



運動生理學

- 能量系統
- 骨骼系統
- 神經肌肉系統
- 循環系統



運動的能量系統

■ 人體能量來源

- 醣類、**脂肪**、**蛋白質**

■ 能量來源系統

- 人體活動時需要能量，而這些能量最直接的提供方式就是以**ATP**形式提供。
- 能量系統主要可分為：
 - **1.ATP系統**(儲在肌肉、可用**10秒**、**5分鐘**後恢復)
 - **2.有氧系統**(一分鐘後啟動)
 - **3.乳酸系統**(無氧醣酵解 可用**40秒**)

葡萄糖醣解作用產生乳酸

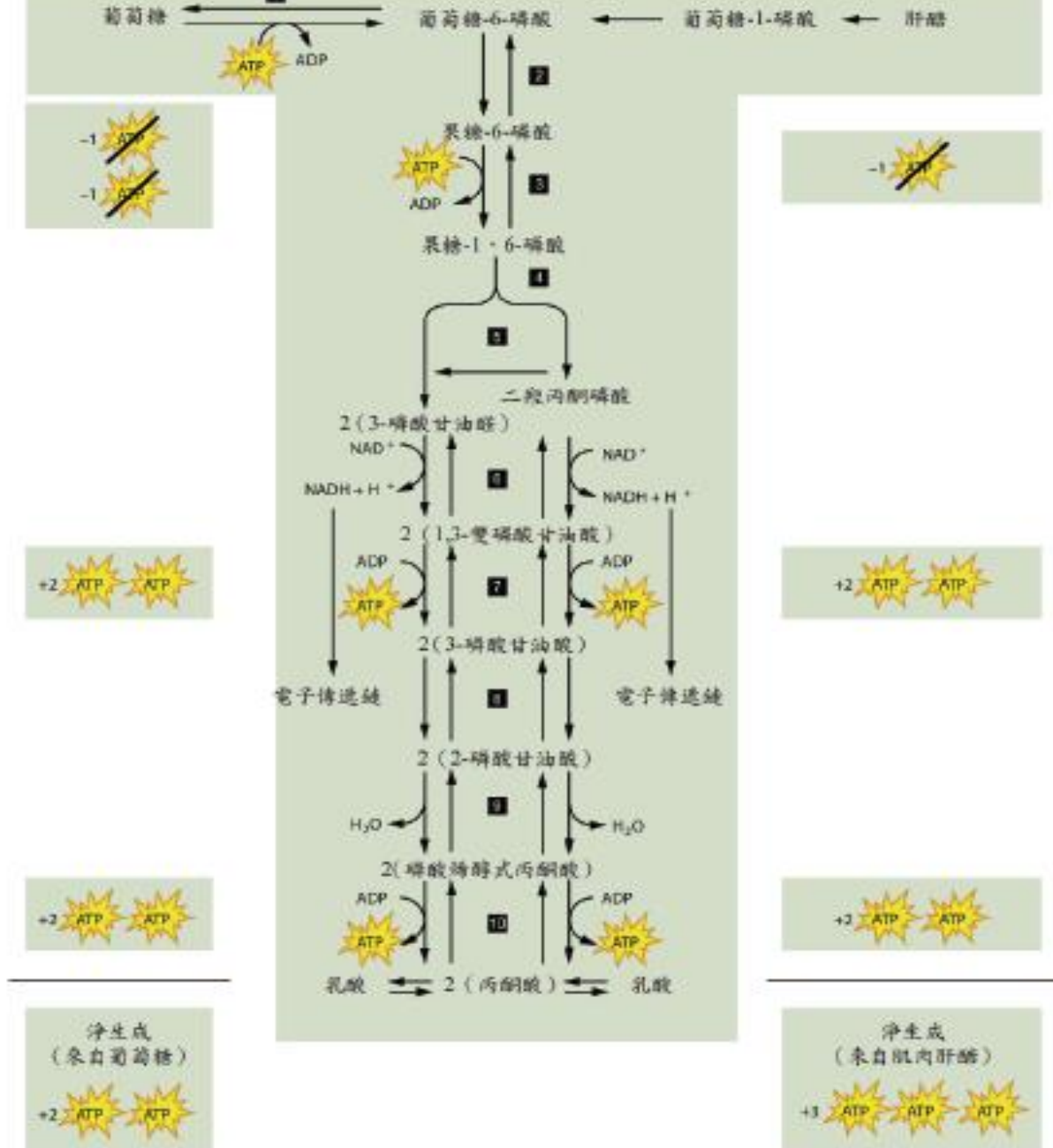


圖 2-7 醣解作用的能量產生。6 碳分子的葡萄糖和葡萄糖分子鏈的肝糖，轉化為 2 個 3 碳分子的丙酮酸。此過程開始於循環中的血液葡萄糖或肝糖（葡萄糖分子鏈，儲存於肌肉與肝臟的葡萄糖型式），注意此無氧過程約有 10 個步驟，根據受質為葡萄糖或肝糖，可分別淨得 2 分子或 3 分子

