

Chapter

肌肉生理與 收縮機轉



黎俊彥 編著

- 第一節 肌肉生理結構與收縮機轉
- 第二節 重量訓練主要運動肌群
- 第三節 肌肉的徵召與運動單元的活化
- 第四節 肌肉的保護機轉



學習目標

研讀本章後，應能達成以下目標：

1. 了解骨骼肌功能特性與生理結構。
2. 了解骨骼肌收縮的機轉與運動單元功能。
3. 了解人體主要動作肌群與動作特性分類。
4. 了解肌肉收縮時大小原則與全有或無定律。
5. 了解肌肉的收縮形式與保護機轉。

前言

人體是一個非常複雜且巧妙分工的有機體，不僅藉由不同的細胞、組織與器官，來構成特定功能與目的的各個系統，如呼吸系統、神經系統、循環系統、骨骼系統與肌肉系統等，還須協調各個系統適當運作，以滿足人體生理功能與肢體動作所需。以人體的肢體動作為例，人體有超過400條的骨骼肌群，不論是簡單或複雜的肢體動作，大腦皆必須編排組合，傳遞訊息至運動單元，並依靠各個肌群之間的相互合作與拮抗收縮，來調控各個肌群的收縮與放鬆，以達到有效率、具有美感與完美節奏的肢體動作與競技表現，因此在進行重量訓練之前，充分了解人體肌肉生理與收縮機轉，是基礎且非常重要的。本章將循序漸近的介紹重量訓練相關的肌肉生理與收縮機轉的學理與應用，以幫助讀者在進行重量訓練時，能搭配相關學理基礎，達到最佳的科學化訓練效果。

第一節

肌肉生理結構與收縮機轉

一般而言，健康成人肌肉重量大約是個體體重的 40%，而人體所有的肌肉組織又可依其功能特性概分為骨骼肌 (skeletal muscle)、心肌 (cardiac muscle) 與平滑肌 (smooth muscle) (圖 3-1)，這 3 種分類主要是依其功能與部位而命名：(1) 骨骼肌：主要皆附著於人體骨骼之上；(2) 心肌：主要是構成可規律收縮的心臟器官；(3) 平滑肌：主要是構成可調節管腔大小與壓力變化的呼吸道、消化道與血管等。其中，心肌與平滑肌因不能隨個體意識來加以調控收縮或放鬆，因此被稱為非隨意肌 (involuntary muscle)；相反的，骨骼肌則因可隨個體意識來加以調控收縮與放鬆，因此被稱為隨意肌 (voluntary muscle)；此外，因心肌與骨骼肌兩者在顯微鏡下皆可看到一條條明暗相間的橫狀紋路，因此也被稱為橫紋肌 (striated muscle)。

