

第二部分：人體

成長與發展

一、成長曲線

- 以身高、體重、頭圍等參數作為年齡的函數製作而成的曲線。
- 「年齡別身高」曲線圖：
 - X 軸：年齡。
 - Y 軸：身高。
- 作用：監測、預測兒童生長情況。



二、發展階段

- 嬰兒期：出生後首兩年。
- 兒童期：兩歲至青少年前。
- 青少年期：女性 - 10 歲開始；
男性 - 12 歲開始。
- 成年期：約 30 歲後，各器官逐漸衰退。

三、體型

- 肥胖型：身材圓潤、容易積聚脂肪。
- 肌肉型：渾身肌肉、身材高大。
- 瘦長型：身材高挑、瘦削。

四、身體質量指數

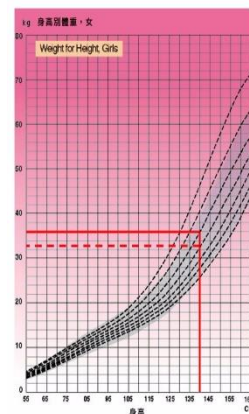
$$\text{BMI} = \frac{\text{體重 (千克)}}{\text{身高 (米)} \times \text{身高 (米)}}$$

所屬類別	亞洲成年人 BMI
過輕	< 18.5
適中	18.5 – 22.9
過重	23 – 24.9
肥胖	>= 25

- 優點：花費低廉、容易操作。
- 缺點：只用上體重及身高來進行計算，實際上未能正確顯示脂肪百分比。

五、身高別體重曲線圖

- X 軸：身高。
- Y 軸：體重。
- 超重：超過中位數 20%。
- 過輕：低於中位數 20%。
- 適用於：
 - 18 歲或以下：
 - 91-175 厘米男童；
 - 91-165 厘米女童。



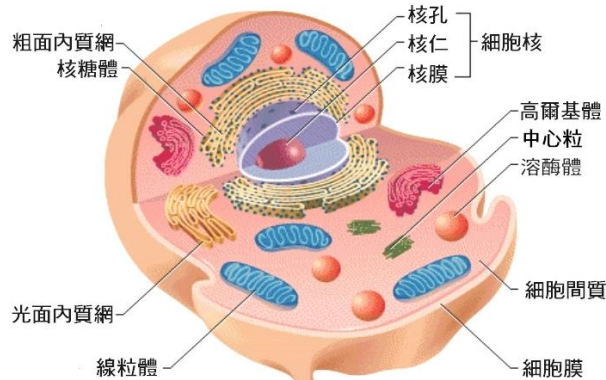
六、身體組成

- 指體內脂肪、骨骼、肌肉及水分的相對比例。
- 香港體適能獎勵計劃：

適中	男	10.3 至 20.1%
	女	15.0 至 26.8%

七、人體結構

簡單	細胞→組織→器官→系統	複雜
----	-------------	----



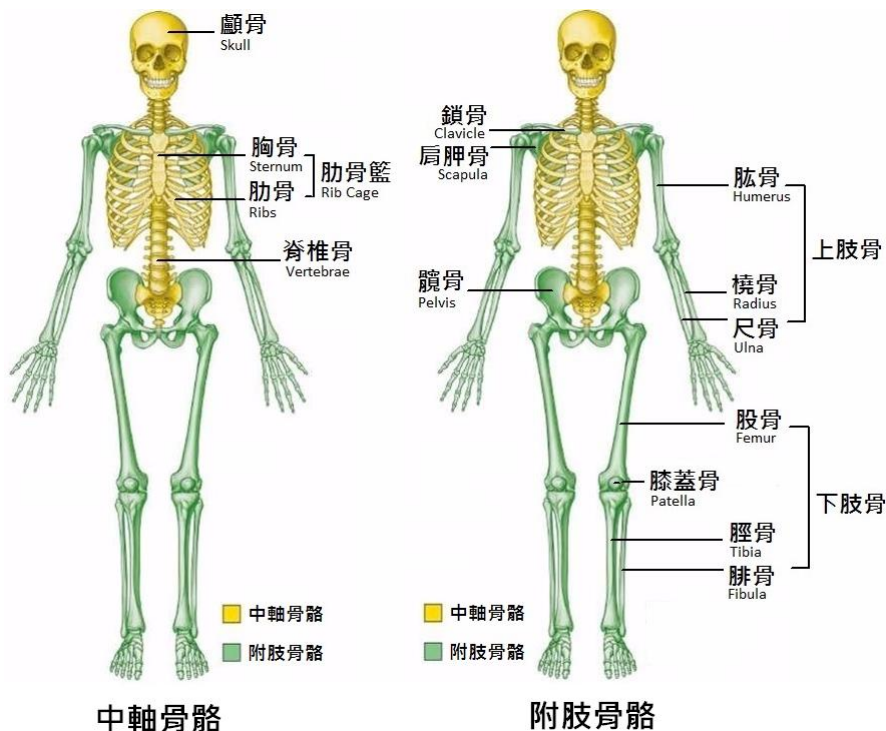
細胞的結構：

- 細胞膜
- 細胞核
- 細胞質 - 細胞器 - 線粒體：能源庫。

骨骼系統

一、骨骼系統的結構

- 包括骨骼、軟骨、韌帶及肌腱。
- 共有 206 塊 骨頭，約佔體重 20%。當中包括
 - 12 對 肋骨；
 - 26 塊 椎骨。
- 中軸骨骼：**
 - 包括顱骨、脊椎骨、肋骨及胸骨。
- 附肢骨骼：**
 - 中軸骨骼以外的骨。



二、骨骼系統的功能

- 支持：**保持身體直立，對抗重力作用。
- 活動：**提供依附點及槓桿給肌肉系統以產生動作。
- 保護重要器官：**如顱骨保護腦、肋骨保護心肺。
- 儲存：**磷、鈣等礦物質。
- 生產：**紅骨髓製造各種血細胞。

三、骨骼的構造

- 含有 65% 礦物質和 35% 有機物。
 - 礦物質：**硬度。
 - 有機物：**彈性。
- 外層為**密質骨**：堅硬的骨元組成，遍佈極其豐富的血管。
- 內層為**海棉骨**：許多海棉狀物質「交叉」排列成網狀結構。
- 骨化：**指纖維性組織或軟骨轉化成硬骨的過程。