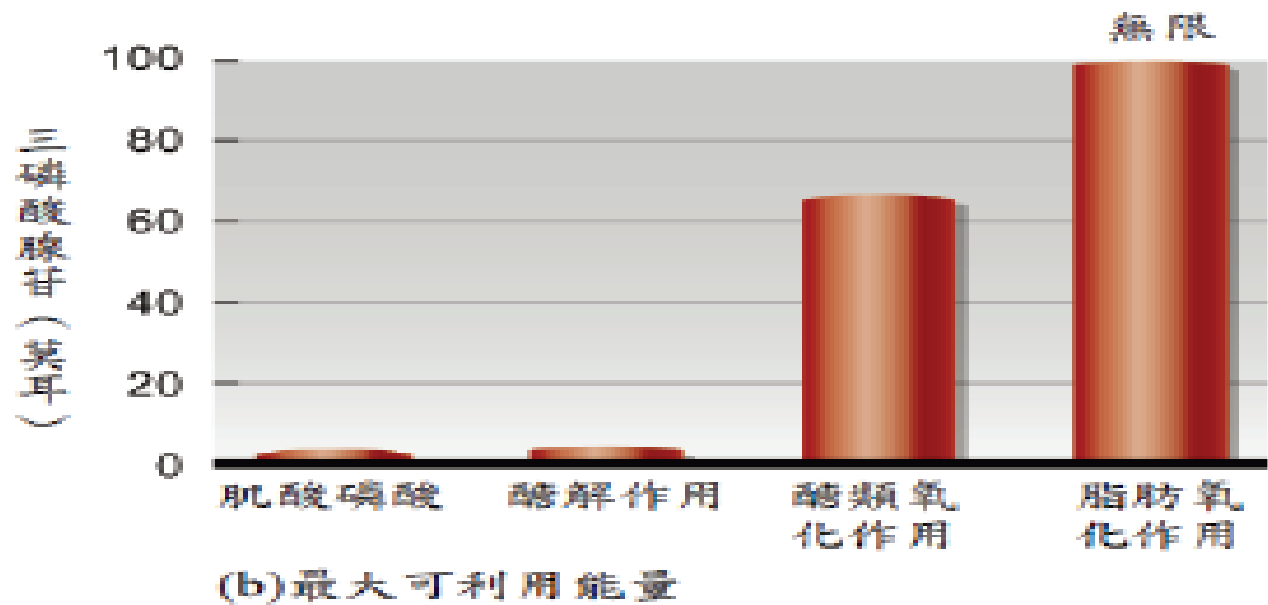
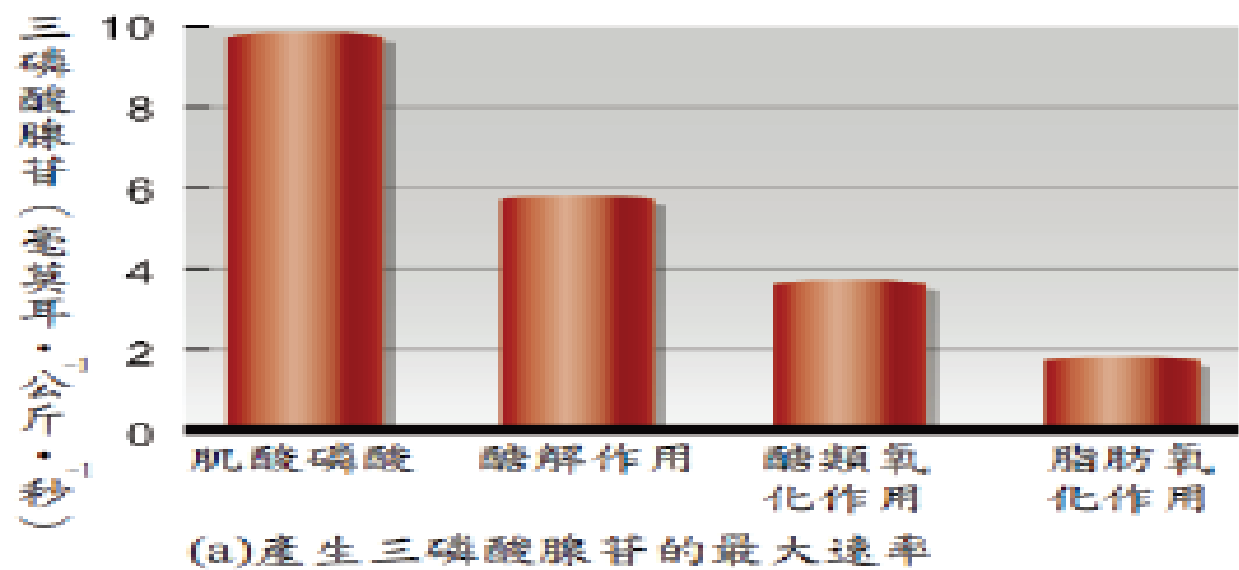
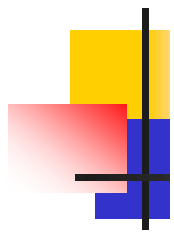
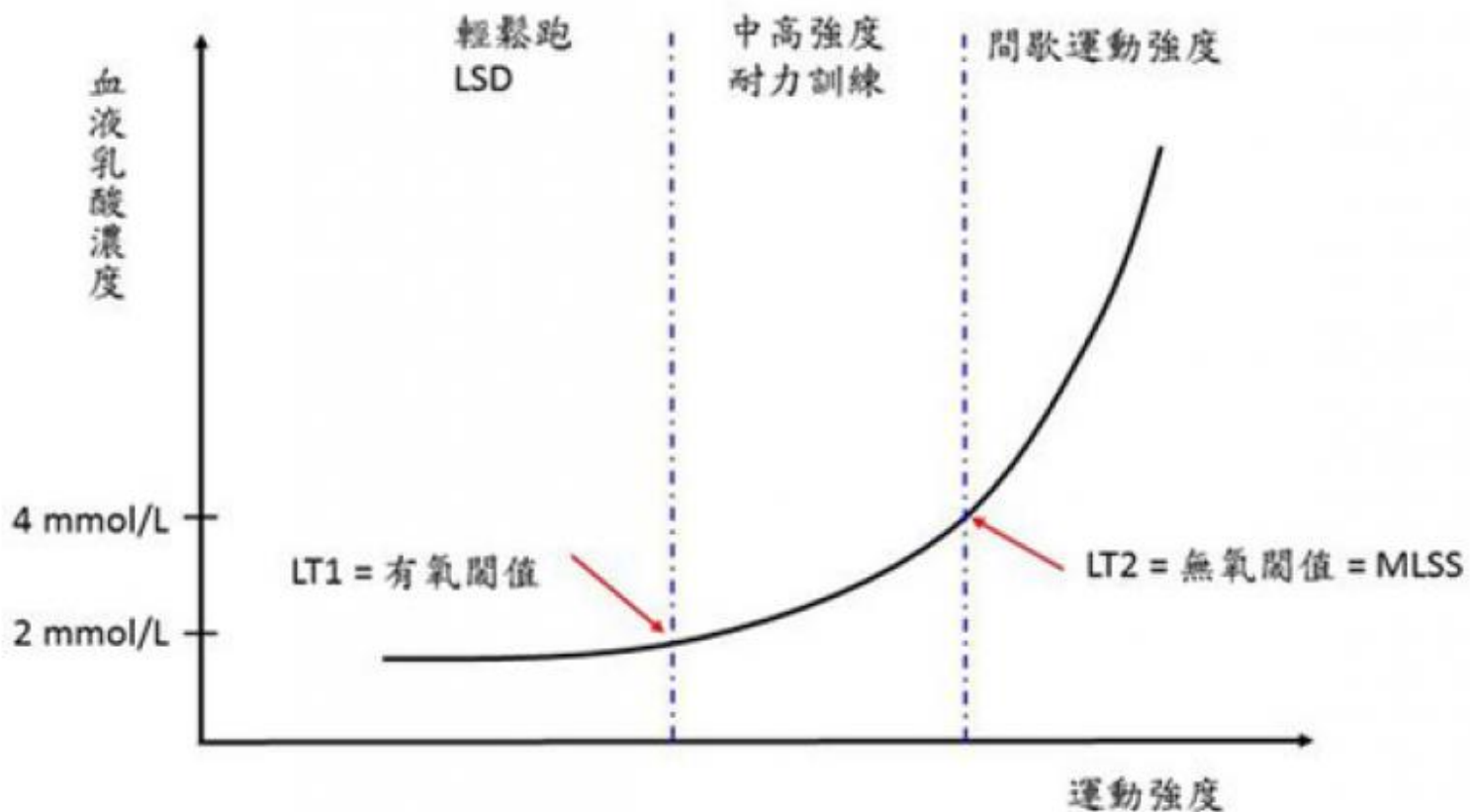