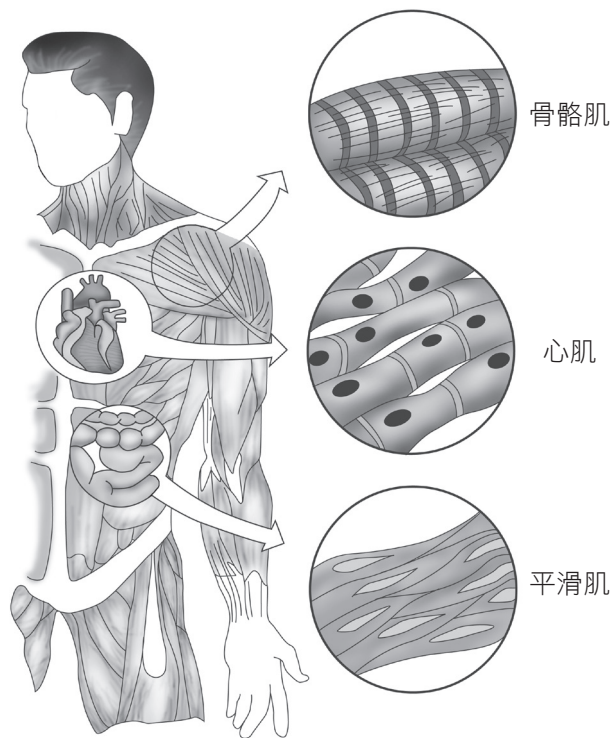


圖 3-1 人體肌肉組織功能特性分類

人體所有的肢體動作，不論簡單或複雜，皆必須藉由肌肉系統與骨骼系統的適當收縮與分工協調，因此兩者常被通稱為肌肉骨骼系統 (musculoskeletal system)。為了進行不同的肢體動作，骨骼肌藉由兩端的結締組織肌腱 (tendon) 與所附著的骨骼連結，再藉由生化能量的消耗與轉換，來產生肌肉張力與收縮動作，並跨越關節以移動骨骼產生肢體動作。人體骨骼肌主要的功能為：(1) 產生力量進行肢體活動；(2) 維持身體姿勢與固定關節；(3) 保護身體內部器官與組織；(4) 減緩衝擊；(5) 產生熱量，藉由不同部位關節的骨骼肌肉收縮與放鬆，人體便可流暢、有效率的進行各種基礎簡單的肢體動作，如坐、爬、走與跑，以及進階協調的競技動作如跳躍、游泳與投擲。由於人體肢體動作與重量訓練主要的動作肌群皆為骨骼肌肉組織，因此以下將特別針對骨骼肌肉組織的結構、收縮機轉與神經支配來詳加說明。

壹、骨骼肌的組織結構

骨骼肌是由肌肉組織、結締組織、神經組織與血液所構成，人體肌肉組織結構中最小的收縮單位稱為肌節 (sarcomere)，肌節是由許多不同的蛋白質所構成，其中最重要的兩種蛋白分別是：(1) 肌動蛋白 (actin)：由較細的蛋白絲節構成；(2) 肌凝蛋白 (myosin)：由較粗的蛋白絲節構成。兩者交互作用而造成肌肉組織的收縮與放鬆，使形成人體所有肢體動作與力量的產生。另外，肌節是指肌原纖維中 2 個緊鄰的 Z 線 (Z line) 所涵蓋的區間範圍，同時也是骨骼肌收縮的最小功能單位，每個肌節包含數個明晰的明亮與灰暗區域，而這些區域也使得骨骼肌於顯微鏡下觀察時會呈現出明暗不同的條紋外觀，因此骨骼肌也被稱為橫紋肌，這些明亮與灰暗區域主要是受到肌節內肌動細絲與肌凝細絲 (filament) 的排列變化所致，一般明亮的區域稱為 H 區 (H zone)，其間不含任何肌動細絲與少量的肌凝細絲，而肌節末端的 I 段 (I band) 則只包含肌動細絲；灰暗的區域被稱為 A 段 (A band)，同時包含了部分重疊的肌動細絲與肌凝細絲 (如圖 3-2)。因此，每個肌節之間都是以 Z 線互相連結來構成肌原纖維，而後每個不同的肌原纖維再成群結束，平行堆疊並構成肌纖維。肌纖維外觀通常是呈現細長型的細胞，而每個肌纖維都會被結締組織鞘 (sheath) 所包覆，並擁有數個細胞核 (nucleus)，被稱為肌肉細胞 (muscle cell)；無數的肌纖維匯聚組合而成肌束 (muscle bundle, fascicle)，並由肌束