四、關節

- 骨與骨連結的地方。
- 按活動程度分：**
 - 不動關節：**如顱骨之間的連結。
 - 微動關節：**如椎骨的連結。
 - 活動關節：**如肩關節、膝關節。
- 按結構分：**
 - 纖維關節：**如顱骨。
 - 軟骨關節：**如脊柱。
 - 滑液關節：**如膝關節。
- 滑液關節的種類：**
 - 球窩關節：**如髖關節和肩關節。
 - 屈戌(鉸鏈)關節：**如膝關節和肘關節。
 - 樞軸關節：**如位於第一和第二頸椎之間的關節。
 - 滑動關節：**如手腕裡小塊骨頭之間的關節。
- 滑液的作用：**
 - 減少摩擦、緩衝兩骨間的撞擊。

五、軟骨

- 具緩衝震盪的作用。
- **沒有血管或神經連繫**，所以傷後的愈合速度很慢。
- **軟骨的種類：**
 - **透明軟骨：**如肋軟骨、喉、氣管等。
 - **彈性軟骨：**如外耳、會厭軟骨等。
 - **纖維軟骨：**如椎間盤、恥骨間的軟墊、膝關節的軟墊等。

六、韌帶

- 連接兩塊骨頭的結締組織。
- **功能：**有強化並穩定關節及限制關節活動幅度。

七、肌腱

- 連接骨與肌肉的結締組織。
- 質地堅韌，多數由膠原纖維組成。
- **功能：**傳遞肌肉收縮時的力量到骨骼。

八、骨骼系統在不同發展階段的特點

- **兒童期：**
 - 骨的彈性大、硬度小，不易折斷，但易變形。
 - 關節活動範圍較大，但牢固性較差，較易脫位。

- **青少年期：**
 - 關節的活動範圍大於成年人，靈活性與柔韌性也較佳，但牢固性較差。
 - 大約在 25 歲以後，身高的增長會因骨化完成而停止。
- **成年期：**
 - 骨質密度下降。

神經系統

一、神經系統的結構

- 由腦、脊髓和神經構成，它可被分為：
 - **中樞神經系統(CNS)：**由腦和脊髓組成，是整個神經系統的控制中心，經由周邊神經系統接受及傳送訊息。
 - **周邊神經系統(PNS)：**由所有連結中樞神經系統及周邊接受器、肌肉和腺體的神經所組成。

二、神經系統的功能

- **調節運動：**控制每塊肌肉的伸縮，是調節運動的中心樞紐。
- **產生反應、思考和記憶：**複雜的神經纖維連結著 **CNS** 和 **PNS**，使人能夠因應外界環境的變化而產生適當的反應，並且有思考、記憶、情緒變化等能力。

三、神經元

- 即神經細胞，是神經系統的基本結構與功能單位。
- 發育成熟以後，便會喪失其分裂和增生的能力，一旦死亡將無法再生。
- **神經元的結構：**
 - **細胞本體：**細胞核的所在。
 - **樹突：**一群由細胞本體發出的樹狀突起。
 - 每一個神經元可以有數以百計的樹突。
 - 樹突可與其他神經元的**軸突**連接，把傳入的**神經脈衝**（亦即訊息）送至神經元的細胞本體。
 - **軸突：**一條單一細長的管狀突起，把細胞本體的**神經脈衝**傳送至末端的突觸。
 - 所有神經元都只有一條軸突。
 - 大部分的軸突都覆蓋著一層脂肪物質，稱為髓鞘，可以加速神經脈衝的傳導。

• 神經元的種類：

- **感覺（傳入）神經元：**把訊息由感受器傳入中樞神經系統。
- **運動（傳出）神經元：**把訊息從中樞神經系統傳送至反應器（肌肉或腺體）。
- **銜接（中間）神經元：**連接感覺神經元和運動神經元。

四、中樞神經系統

- 由腦和脊髓組成。
- 負責接收和整合周邊的各種訊息，以及發出反應或動作指令。

五、腦的結構與功能

- **大腦：**分為左半球和右半球。
 - **左半球**控制右半身的活動，**右半球**控制左半身的活動。
 - 表面都覆蓋著一層薄的灰色物質，稱為「**大腦皮層**」，這皮層是神經元胞體集中的地方，負責執行思考、記憶、推理等功能。
- **小腦：**調節所有隨意肌運動、維持身體平衡、控制身體姿勢和肌肉張力。
- **腦幹：**調節呼吸、心跳、血壓。

六、脊髓的結構與功能

- 呈長繩狀結構，長約 45 厘米，上端與腦相連，沿著脊髓的長軸，向兩旁伸出許多神經，分佈到全身皮膚、肌肉、骨骼和內臟器官。
- 是周邊神經與腦之間傳遞資訊的交匯通道，也是軀幹和四肢的反射中樞。

七、神經系統在不同發展階段的特點

- **兒童期：**
 - 抑制過程不完善，較易出現興奮狀態。
 - 神經細胞易疲勞，但也容易恢復。
- **青少年期：**
 - 神經傳導過程的興奮與抑制逐步完善。
 - 抽象思維能力、分析和綜合能力逐漸提高。
- **成年期：**
 - 神經活動減弱，記憶力下降。
 - 中樞神經抑制過程逐漸減弱，入睡難且易醒。

肌肉系統

一、肌肉系統的功能

- **產生活動及維持身體姿勢：**肌肉收縮時會牽引依附著的骨骼而產生動作。
 - 此外，在任何時刻，肌肉都保持著一定的張力以維持身體姿勢。
- **供能和產熱：**肌肉細胞內的能量物質除了釋放能量用作肌肉收縮外，還同時釋放熱能用作調節體溫。