圖 2-13 不同能量系統中(a)可產生能量的最大速率；(b)產生能量的能力。

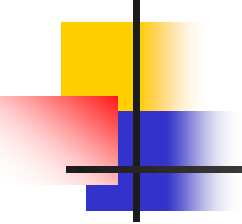
有氧運動控制在有氧閾值內



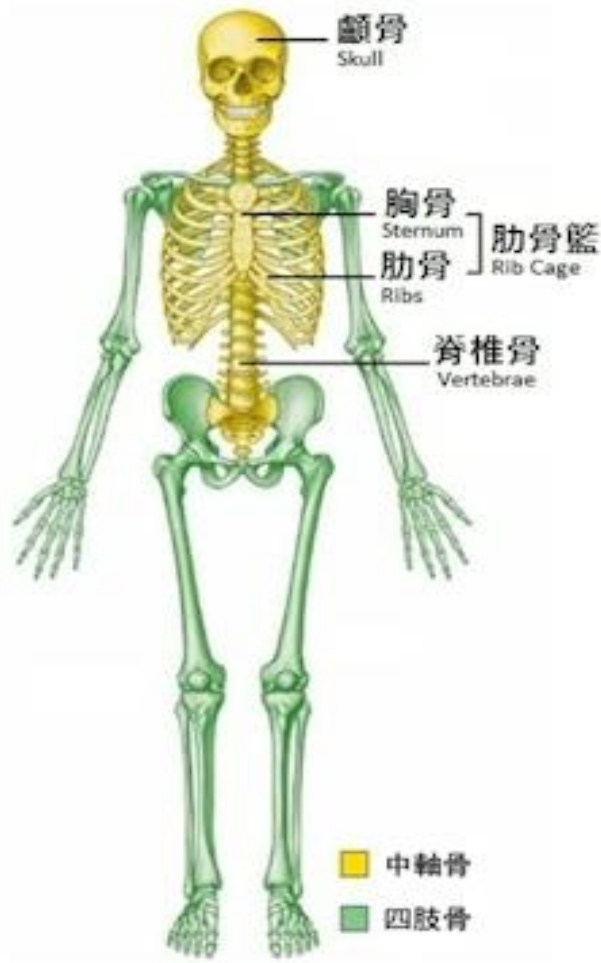


骨骼系統

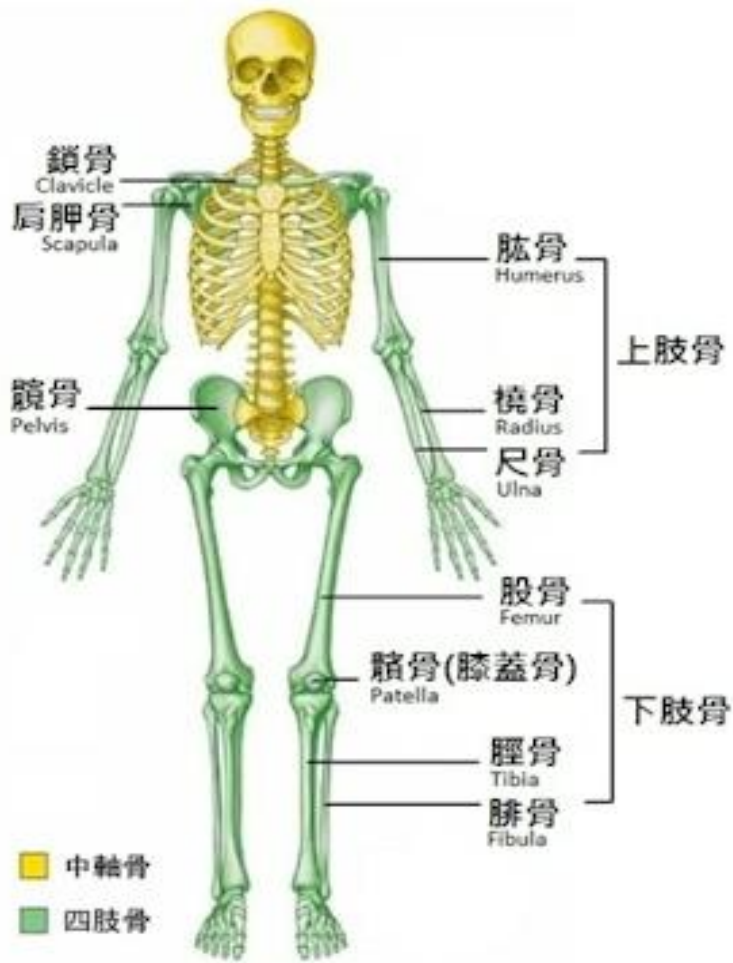
- 是指全身的骨骼（頭顱骨、胸廓、脊椎、上肢骨、下肢骨）與關節系統。
- 骨骼系統主要有支持、保護、儲存、造血及運動等功能。
- 骨骼與關節構成槓桿作用，肌肉、韌帶附著或連接在骨骼上，當肌肉收縮時，力量作用在槓桿上而產生運動。

- 
- 人體的骨骼系統包括骨骼、軟骨、韌帶和肌腱，約佔總體重的 **20%**。
 - 人體的骨骼系統是由 **206塊**骨頭及**超過200個**關節所組成
 - 中軸骨骼是指顱骨、脊柱和肋骨。
 - 附肢骨骼是指四肢骨和四肢骨附帶著的骨

中軸骨與四肢骨



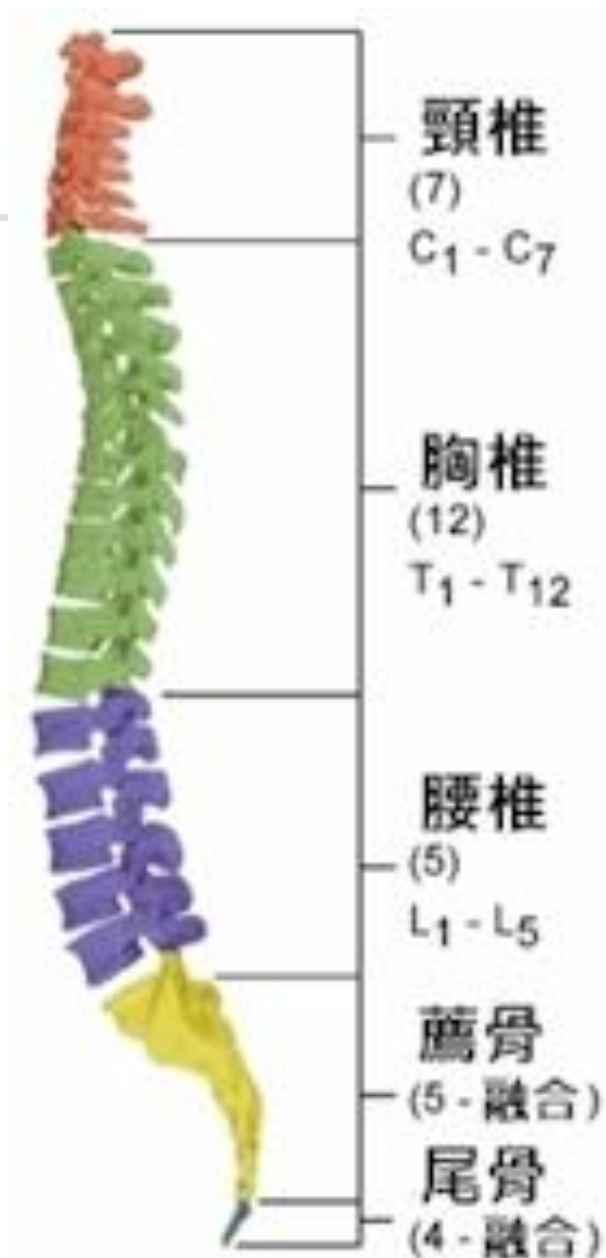
中軸骨



四肢骨

脊柱分五個部分

- 頸椎（7節）
- 胸椎（12節）
- 腰椎（5節）
- 骶椎（亦作薦骨，5節）
- 尾椎（亦作尾骨，4節）





四肢骨

- 分上肢骨（upper extremities）和下肢骨（lower extremities）。
- 上肢骨包括肩胛骨（scapula）、鎖骨（clavicle 或 collarbone）和兩臂及手部的骨。
- 下肢骨包括骨盤（pelvis girdle）和兩腿及腳的骨。