膜 (perimysium) 包覆，再由許多肌束匯聚構成我們肉眼所見的骨骼肌肉組織。

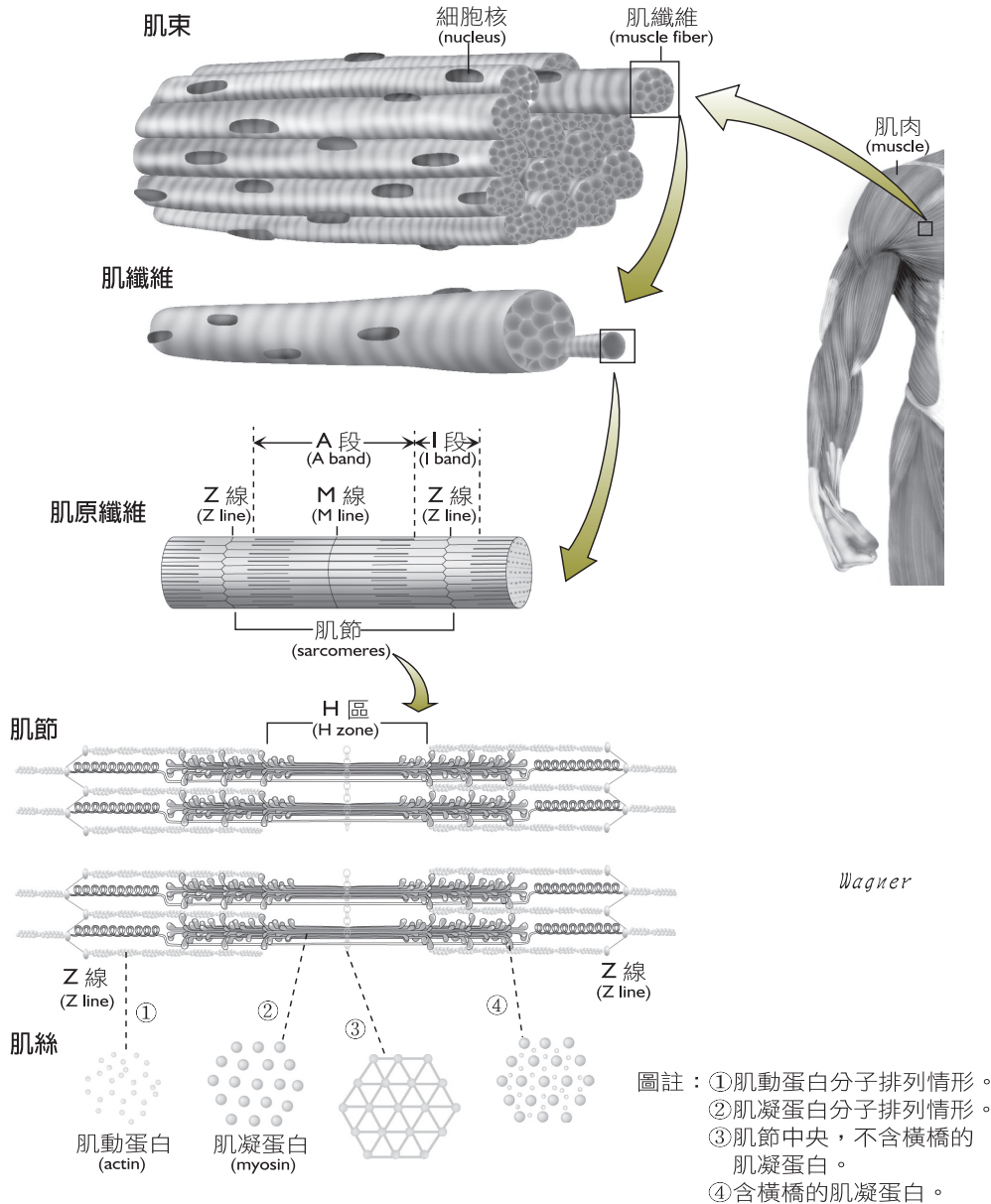


圖 3-2 人體肌節結構

此外，肌纖維、肌纖維束與各別肌肉組織，都由不同的結締組織所包覆，如肌束內肌纖維外層結締組織稱為肌內膜 (endomysium)，而肌束外的結締組織稱為肌束膜；骨骼肌最外層表面之結締組織則稱為肌外