二、肌肉的特質

- **收縮性：**指接受刺激後，肌肉有收縮或縮短的能力。

- **興奮性：**指肌肉可以對刺激作出反應的能力。
- **延伸性：**指肌肉可以被延展的能力。
- **彈性：**指肌肉被拉伸後，可回復到原來長度的能力。

三、主動肌和拮抗肌

- 人體大多數的骨骼肌都是以配對形式運作，其中一組是主動肌，真正負責構成動作；另一組作相反動作以配合運動的稱為拮抗肌。

	屈曲肘關節		伸展肘關節	
肱二頭肌	收縮	主動肌	舒張	拮抗肌
肱三頭肌	舒張	拮抗肌	收縮	主動肌

四、肌肉的類型

骨骼肌	平滑肌	心臟肌
• 附於<u>骨骼</u>上。 • <u>受意志支配</u>。 • 顯微鏡下有<u>橫紋</u>。 • <u>容易疲勞</u>。	• 構成人體內臟器官。 • <u>不受意志支配</u>。 • 顯微鏡下<u>沒有橫紋</u>。 • <u>不易疲勞</u>。	• 只存在於心臟。 • <u>不受意志支配</u>。 • 顯微鏡下有<u>橫紋</u>。 • <u>不易疲勞</u>。

五、骨骼肌的結構

- 由數以千計，具有收縮能力的多細胞核肌細胞所組成。
- **肌細胞**：呈纖維狀，可長達 35 厘米，所以亦稱作肌纖維。
 - 由結締組織所覆蓋和接合在一起，最後

聯合起來構成**肌腱**，並且把肌肉間接地連接到骨骼上。

- **肌腱**：主要成分為膠原纖維，只有少許彈性。肌腱本身沒有收縮的能力，但卻有很大的抗張能力。



骨骼肌名稱	產生動作
斜方肌 (Trapezius)	轉動、向後伸展、向側屈曲頭頸。
三角肌 (Deltoid)	外展肩膀。
胸大肌 (Pectoralis Major)	內收、上提肩膀；用力吸氣時上提胸部。
肱二頭肌 (Biceps Brachii)	屈曲手肘。
肱三頭肌 (Triceps Brachii)	伸展手肘。
背闊肌 (Latissimus Dorsi)	伸展脊椎；一則纖維收縮時向同側屈曲身體。
腹 (直) 肌 (Rectus Abdominis)	向前屈曲身體。
臀大肌 (Gluteus Maximus)	伸展、外旋、外展髖部。
縫匠肌 (Sartorius)	屈曲、外旋、外展髖部；屈曲、內旋膝部。
股四頭肌 (Quadriceps)	伸展膝部。股直肌還可以屈曲髖部。
大腿後肌 (腠旁肌, Hamstring)	屈曲膝部；伸展髖部。
腓腸肌 (Gastrocnemius)	蹠屈足部；屈曲膝部。

備註：

- 股四頭肌是由股直肌、股外側肌、股內側肌和較深層的股中間肌所組成。
- 大腿後肌 (即腠旁肌) 是由股二頭肌、半腱肌和半膜肌組成。

六、骨骼肌纖維的類型

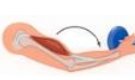
	慢縮肌 (紅肌)	快縮肌 (白肌)
有氧代謝能力	高	低
無氧糖酵解能力	低	高
ATP/CP 儲存	少	多
神經傳導速度	慢	快
抵禦疲勞能力	高	低

- **慢縮肌細胞**：又作 **I 型肌纖維**、**紅肌纖維**。
- **快縮肌細胞**：又作 **II 型肌纖維**、**白肌纖維**。

備註：

- 快縮肌纖維甚至還可分為快縮有氧糖酵解的 **Ila 型 (Type Ila)** 肌纖維；和快縮無氧糖酵解的 **Ilb 型 (Type Ilb)** 肌纖維。
- 世界級優秀速度性項目運動員主要運動肌肉內，快縮肌纖維的比例較高 (70 至 90%)；頂級耐力性項目運動員主要運動肌肉內，慢縮肌纖維的百分比較高 (可高達 90%)。一般認為這種現象只是自然選擇的結果。
- 每塊肌肉內兩種肌纖維的比例是遺傳的，訓練並不會改變肌肉內慢縮肌纖維和快縮肌纖維的百分比組成，不過訓練會使到各種肌纖維無論在大小和功能上均有所增長。

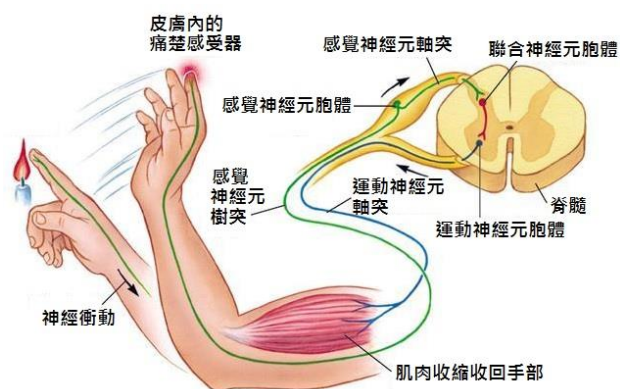
七、肌肉收縮的類型

肌肉收縮時的特性	等張收縮 (收縮時長度會改變)		等長收縮	等動收縮
	向心收縮	離心收縮		
長度	縮短	伸長	不變	轉變
張力	阻力不變，但肌肉用力 (張力) 會轉變	阻力不變，但肌肉用力 (張力) 會轉變	轉變	隨阻力而轉變
速度	轉變	轉變	沒有動作	固定不變
例子 提起及放下啞鈴	肱二頭肌收縮並縮短 (用力 > 重量) 	肱二頭肌收縮但伸長 (用力 < 重量) 	肱二頭肌收縮但長度不變 (用力 = 重量) 	需要靠特別器械進行

八、神經肌肉的控制

- **感覺神經**：感受器 (如眼、耳、皮膚等) 受到刺激，產生神經脈衝，經感覺 (傳入) 神經元，將有關訊息傳到中樞神經系統 (腦或脊髓)，引發感覺及反應。
- **運動神經**：包括軀體神經系統和自主神經系統。
 - **軀體神經系統**：隨意；支配骨骼肌的活動。

- **自主神經系統**：不隨意；包含交感神經系統 (起興奮作用) 以及副交感神經系統 (起抑制作用)。其功能主要在調控內臟的平滑肌運動，以及調控內分泌腺體產生內分泌激素。
- **反射弧**：反射指身體不等待腦的指揮，對刺激作出規律性反應。
 - 無意中碰到滾燙物體，在產生痛覺之前，脊髓的神經中樞已發出指令，支配相應的肌肉收縮，使手快速地移離滾燙物體。