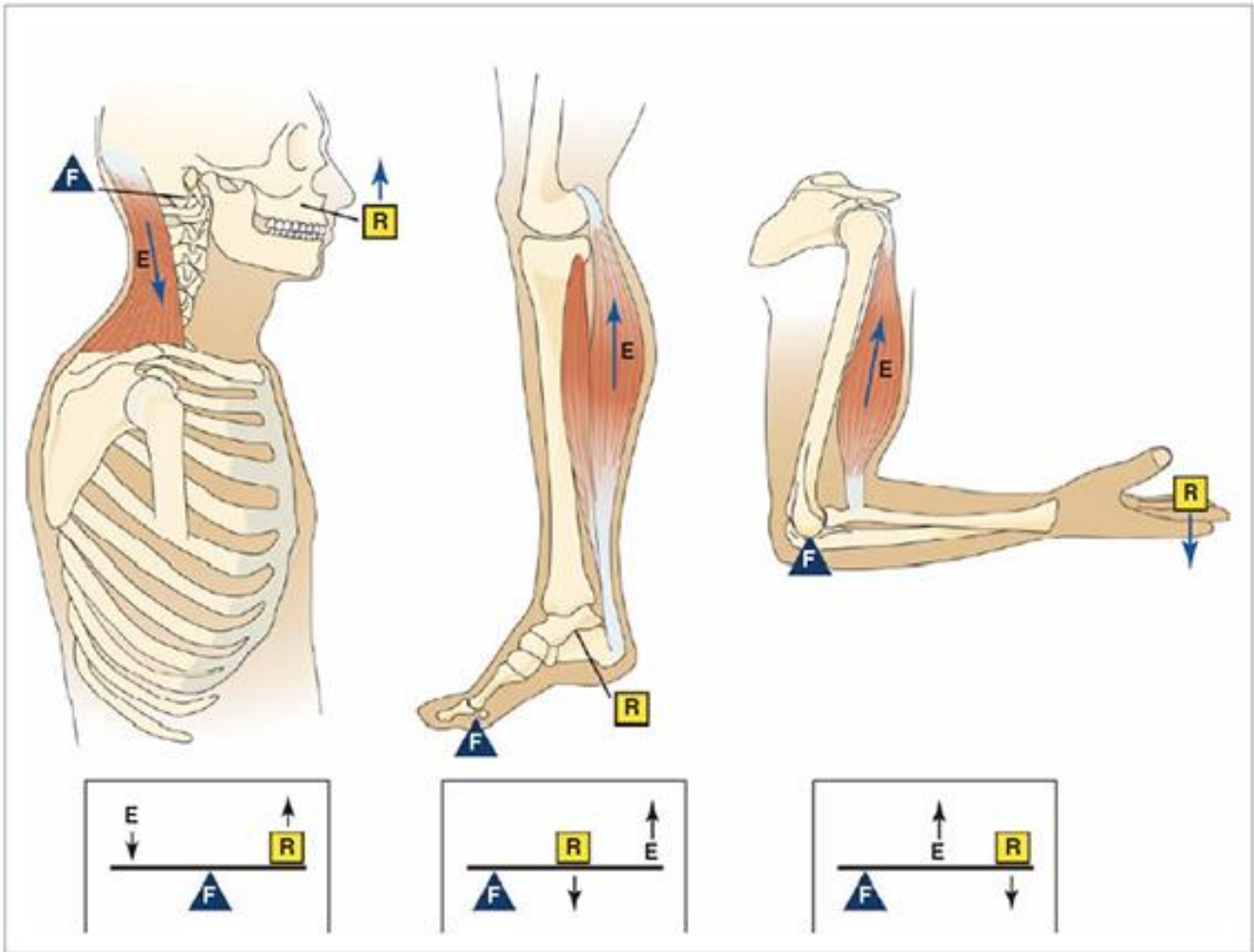


四肢骨

- 分上肢骨（upper extremities）和下肢骨（lower extremities）。
- 上肢骨包括肩胛骨（scapula）、鎖骨（clavicle 或 collarbone）和兩臂及手部的骨。
- 下肢骨包括骨盤（pelvis girdle）和兩腿及腳的骨。

人體關節槓桿

E為肌肉力量
R為阻抗力量
F為支點」



第一槓桿

第二槓桿

第三槓桿



關節動作

- **1.屈曲(Flexion)：**
- 以額狀軸為中心，在矢狀面上向身體前方彎曲關節，
- **2.伸展(伸直)(Extension)：**
- 以額狀軸為中心，在矢狀面上向身體後方伸直關節，



■ 3.外展**Abduction** (**ABD**) :

■ 4.內收**Adduction** (**ADD**) :

■ 5.內旋(內轉) **Internal or Medial Rotation**

■ 6.外旋(外轉) **External or Lateral Rotation**

- 
-
- 7.旋前(**Pronation**) :
 - 8.旋後(**Supination**) :
 - 9.內翻(**Inversion**) :
 - 10.外翻(**Eversion**)
 - 11.蹠屈(**Plantar Flexion**) :
 - 12.背屈(**Dorsi Flexion**)

髋關節的動作

髋關節屈曲

髋關節伸展

髋關節外展

髋關節內收

髂腰肌群

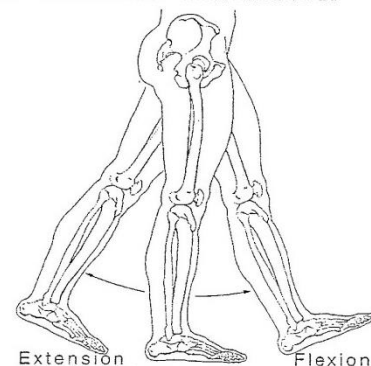
臀大肌

臀中肌、

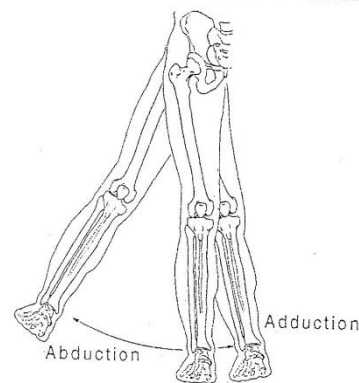
闊筋膜張肌

內收肌群

HIP FLEXION/EXTENSION



HIP ADDUCTION/ABDUCTION



膝關節的動作

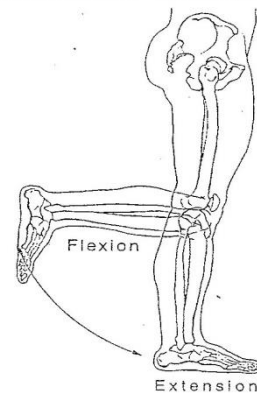
膝關節屈曲

腿後腓肌群

膝關節伸展

股四頭肌

KNEE FLEXION/EXTENSION



肩關節的動作

肩關節外展

三角肌(中央部)

肩關節內收

闊背肌

肩關節水平外展

三角肌(後部)

肩關節水平內收

胸大肌

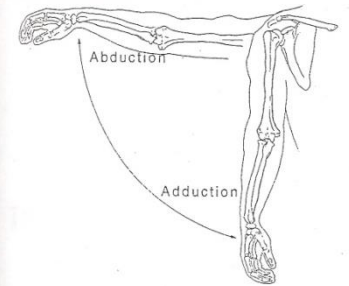
肩關節伸展

闊背肌

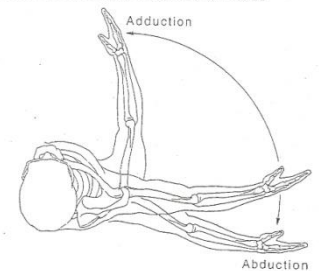
肩關節屈曲

三角肌(前部)