重量訓練 – 理論與原理

膜 (epimysium) (圖 3-3) · 這些緻密的結締組織都有助於幫助肌肉蛋白的結合與建構穩定的組織結構 · 且可使骨骼肌肉組織變得更具有彈性 (elastic) · 並使骨骼肌肉收縮時可產生更大的力量 · 就像我們常見的橡皮筋可以用力拉長與迅速彈回 · 意即大家所熟知的肌肉組織的伸展收縮循環 (stretch-shortening cycle ; SSC) · 簡言之 · SSC 是指肌肉組織在快速離心伸展延長 (eccentric elongation) 後 · 隨即伴隨一個快速、單純的向心收縮 · 產生更大的力量輸出 · 在運動訓練法中常被使用的增強式跳躍訓練 (如連續跳躍與深跳) · 即是利用此原理而有效增進下肢肌群的爆發力量。

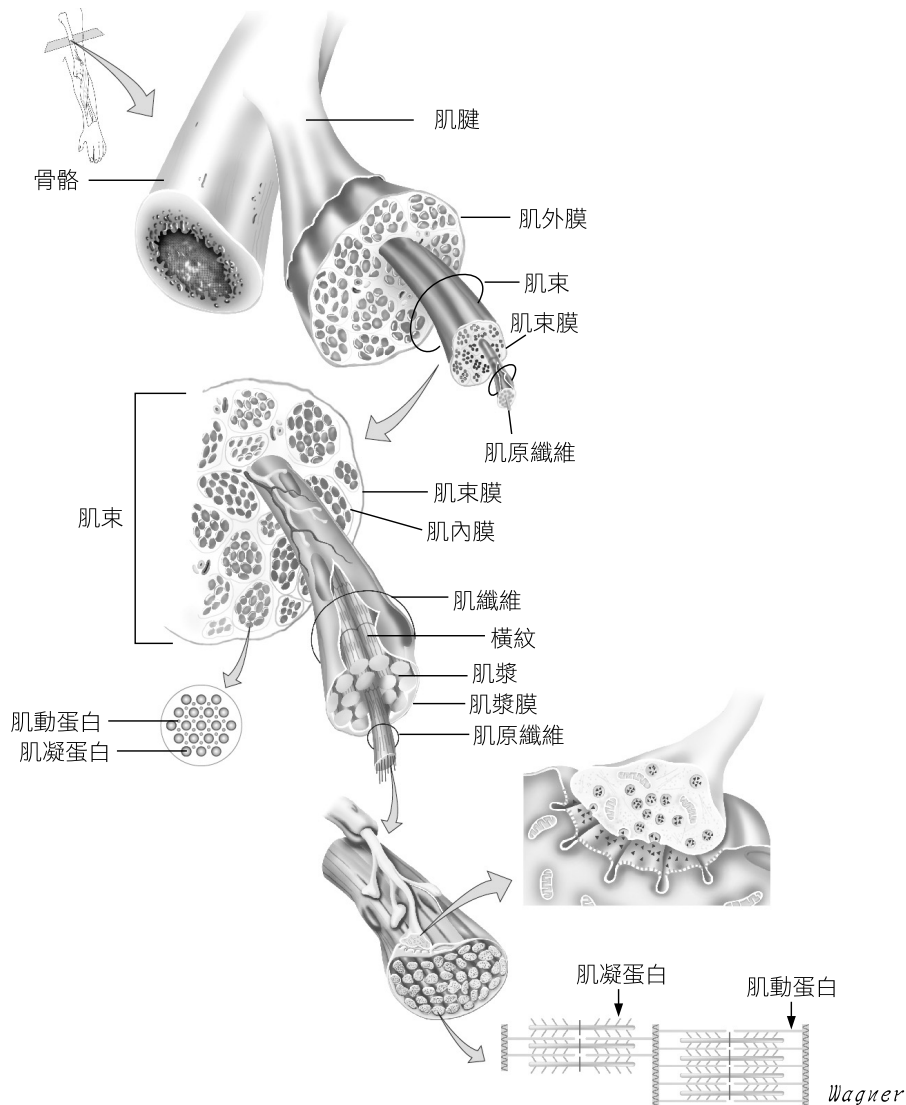


圖 3-3 人體骨骼肌組織結構