九、肌肉系統在不同發展階段的特點

• 兒童期：

- 肌肉細嫩而富有彈性，收縮力和耐力較差。

- 肌肉發育不平衡，大肌肉、上肢肌肉發育先於小肌肉、下肢肌肉。
- 肌力的增長不均勻。

• 青少年期：

- 與成年人比較，收縮能力較弱，耐力較差，易疲勞，但恢復較快。
- 在生長加速期，肌肉縱向發展較快。生長加速期後，肌肉橫向發展較快，肌纖維明顯增粗。
- 女性在 15 至 17 歲、男性在 18 至 19 歲時肌力增長最為顯著。

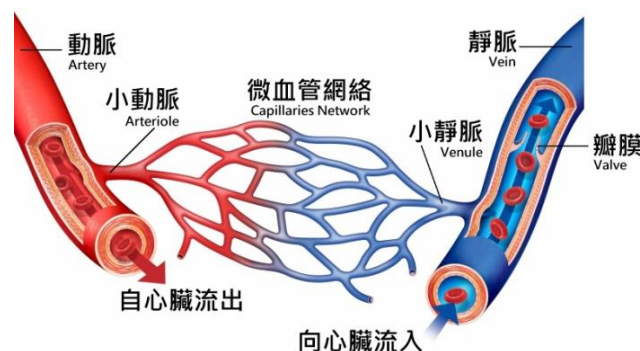
• 成年期：

- 肌肉開始萎縮，彈性降低，收縮力減弱。

心血管系統（循環系統）

一、心血管系統的功能

- 輸送血液至全身各處。
- 運輸氧氣和營養物到身體各個細胞，並帶走二氧化碳和代謝廢物。
- 淋巴系統可以回收過量的體液和製造淋巴細胞，調節免疫功能。

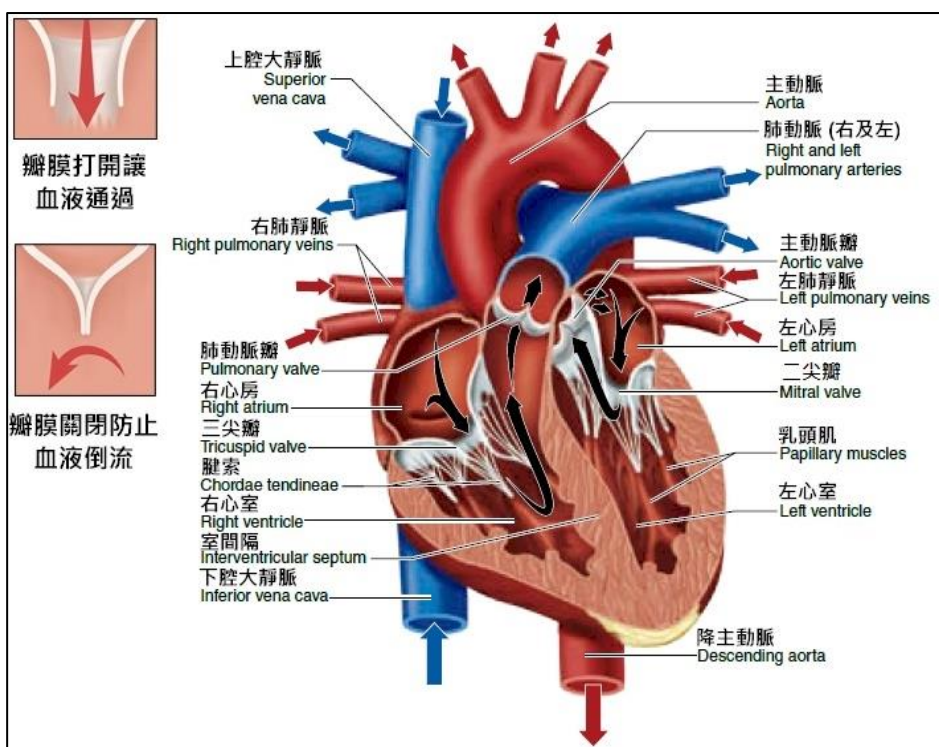


二、血管的種類

	動脈	靜脈	微血管
結構	- 由<u>平滑肌</u>構成，管壁較厚而有<u>彈性</u>。 - 形成<u>小動脈</u>，與<u>微血管</u>相連。	- 由<u>平滑肌</u>構成，管壁較薄，<u>缺乏收縮性</u>和<u>彈性</u>。 - 內壁有<u>瓣膜</u>，防止血液倒流。 - 形成<u>小靜脈</u>，與<u>微血管</u>相連。	- 由<u>非常薄</u>的<u>內皮細胞</u>構成。是最細微的血管。 - 管壁<u>極薄</u>，讓各種細胞和物質（<u>氧</u>、<u>營養素</u>和<u>廢物</u>等）能<u>選擇性</u>地通過管壁在血液及組織間進行交換。
功用	把血液從 <u>心臟</u> 運到 <u>身體各部分</u> 。	把血液從 <u>身體各部分</u> 送返 <u>心臟</u> 。	連接 <u>動脈</u> 和 <u>靜脈</u> 。
備註	- 除<u>肺動脈</u>外，動脈內血液的<u>含氧量</u>較靜脈高，但<u>二氧化碳</u>的含量則較低。 - 血壓比靜脈高。	- 除<u>肺靜脈</u>外，靜脈內血液的<u>含氧量</u>較動脈低，但<u>二氧化碳</u>的含量則較高。 - 血壓比動脈低。	