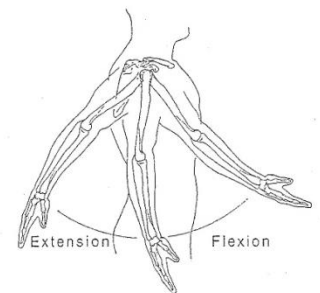
SHOULDER ADDUCTION/
ABDUCTION



SHOULDER HORIZONTAL
ADDUCTION/ABDUCTION



SHOULDER FLEXION/EXTENSION

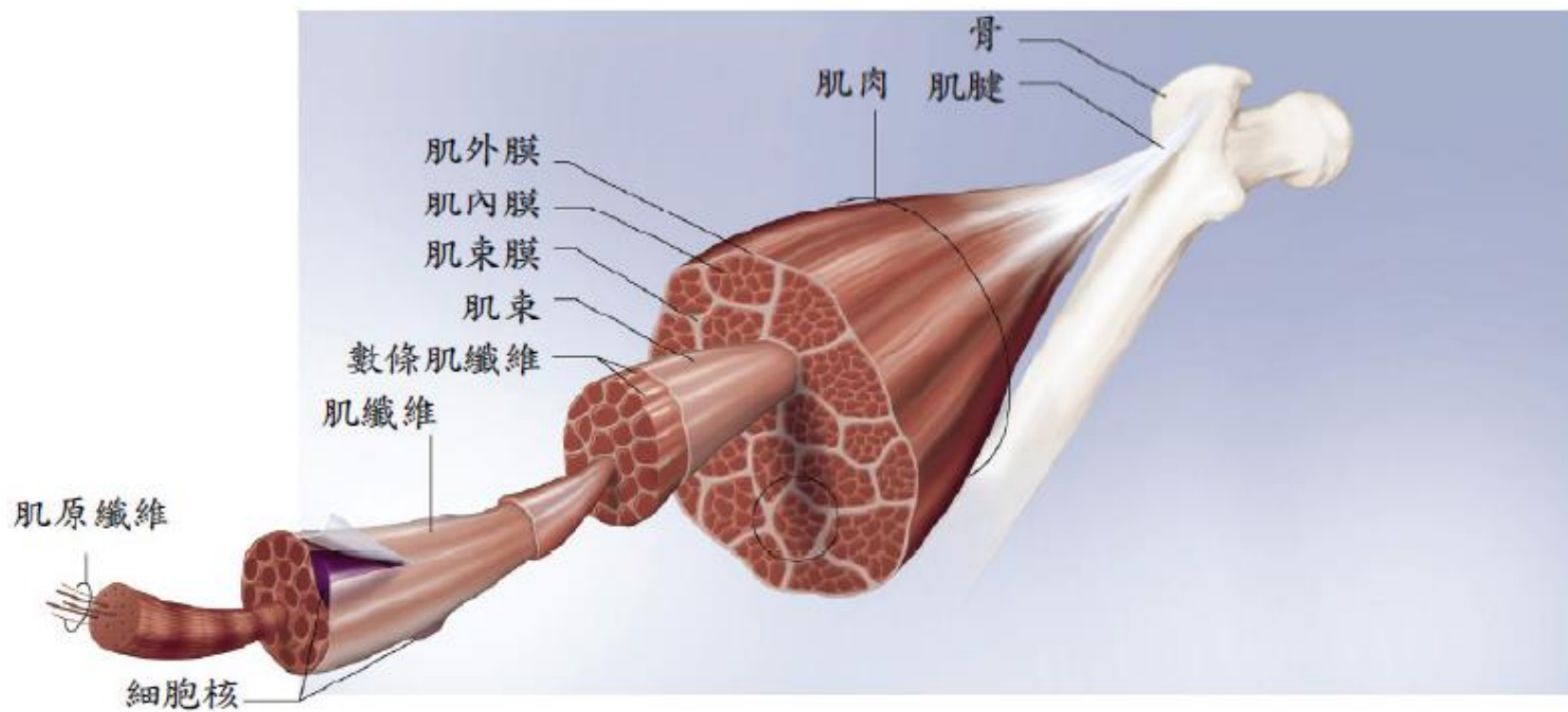




肌肉系統

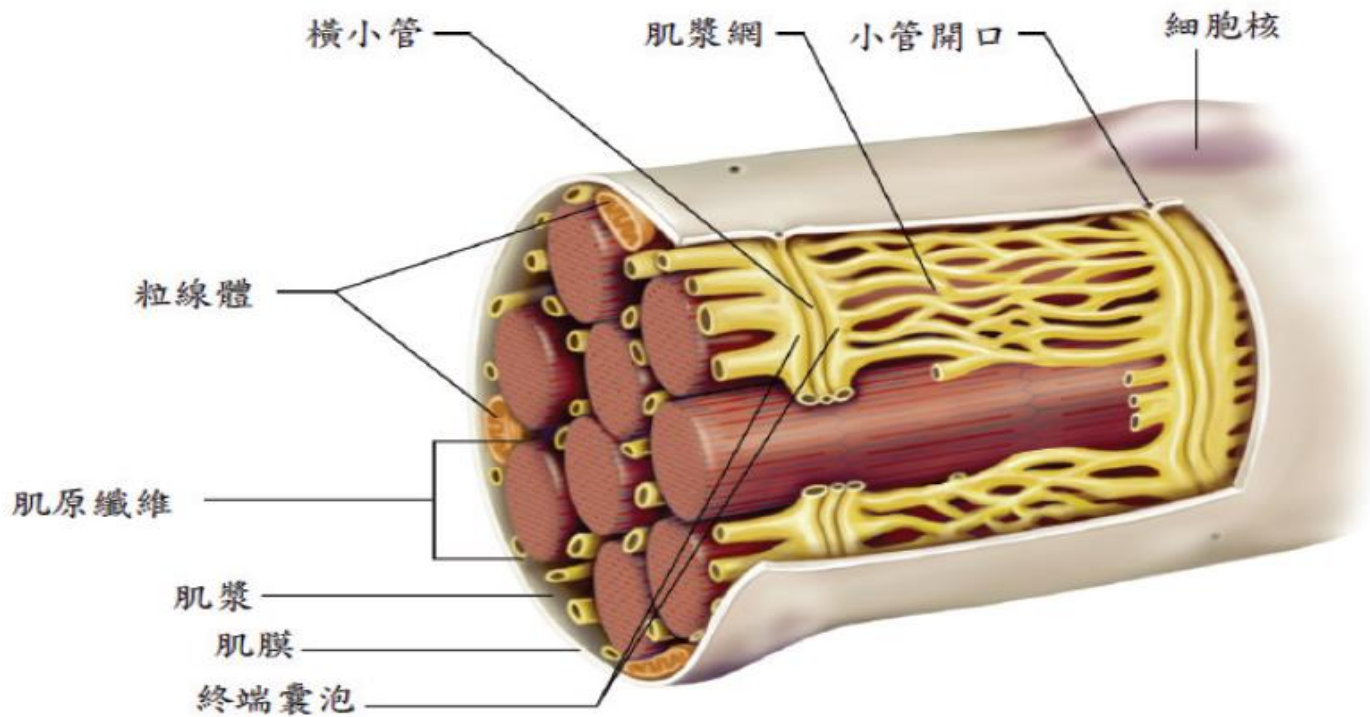
- 肌纖維構造與生理特性
- 肌肉收縮的形式
- 肌力與肌耐力

肌肉構造



肌肉的基本結構。

肌肉纖維



■ 單一肌纖維的結構。

肌肉長度與力量

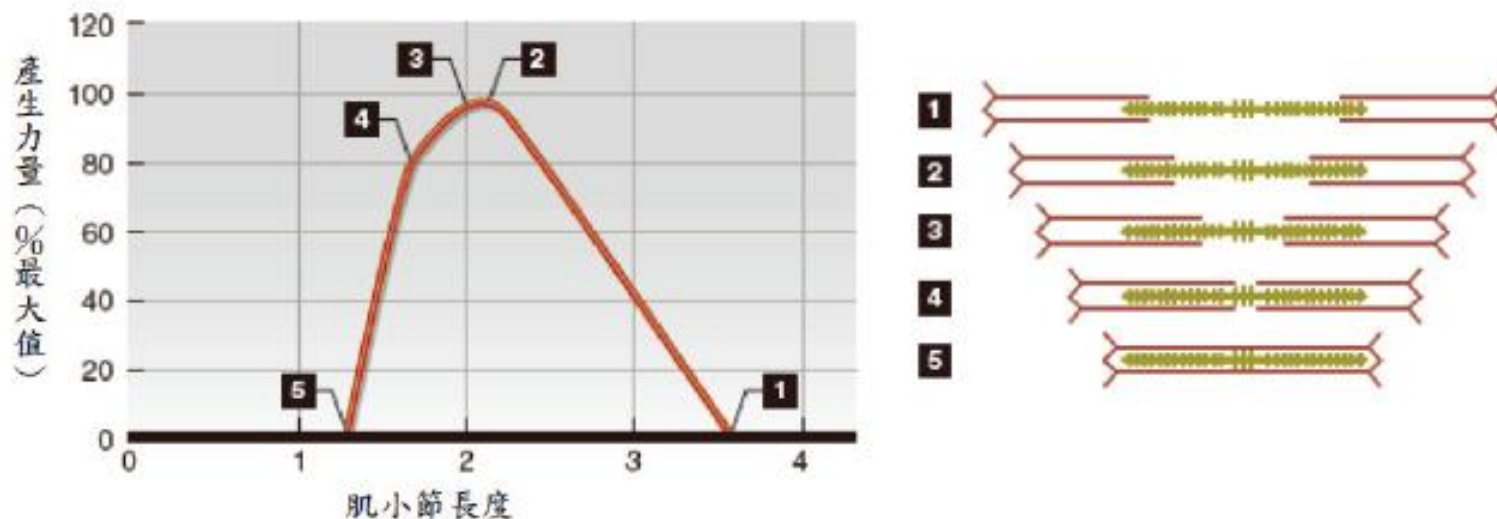


圖 1-9 肌節長度可決定產生張力的大小，圖中顯示產生力量的理想肌節長度概念。

資料來源：by permission, from B.R. MacIntosh, P.F. Gardiner, and A.J. McComas, 2006, *Skeletal muscle: From and function*, 2nd ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 156.



