞳孔對光反射、屈肌反射等。
 - 條件反射：個體出生後，在生活過程中，在一定條件下，在非條件反射的基礎上新建立的反射，如望梅止渴。

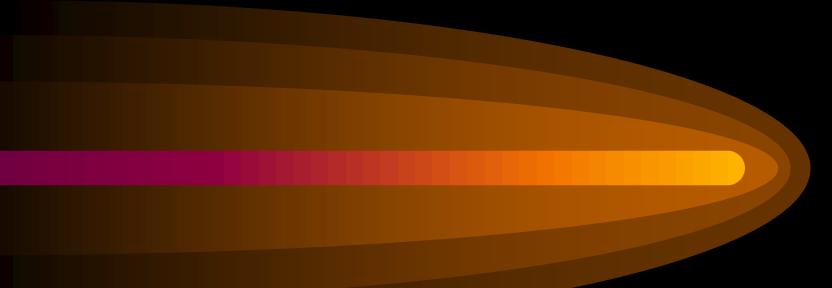
條件反射和非條件反射的比較

比較項目	類型	非條件反射	條件反射
形成時間	先天遺傳，生來既有	後天獲得，非遺傳性，學而得之	
屬性	種族共有	個體特有	
反射弧	固定的反射弧	暫時性聯繫	
數量	數量有限	數量無限	
可變性	呆板，不易改變	可變性大，具有易變性	
預見性	無	有	
刺激與反應的關係	有因果關係	無因果關係	
參與的中樞	低位中樞（皮質下中樞）	高位中樞（大腦皮質中樞） + 各級中樞	
神經活動	初級神經活動	高級神經活動	
生理意義	使個體具有基本的適應能力，維持個體生存與種族延續	隨環境變化不斷形成新的反射。更高度地精確適應內外環境變化	
兩者關係	是形成條件反射的基礎	能控制非條件反射活動	
舉例	梅子放入口中後流口水	看見梅子就流口水	



• 二、內分泌調節 (Humoral Regulation)

- 內分泌調節也稱體液調節，是指體內某些特殊化學物質透過體液途徑對標的組織器官生理功能的調節。
- 激素藉由血液循環的通路對全身各處標的細胞(target cell)的功能進行調節，例如甲狀腺激素分泌後，經過血液循環運輸到全身組織，促進物質代謝、能量代謝和生長發育。



– 神經－體液調節(neurohumoral regulation)：

- 人體內多數內分泌腺或內分泌細胞接受神經支配，受神經活動影響的激素再對其他人體功能進行調節。
- 在這種情況下，體液調節是神經調節的一個傳出環節，是反射傳出路徑的延伸。
- 例如，腎上腺髓質接受交感神經的支配，當交感神經系統興奮時，腎上腺髓質分泌的腎上腺素和正腎上腺素增加，共同參與人體的調節。

- 激素與分泌系統間存在著迴饋調節作用。
 - 透過迴饋調節作用，血液中的激素經常維持在相對穩定的正常水準。
- 內分泌調節的特性
 - 反應速度緩慢、作用部位分散、作用時間持久、作用範圍廣泛。
 - 主要調節新陳代謝、生長發育、生殖等較為緩慢的生理過程。

神經調節和內分泌調節的比較

比較項目	調節方式	神經調節	內分泌調節
訊息	有	有	
傳遞方式		神經衝動沿神經元傳導，神經傳遞物質越過突觸間隙	經血液運輸
發揮作用速度	迅速		緩慢
作用維持時間		短暫（記憶儲存除外）	持久
作用範圍與精確度	局限、精確		廣泛分散、不很精確
作用距離	短		長
作用的靈敏性	靈活		不靈活
其他		有預見性。人類還有語言、文字，擴大感覺範圍	自我穩定較明顯

– 自我調節(autoregulation)：

- 細胞自身也能對周圍環境變化發生適應性的反應，這種反應是細胞本身的生理特性，並不依靠於外來神經或體液因素的作用，稱為自我調節。
- 如骨骼肌或心肌的初長度對肌肉收縮力的調節作用，當初長度在一定限度內增加時，收縮力會相應增加，而初長度縮短時收縮力就減少。
- 自我調節的特點：涉及範圍小、調節幅度小、調節不靈敏。



至少，我們是不是能夠... ?
是所有進展的開始。

不該浪費時間害怕，
恐懼讓人白白浪費時間。



How can I help?

「我能夠幫什麼？」是所有良好關係的基礎。





For what I was trying to say and to do was to make my professional life focused on the three C's - competence, caring, and compassion - and to make my very private personal life dedicated to family - to you all.

For your support, caring and love
During these challenging years
And always.

能有猶豫，也是一種幸福
猶豫是獲得了“選擇的自由”

Thank You

Just in Time
Just for Me
Just Enough