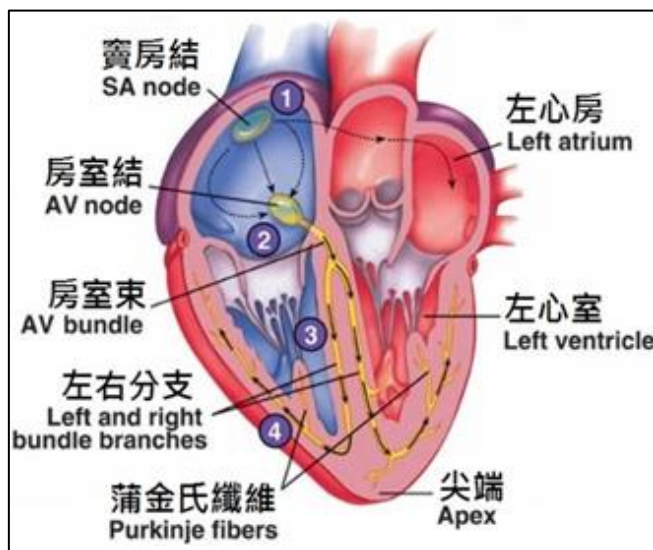
三、心臟的結構

- 由心臟肌組成，位於左、右肺葉之間，稍為偏向身體中線的左側。
- 分為四個腔室
 - 心房**：兩個位於上方的叫心房，是接受血液回流的腔室；
 - 心室**：兩個位於下方的叫心室，是推動血液外流的動力泵，室壁亦要比心房來得厚。
- 心房和心室之間有瓣膜，左邊的是二尖瓣，右邊的是三尖瓣。
- 左心室和大動脈之間有半月瓣，右心室與肺動脈間亦有半月瓣。
- 瓣膜**的主要功能都是為了防止血液倒流。



四、心臟的傳導系統

- 心臟本身就有一套刺激傳導系統，可以自行產生電流傳導刺激心臟肌肉收縮。
- 結點**：心臟組織中產生電流傳導的組織。
 - 竇房結**：位於右心房上壁①，決定心臟收縮的節律，通常被視為心臟的正常起搏點，所以竇房結又叫**起搏器**。
 - 房室結**：位於心房中隔的頂部②，傳到房室結的神經脈衝快速向下傳導，經房室束、其左右分支③及蒲金氏纖維④，傳至兩個心室，造成左右心室的收縮。房室結是心房與心室之間神經脈衝的傳遞站，也是調節脈搏系統的一部分。



五、心動週期

- 先由薄壁心房內的肌肉收縮，擠壓腔室的血液進入心室，然後由厚壁心室產生更大的壓力，驅使血液向外流動。

- 收縮期**：心臟收縮的階段。
- 舒張期**：收縮後舒張的時期。
- 心臟每收縮和舒張一次構成一個心動週期（安靜時平均不超過1秒）。

六、心率

- 就是心臟 **1 分鐘** 搏動的次數。
- 通常透過測量脈搏就可得知。
 - 脈搏**就是心室收縮，把血液輸入主動脈時，血管產生的搏動現象。

七、心搏量

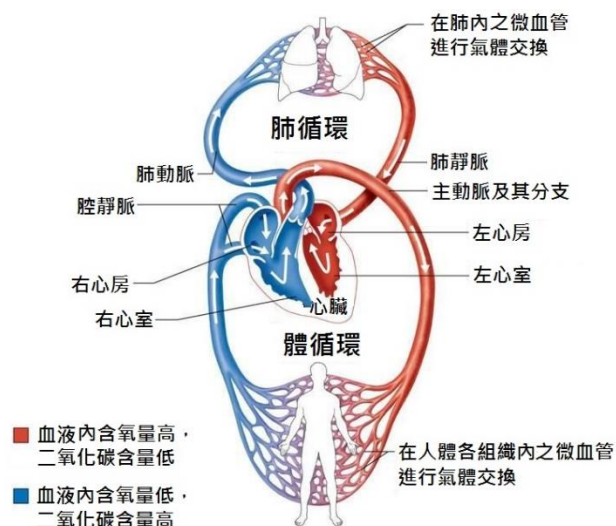
- 亦作**每搏輸出量**，就是每次心臟搏動時，左心室輸出的血量。
- 一般人在休息時的心搏量約為 **50 至 70 毫升**；
運動員(特別是耐力項目)可以達 **90 至 110 毫升**。

八、心輸出量

- 就是**每分鐘**心室輸出的血量。
- 心輸出量** = 心率 × 心搏量

九、循環

- 血液在人體內會進行雙循環。
- 肺循環**：指含氧量低的血液從右心室經肺動脈運送到肺部的氣泡進行氣體交換，然後再把含氧量高的血液經肺靜脈帶回左心房。
- 體循環**：指含氧量高的血液從左心室經主動脈及其分支運送到身體各部分（**肺部除外**）進行氣體交換，然後再把含氧量低的血液經腔靜脈帶回右心房。
- 進行運動的時候，身體會重新調節流向不同器官的血量。
 - 運動中的器官（如肌肉）會獲增加血液供應。
 - 其他器官（如肝、腎、骨骼、皮膚等）會被減少血液供應。
 - 腦和心臟獲得血液供應的百分比雖然也被減少，但實際獲得的血液供應（每分鐘的血流量）比安靜時還要多。



器官	休息		運動	
	百分比	升/分鐘	百分比	升/分鐘
骨骼	5	0.5	0.5	0.15
腦	15	0.9	4	1.2
心臟	5	0.3	4	1.2
腎	25	1.5	2	0.6
肝	25	1.5	3	0.9
肌肉	15	0.9	85	25.5
皮膚	5	0.3	0.5	0.15
其他	5	0.3	1	0.3
總數	100	6.0	100	30

十、心血管系統在不同發展階段的特點

- 兒童期：**
 - 由於神經調節不夠完善，新陳代謝比較旺盛，故心率較快。
 - 心肌纖維收縮力較弱，心臟泵血力量小，故每搏輸出量少。
 - 血液中血紅蛋白含量比成年人低。
 - 血管因易擴張而較粗，血壓相對較成年人低。
- 青少年期：**
 - 心臟的重量與容積已達到成年人水平，但心臟收縮力較弱。
 - 動脈血管和微血管的直徑相對比成年人小，外周阻力比較小，所以血壓較低。

- 隨著年齡的增長，心率變慢，心輸出量增加，血管外周阻力加大，血壓逐漸升高。
- 成年期：**
 - 從 30 歲起，每 10 年心輸出量下降 6%至 8%，同期血壓卻上升 5%至 6%。