運動單位

- 一條運動神經纖維與它所支配的一群肌纖維構成一組運動單位(**motor unit**)，也是肌肉的最小功能單位。

運動單位

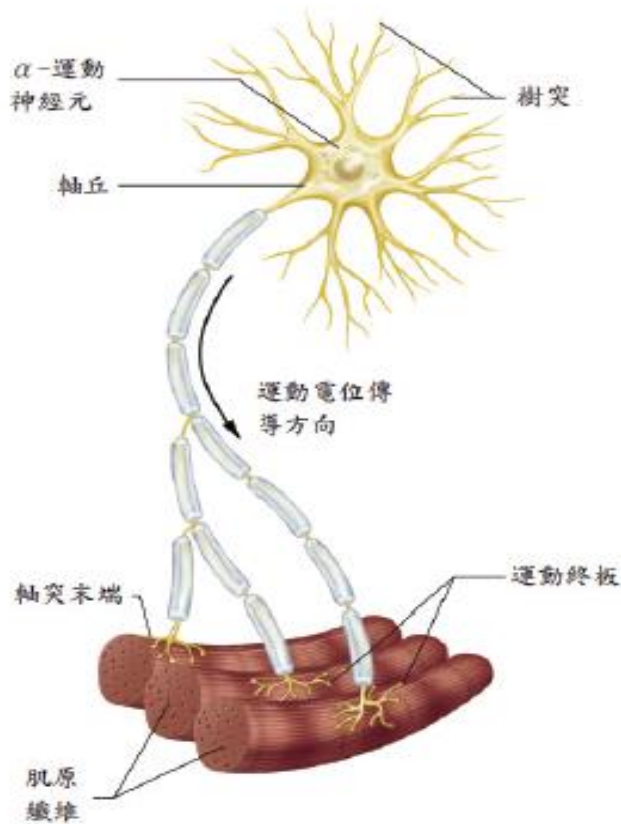


圖 14 運動單位包括 α -運動神經元及所支配的肌纖維。

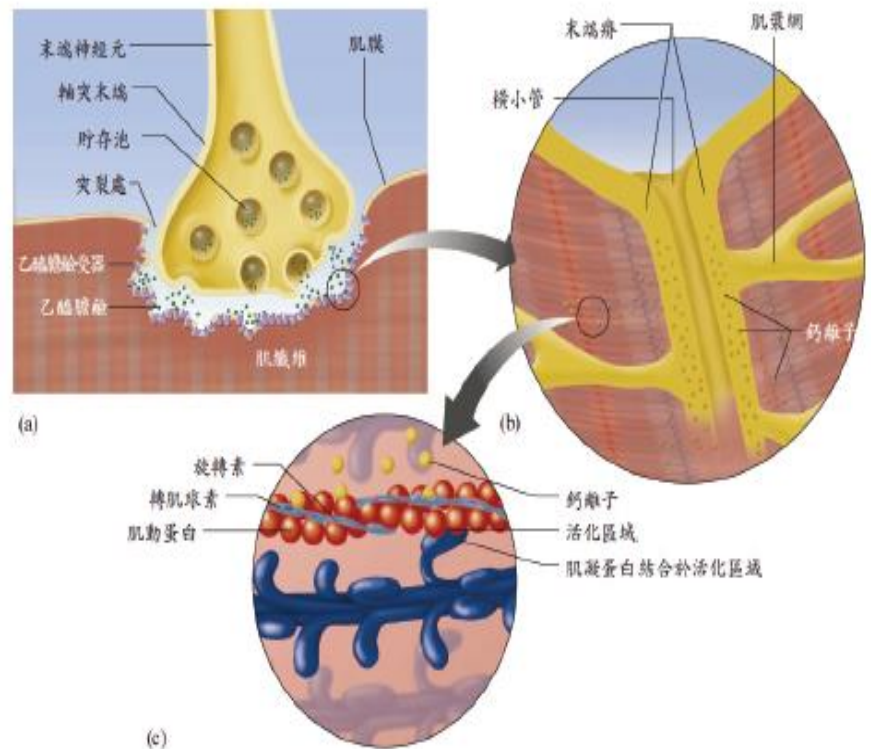


圖 15 啟動肌肉收縮的順序，稱為興奮-收縮偶合。(a)運動神經元釋放乙酰膽鹼，並與肌纖維膜上的受器結合。若有足夠的乙酰膽鹼結合，就能誘發動作電位；(b)動作電位導致鈣離子自肌漿質中的肌漿網末端釋放出來；(c)鈣離子與肌動蛋白上的旋轉素結合，使旋轉素把轉肌球蛋白推離活化區域，而允許肌凝蛋白頭能貼附上肌動蛋白絲。



骨骼肌生化與收縮特性

慢縮肌纖維(slow-twitch fibers ; type I)

適合長時間運動、收縮速度慢、有氧能力高，
簡稱紅肌。

快縮肌纖維(fast-twitch fibers ; type IIa, type IIb)

有利於速度快的運動項目，但容易疲倦、無氧
能量高，簡稱白肌



肌肉收縮的形式

- 肌肉收縮的形式可分為
- 一、靜態收縮：(等長收縮)指肌肉產生張力時，其長度維持不變的收縮。
- 二、動態收縮：
 - 1.向心收縮是肌肉收縮的主要形式向心收縮時，肌肉產生的肌力大於阻力，肌肉向中間縮短而牽動骨骼產生動作
 - 2.離心收縮是阻力大於肌力，收縮時肌肉拉長，如下坡



肌力與肌耐力

- 肌力(**strength**)是指克服或抵抗阻力的最大收縮張力，也可說是肌群產生的最大力量，也稱為肌肉張力。
- 就運動訓練而言，肌力相當於**1RM**的肌肉力量，**RM(maximal repetition)**是指最大的反覆次數下，其相對的負荷重量，表示只能推舉槓鈴**1**次，若有能力再舉第**2**次時，則不算是肌力。
- 肌耐力(**muscular endurance**)是指肌肉反覆克服阻力、反覆收縮的能力。兩者相比較，肌耐力對人們健康的重要性比肌力來得重要。