- 血管壁彈性降低，血管運動功能和血壓調節能力減弱。
- 血液膽固醇濃度也隨年齡增長而升高，心臟冠狀動脈和腦動脈因此易發生粥樣硬化。

呼吸系統

一、呼吸系統的功能

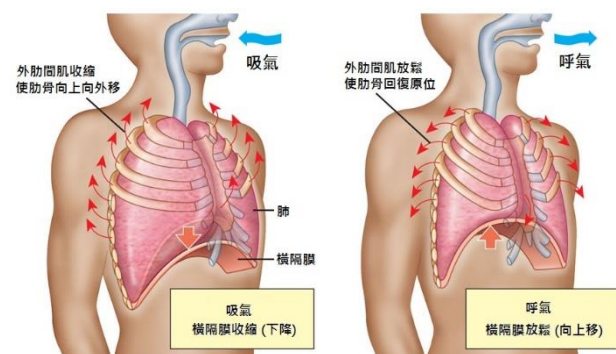
- 呼吸：**是指從外界環境中攝取氧氣，送到體內的細胞進行氣體交換。同時把二氧化碳循相反途徑被排出體外。
- 輔助發聲：**肺部排出的氣體經過聲門時，引起聲帶的振動而發聲。
 - 音色：**取決於聲帶的長度和厚度。
 - 音質：**可調整舌頭位置和口型來改變。

二、肺的結構和呼吸

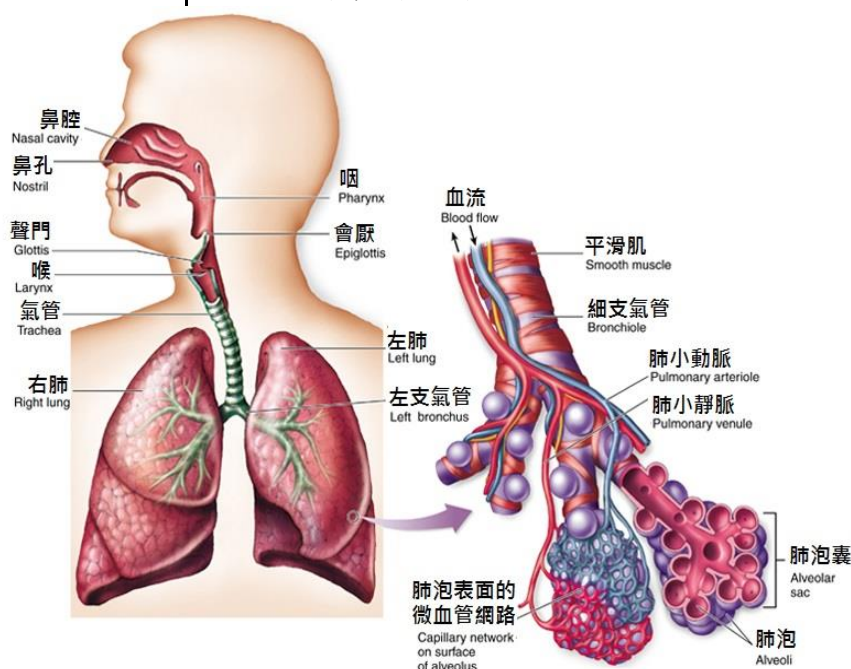
- 空氣進入肺部作氣體交換的途徑：
鼻腔 → 咽 → 喉 → 氣管 → 左、右支氣管 → 肺葉 → 小支氣管 → 肺泡管 → 肺泡 → 氣體交換
- 鼻腔：**裡面的鼻黏膜及鼻竇旁能夠吸附塵埃，溫暖及濕潤吸入的空氣。
- 吞咽時，喉腔內的會厭軟骨可以覆蓋氣管，防止食物和飲料落入其中。
- 肺葉：**左肺 2 片，右肺 3 片。
- 肺泡：**肺泡壁極薄及濕潤，表面滿佈微血管，有效促進氣體交換。
- 呼吸的過程**包括：
 - 肺通氣
 - 氣體交換
 - 細胞內呼吸

三、肺通氣

- 指外界環境與肺泡之間的氣體交換過程。
- 包括吸入及呼出空氣。



- 吸入空氣：**橫膈膜收縮下降，外肋間肌收縮，使胸廓向上向外移動，容積增加，內裡的壓力減少，空氣便進入肺部。
- 呼出空氣：**橫膈膜及外肋間肌放鬆，使胸廓的體積減少(回復原狀)，壓力增加，空氣便離開肺部。



- **潮氣量**：每次呼吸所吸入或呼出的氣量（約 350 至 500 毫升）。
- **肺活量**：最大吸氣之後所能呼出的最大空氣量（約 2500 至 4000 毫升）。

四、氣體交換

- **外呼吸**：在肺內進行，氧氣從肺泡擴散到微血管內的血液；二氧化碳同時逆向擴散到肺泡，並排出體外。
- **內呼吸**：在組織之間進行，氧氣經循環系統運送到各組織，從血液擴散到細胞；二氧化碳同時以相反方向擴散到血液中。

五、細胞內呼吸

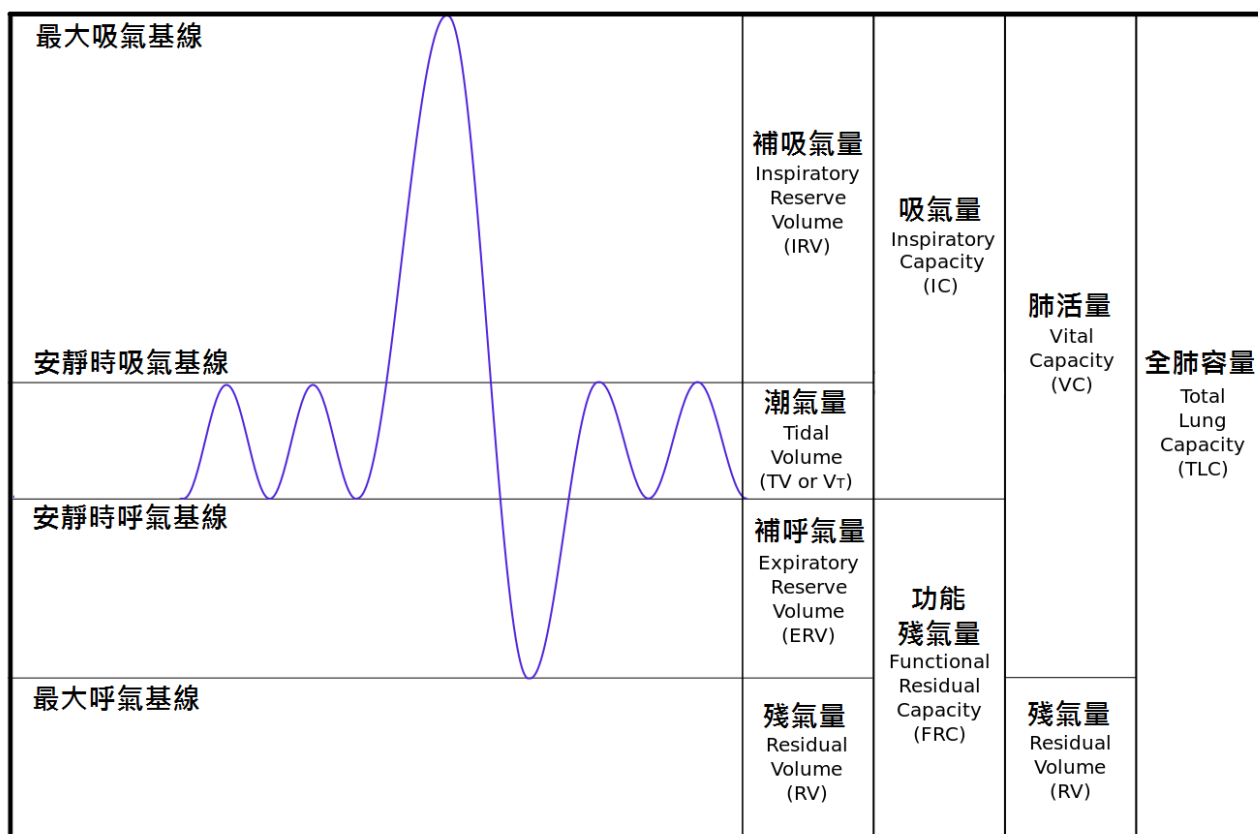
- 儲存在細胞內的營養素（如糖原），在線粒體中與氧氣發生反應，釋放出能量，重新合

成三磷酸腺苷 (ATP)，以維持細胞正常的功能（如肌肉收縮）。

- 同時產生的二氧化碳（代謝廢物）會經循環系統被排出體外。

六、呼吸系統在不同發展階段的特點

- **兒童期**：
 - 由於新陳代謝旺盛，耗氧量大，因而呼吸頻率較快。
 - 呼吸肌力量較弱，故肺活量較小。
- **青少年期**：
 - 肺臟、呼吸肌快速成長，因而肺活量逐漸增加。
- **成年期**：
 - 肺組織彈性逐漸減小，肺的擴張與收縮能力下降，肺活量因而變小。



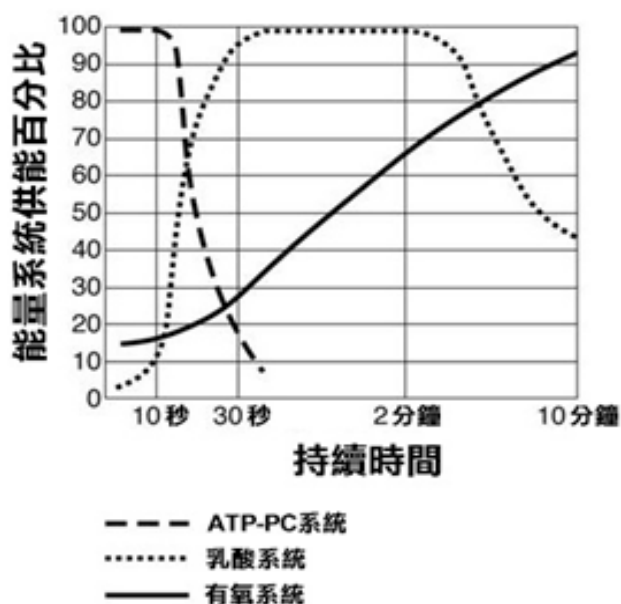
能量系統

一、三磷酸腺苷

- 食物只是肌肉活動所需能量的間接來源。
- 食物分解時釋放的能量，必須先用來製造一種儲存於肌肉之內，名為三磷酸腺苷（ATP）的高能量化合物。只有 ATP 被分解時，所釋放出來的能量才可以作肌肉活動之用。
- ATP 在肌肉內的儲存量極為有限，僅足以維持少於 10 秒（三數秒）的極量運動之用。
- 人體內有三個能量系統可以供應能量作為重新合成 ATP 之用。
 - 當中兩個是無氧系統，一個是有氧系統。

二、無氧系統

- 能夠在沒有氧氣的情況下重新合成 ATP。
- 三磷酸腺苷—磷酸肌酸（ATP-PC）系統**
 - 當肌肉細胞內的另一種高能量化合物磷酸肌酸（PC）被分解時，就能釋放能量以重新合成 ATP。
 - PC 在人體內的儲存量也是極為有限，整個 ATP-PC 系統僅足以維持不到 10 秒的極量運動。
 - 其重要性在於能夠提供即時的能量作肌肉活動之用。
 - 對那些強度大、速度高，只需在數秒間完成的活動，如起跑、跳躍、投擲、舉重等項目尤為重要。
 - 乳酸系統**
 - 在無氧的情況下，以糖原作為燃料產生能量。
 - 糖原先分解成葡萄糖-6-磷酸，再經一系列反應生成丙酮酸，在缺氧的情況下，丙酮酸會轉化成乳酸。
 - 肌肉疲勞會伴隨著乳酸積聚而增加。
 - 乳酸系統的重要性在於確保體內儲存的 ATP 耗竭後仍持續數十秒的快速供能。



- 在極量運動的開始階段已參與供能，並於30 秒左右達至高峰。
- 對那些需要在1 至 2 分鐘內完成的高強度項目，如400 米跑及100 米游泳等極其重要。
- 乳酸大量積聚後，乳酸系統的效率也會開始下降，並且逐漸被有氧系統取代。
- 乳酸可以在休息或恢復階段透過氧化被消除，或被血流運送到肝臟重新合成肝糖原，亦可在腎臟內進行分解。