影響肌力、肌耐力的原因包括：

- 肌纖維形態
- 肌肉的橫斷面積
- 微血管的密度
- 中樞神經的控制
- 肌肉收縮前的長度
- 肌肉收縮的速度
- 肌肉溫度
- 年齡、性別

溫度與肌力

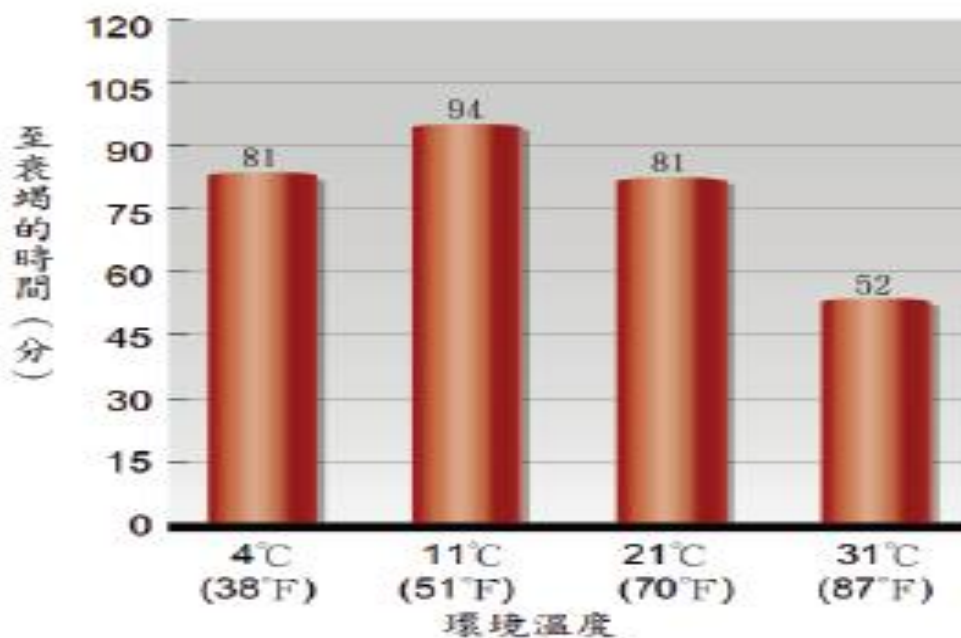
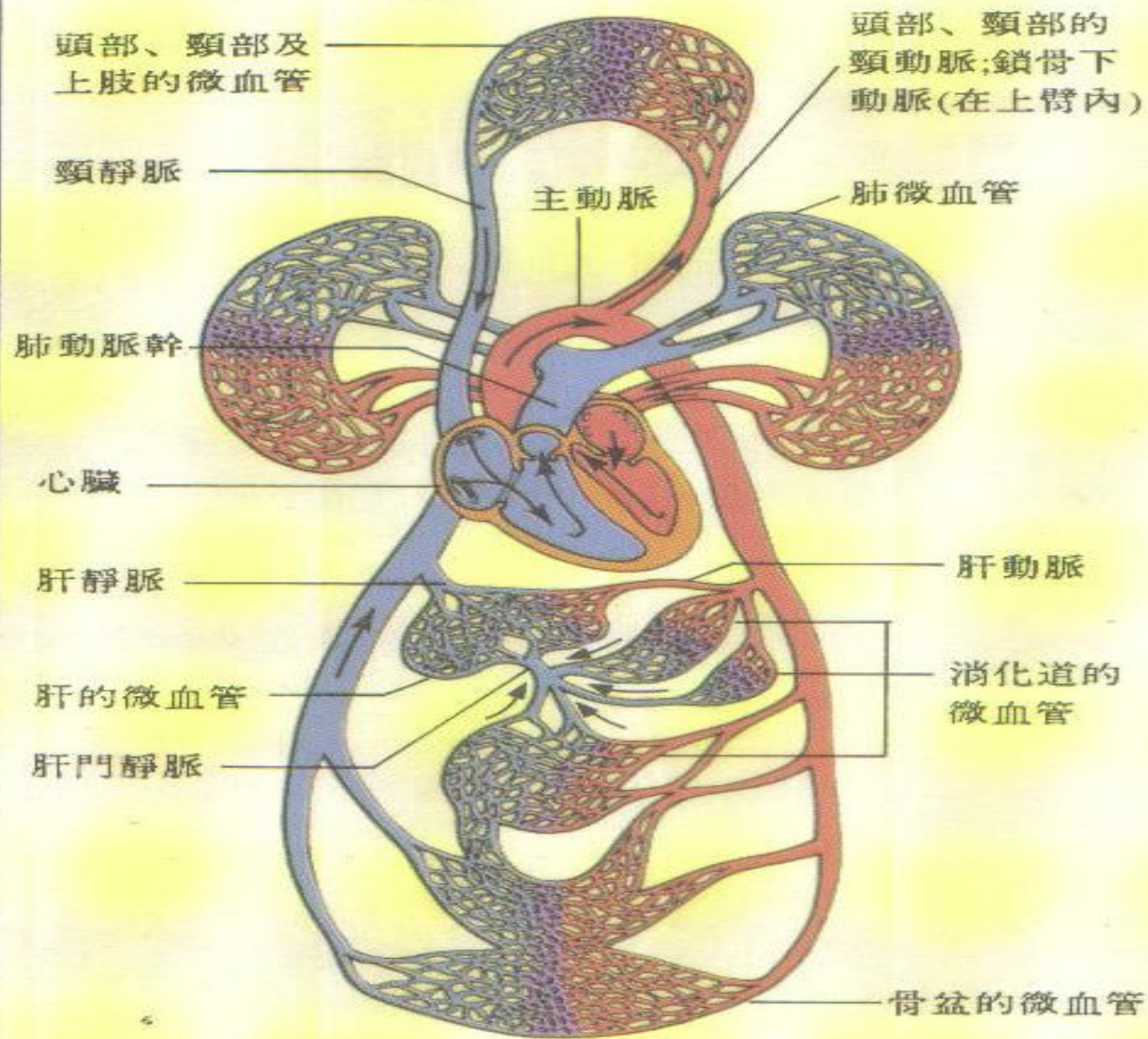


圖 5-9 評估男性受試者以 70% $\dot{V}O_{2max}$ 進行自由車運動至衰竭的時間。受試者在 11°C 的冷環境中運動持續時間較久（延遲疲勞）。在較冷或較溫暖的環境下運動，會加速疲勞。

資料來源：Adapted, by permission, from S.D.R. Galloway and R.J. Maughan, 1997, "Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle



運動與循環系統





循環系統

- 循環系統的主要功能為輸送氧氣及養分到身體各組織，並帶走各組織所產生的代謝性廢物。
- 循環系統包括血液、血管和心臟三部分。
- 心臟血管系統由心臟、動脈、靜脈和微血管所組成，藉由心臟有節奏且規律的收縮，將血液流經動脈、靜脈及全身各部位的微血管網絡，再經由靜脈而流回心臟。



血比容(hematocrit ; Hct)

- 紅血球內含血紅蛋白（血紅素；**Hb**），因此血液呈紅色，而含氧量較多的動脈呈鮮紅色；含氧量較少的靜脈則呈現紫紅色。
- 血球容積占總血量的比值稱為血比容(**Hct**)，也就是血球占全血量的百分比，正常人的血液黏稠度約為水的**4~5**倍；血漿為**1.6~2.4**倍。在運動後，血液中水分大量流失，將會導致使血比容上升。

靜脈利用靜脈瓣膜將血液送回心臟

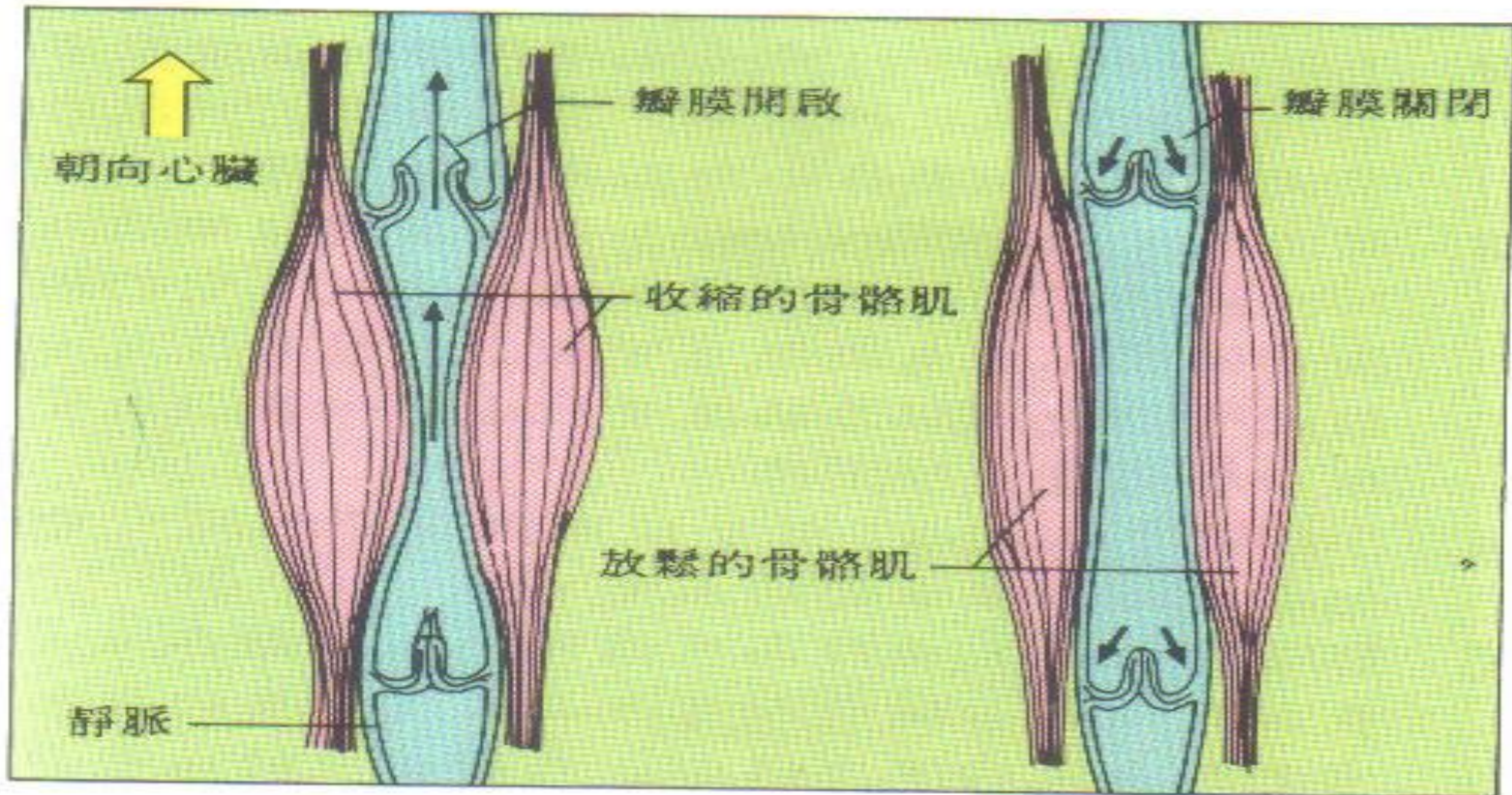
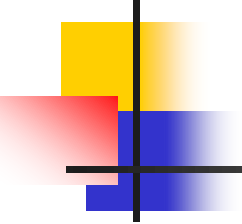


圖 29-15 將血液送回心臟的過程中骨骼肌收縮與靜脈瓣膜扮演的角色。

- 
-
- 心輸出量(**cardiac output ; CO**)是指左心室射出主動脈的血量。
 - 心臟最主要的功能就是射出血液，以供身體新陳代謝使用。新陳代謝是否正常決定於單位時間內心臟射出的血量是否充足。



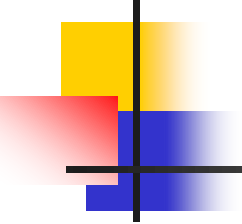
運動營養學

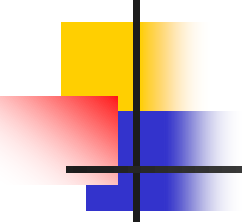
各種營養素與運動的關係
運動前、中、後的飲食內容

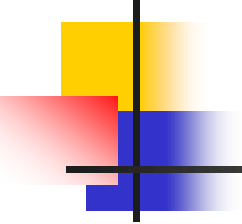


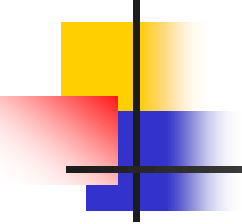
醣類

- **醣類**是許多運動項目中最主要的能量來源，包括以無氧代謝為主的重量訓練、短跑等，或以有氧代謝為主的長跑、中長距離自行車或游泳等，也是大多數運動最需要注意攝取的營養素。
- 醣類在**動物性食物**中主要為**肝醣(牛排肌肉)**，在植物性食物中主要為**澱粉**，都是葡萄糖聚合物，經由消化過程後，可分解成葡萄糖(**glucose**)，並於**小腸**被吸收。

- 
- 葡萄糖可以經由醣解作用(**glycolysis**)提供能量，或是轉換成**肝醣**儲存於**肝臟與肌肉**中。
 - 在運動期間，**肌肉中的肝醣**與**血液中的葡萄糖**可提供能量，當血糖被消耗而偏低時，**肝臟中的肝醣**可分解成葡萄糖，釋放至血液中，以維持血糖，並持續提供運動的能量；
 - 但是肌肉中的肝醣則僅可被所在之肌肉細胞使用，無法釋放至血液中。

- 
- 肝臟與肌肉中的肝醣是運動中重要的能量來源，但是人體內的肝醣存量有限，約60~90分鐘持續性的中強度運動即可消耗體內大多數的肝醣存量。因此，許多從事長時間運動或訓練的運動需要於平時就攝取足夠的醣類，確保在每次運動前，體內都有充足的肝醣，並且在運動期間補充醣類（如運動飲料），以減少體內肝醣消耗、延遲疲勞的產生。

- 
-
- 在低強度與中強度運動中，脂肪是主要的能量來源，例如：一般走路時，脂肪約提供**90%**的能量
 - 但是當運動強度逐漸增加，脂肪所提供的能量比例會逐漸降低，而醣類所提供的能量則比例逐漸增加。
 - 減脂以走路效果較佳

- 
-
- 脂肪需要經過有氧代謝以產生能量
 - 規律的**有氧訓練**可以增加體內利用氧氣的效率，包括氧氣輸送以及有氧代謝系統的效率，**並增加體內對於脂肪的使用效率**，減少由醣類產生的能量，進而降低體內醣類的消耗，增進耐力型運動的表現。



水

水是體內最主要的溶劑，占一般人體重的**50~60%**，具有協助體內各種營養素、廢物輸送以及各項生化反應進行等重要功能。

運動量較大、攝取熱量較多的人因為需要更多的輸送以及代謝功能，所以水分需求比一般人多。

在運動時，水以流汗的方式幫助降低體溫，也增加了水分的流失，而需要額外的補充。



運動中補充水分的原則如下：

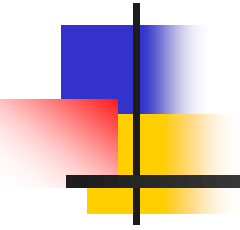
- 對於持續**1小時以內**的運動，**補充水分即可**；如果持續運動時間**超過1小時**，則應選擇運動飲料，以**補充醣類**。
- 每小時約喝**500~1,000**毫升水分，如果天氣潮濕、炎熱，則水分攝取量應該更多。
- 飲料應以冰涼為主，約攝氏**8~10度**，可以增加**胃排空速率**，增加**水分吸收速率**，同時也可幫助**散熱**。



運動前的飲食

- 大多數的運動都需要充足的肝醣才可維持運動表現，雖然並不是每個運動員都需要進行肝醣超載
- 但是在運動前攝取富含醣類的食物，增加體內肝醣含量，對大多數運動項目的表現都有幫助。
 -

運動心理學



跨理論模式



- (1)意圖前期(I won't...) (在未來6個月沒有運動的意圖)
- (2)意圖期(I might...) (有意願在未來6個月運動)；
- (3)準備期(I will...) (已開始運動，但不規律)；
- (4)行動期(I am...) (從事規律運動，但未達6個月)；
- (5)維持期(I have...) (規律運動，已維持6個月以上)。
- 有人會順利的經過這5個階段[(1)→(2)→(3)→(4)→(5)]
- 有人會往返於這些階段好幾次[(1)→(2)→(1)→(2)→(3)]
- 或退回最初的階段[(1)→(2)→(3)→(2)→(1)]。



運動習慣的養成

- 動機
- 參與運動的動機(吸引力)
- 不參加運動的因素(排斥力)
- 內在動機
- 外在動機

培養運動的習慣



- 勉強成習慣 習慣成自然
- 運動是信仰
- 儀式行為(相同動作)
- 生物韻律(同時間)
- 依附性(同地點)
- 人際親合