三、有氧系統

- 在氧氣充足的情況下，用上糖原、脂肪，甚至蛋白質作為供能的燃料。
- 這些能源物質在線粒體內被氧化分解為二氧化碳和水，並同時釋於大量 ATP。
- 糖類在體內的存量可供能達1 至 2 小時，脂肪就可達更長的時間。
- 有氧系統不會產生乳酸，是長時間耐力活動，如馬拉松長跑的主要能量來源。

能量系統	主要產生三磷酸腺苷的能量物質	代謝物	維持運動的時間
磷酸原系統 (ATP-PC 系統)	磷酸肌酸	沒有	少於 10 秒
乳酸系統	糖原	乳酸	1-2 分鐘
有氧系統	糖原、脂肪、(蛋白質)	二氧化碳、水	沒有限制，直至 能源物質用完

四、休息時的能量代謝

1. 基礎代謝率/休息代謝率

- 佔日常能量消耗的 60 至 75%。
 - 女性**略低於**男性**。
 - 20 歲以後，隨年齡增長而下降。
- 基礎代謝率**
 - 清醒狀態下各器官系統進行最基本的生理活動，如呼吸、心跳和維持正常體溫等所需要消耗的能量代謝水平。
 - 測量時要在充足睡眠後，剛醒來時進行，測量前 12 小時內沒有進食，並必須維持適中室溫。
- 休息代謝率**
 - 定義與**基礎代謝率**相同，但測量規定則較寬鬆。
 - 測量須在 30 至 60 分鐘休息後進行，測量前 4 小時內沒有進食。
- 能量代謝當量 (MET)**
 - 1 MET** 是一個健康成年人安靜坐著時的能量代謝水平。
= 1 千卡/千克/小時，或
= 4.184 千焦耳/千克/小時

2. 食物熱效應

- 指食物在消化、吸收和代謝過程中的熱量消耗。
- 約佔日常能量消耗的 10%。

五、進行運動鍛鍊時的能量代謝

- 佔一般人日常能量消耗的 15 至 30%。
- 是個別差異最大的一個部分。
- 每天訓練 5 至 6 小時的運動員可高達 80%。

活動	能量代謝當量 (MET)
睡覺	0.9
坐著，休息、聽課、看書、聊天等	1.0
站立	1.2
步行 (平路、慢速)	2.0
烹飪	2.5
下樓梯	3.0
舞蹈 (華爾滋、慢速)	3.0
上樓梯	4.5
太極	4.0
籃球 (射籃練習)	4.5
游泳 (悠閒、慢速)	6.0
緩步跑	7.0
籃球 (比賽)	8.0
踏單車 (平路、時速約 20 公里)	8.0
有氧踏板操 (踏板高度 15-20 厘米)	8.5
足球 (比賽)	9.0
跑步 (時速約 12 公里)	12.5

- 從休息狀態進入運動狀態，或提升運動強度時，耗氧量會急劇上升，然後在 1 至 4 分鐘內達至「**穩定狀態**」。
 - 在達至穩定狀態前，主要依賴無氧系統提供能量。
 - 心肺系統功能較好的人能早些達至「**穩定狀態**」。
- 運動結束後，肌肉活動雖然停止，但能量消耗卻要經過一段時間才能夠回復到運動鍛鍊前安靜時的水平。
 - 重新合成肌肉內的磷酸肌酸 (PC)、清除運動時產生的乳酸等均需要消耗氧氣。
 - 心肺系統功能較好的人則會快些恢復。

• **一天裡的熱量消耗：**

基礎/休息代謝率	60 -75%
食物的熱效應	10%
體能活動	15 – 30%

第二部分重要數字一覽

1. 身體質量指數 (BMI) 標準

類別	歐美成年人	亞裔成年人
過輕	< 18.5	
適中	18.5 – 24.9	18.5 – 22.9
過重	25 – 29.9	23 – 24.9
肥胖	>= 30	>= 25

2. 身高別體重曲線圖

- 中位數的 120%或以上：過重
- 中位數的 80%或以下：過輕

3. 香港學校體適能獎勵計劃的「適中身體脂肪比率」

男生	10.3 - 20.1%
女生	15.0 - 26.8%

- 細胞質約 90%為水分。
- 人體的骨骼系統約佔總體重的 20%。
- 成人的骨骼系統共有 206 塊骨骼。
- 骨骼含有 65%的礦物質和 35%的有機物。
- 大約在 25 歲以後，身高的增長因骨化完成而停止。
- 腦大約由 1000 億個神經元組成。
- 成人脊髓全長約 45 厘米。
- 肌纖維可長達 35 厘米。
- 人體共有 600 多條骨骼肌，約佔全身重量的 40%。
- 女性在 15 至 17 歲、男性在 18 至 19 歲時肌力增長最為顯著。
- 安靜狀態時，每一心動週期的時間平均不超過 1 秒。
- 休息時的心搏量

一般人	50 至 70 毫升
運動員	90 至 110 毫升

- 一個 70 千克重的人，其血量約為 5 升。
- 從 30 歲起，每 10 年心輸出量下降 6%至 8%，同期血壓卻上升 5%至 6%。

- 安靜時的潮氣量約為 350 至 500 毫升。
- 肌肉內儲存著的 ATP 僅足以維持三數秒（或少於 10 秒）的極量運動。
- 整個 ATP-PC 系統僅足以維持不到 10 秒的極量運動。
- 乳酸系統在運動 30 秒左右時，供能速率達到最高峰；對那些需要在 1 至 2 分鐘內完成的高強度項目尤為重要。
- 體內糖分儲備可維持達 1 至 2 小時的有氧運動。
- 一天裡的熱量消耗

基礎/休息代謝率	60 - 75%
食物的熱效應	10%
體能活動	15 - 30%

- 20 歲以後，基礎代謝率或休息代謝率會隨著年齡的增長而逐漸降低。
- 1 MET 是指一個健康成年人安靜坐著時的能量代謝水平，相當於每小時每千克體重 1 千卡（1 kcal/kg/hr），或 4.184 千焦耳（4.184 kJ/kg/hr）的能量消耗。
- 從休息狀態進入運動狀態，或在鍛鍊過程中提升運動強度時（如加快跑速、增加阻力等），耗氧量會急劇上升，然後在 1 至 4 分鐘內達至穩定狀態。