

目錄

- P.10 代序 王香生教授
- P.12 代序 李致和博士
- P.14 代序 孫風華博士
- P.16 增訂版序
- P.18 初版自序

第一章

運動講科學——訓練需要「SMART」

- P.22 一、甚麼是「運動科學」(exercise science) ?
- P.22 二、學科領域分類
- P.24 三、科學證據的強度
- P.27 四、「健康」與「競技」體適能指標
- P.29 五、發展歷史和趨勢
- P.32 附錄：2022年香港體育運動及康樂管理課程列表

第二章

了解身體成份及體脂測量方法的重要

- P.36 一、體重與體脂
- P.38 二、各種測量法的原理和利弊

- P.47 三、提高準確性的方法
- P.49 延伸閱讀：何謂生物年齡？

第三章

認識能量系統

- P.54 一、能量的產生與釋放
- P.55 二、三大能量系統的特點
- P.57 三、不同運動項目的能量系統需求
- P.59 四、能量系統的訓練設計
- P.61 延伸閱讀：中低強度減肥最有效？

第四章

耐力項目不可忽略的心肺訓練

- P.67 一、最大心率的判定
- P.71 二、目標心率計算
- P.73 三、常見訓練種類
- P.77 四、最大攝氧量 (VO_2max)、乳酸測試和訓練區域
- P.80 五、其他注意事項
- P.81 延伸閱讀：「低氧訓練」的最新應用
- P.84 附錄：香港成年人心肺耐力評級表 (VO_2max ml/kg/min)

第五章

提升肌肉能力離不開的重量訓練

- P.86 一、肌肉系統簡介
- P.87 二、人體骨骼肌肉圖解
- P.87 三、「快肌」與「慢肌」
- P.90 四、重量訓練的原則
- P.95 五、常見訓練種類
- P.105 六、設計重量訓練計劃
- P.115 七、同步訓練——心肺帶氧會影響肌肉重訓效果嗎？
- P.121 延伸閱讀一：新興趨勢——速率為本訓練法 (VBT)
- P.124 延伸閱讀二：兒童及青少年應否進行重量訓練？
- P.128 延伸閱讀三：週期性訓練概念
- P.130 實踐教室：重量訓練動作示範

第六章

高水平運動不可或缺的增強式訓練

- P.144 一、科學原理簡介
- P.145 二、與一般重量訓練的分別
- P.147 三、常見訓練動作和工具
- P.148 四、訓練注意事項
- P.151 五、測試和輔助教學方法
- P.152 延伸閱讀：「跳箱」(box jump) 越高代表越好？
- P.155 實踐教室：增強式訓練動作示範

第七章

全球健身熱潮——高強度間歇訓練 (HIIT)

- P.162 一、HIIT 定義
- P.164 二、種類和訓練方法
- P.166 三、功效原理
- P.170 四、安全注意
- P.172 五、營養配合
- P.175 延伸閱讀一：「Tabata」與「7分鐘運動」的起源和功效
- P.178 延伸閱讀二：運動零食——跑樓梯「HIIT」有效提升心肺功能？
- P.180 實踐教室：HIIT 動作示範

第八章

運動後重要一環——疲勞和恢復

- P.190 一、即時性疲勞
- P.191 二、「遲發性肌肉痠痛」(delayed onset muscle soreness, 簡稱 DOMS)
- P.193 三、肌肉抽筋
- P.196 四、常見恢復方法
- P.208 五、疲勞監控：心率變異分析 (heart rate variability)
- P.211 六、睡眠與運動表現
- P.214 七、恢復策略例子
- P.215 八、過度訓練
- P.217 延伸閱讀一：劇烈運動後，肌肉痠痛是因為乳酸作怪？
- P.221 延伸閱讀二：鹼性水可中和血液酸性，促進復原？
- P.223 實踐教室：泡沫滾軸放鬆動作示範

第九章

運動與營養的緊密關係

- P.230 一、基本營養素
- P.235 二、營養素的儲存與轉化
- P.238 三、不同運動項目的營養需要
- P.240 四、運動相對能量不足
(relative energy deficiency in sport, 簡稱 RED-S)
- P.242 五、常見運動營養策略
- P.260 六、結語
- P.261 延伸閱讀一：「飲可樂」有助提升耐力表現？
- P.264 延伸閱讀二：空腹做運動，減肥更有效？

第十章

運動補充劑——你吃對了嗎？

- P.270 一、補充劑類別
- P.271 二、功效評級
- P.272 三、常見補充劑功效和使用方法
- P.275 四、蛋白粉 (protein powder)
- P.279 五、「功效與安全平衡」考慮
- P.283 延伸閱讀：BCAA 補充劑有用嗎？

第十一章

流行科技產品——噱頭還是科學？

- P.288 一、運動光學心率手錶
- P.290 二、訓練面罩 (training mask)
- P.292 三、全球衛星定位 (GPS) 背心
- P.294 四、測試相關智能程式 (testing app)
- P.296 五、基因測試 (DNA test)

後記

- P.302 後記一：創造歷史——突破馬拉松「1:59」的運動科學
- P.307 後記二：肯亞跑者體會——時速 22 公里的背後
- P.310 後記三：如何在香港修讀全日制運動博士學位 (PhD)？
- P.317 後記四：克服「疫」境——新常態下的運動訓練



第三章

認識能量系統

不同競技運動項目皆有獨特的能量系統 (energy system) 需求，正確理解箇中概念對提升訓練效率和真實比賽表現至為重要。本章將探討有關能量系統的基礎科學知識和常見迷思。

一、能量的產生與釋放

在運動生理學角度，肌肉收縮的能量來源主要透過分解一種名為「ATP」(全稱 adenosine triphosphate，三磷酸腺苷)的化學物質而來。然而，人體內的ATP儲存量非常有限，僅能維持約2-3秒最大強度運動。故此，身體需要透過各個「能量系統」的配合，不停重新組成ATP，肌肉才能持續收縮發力。

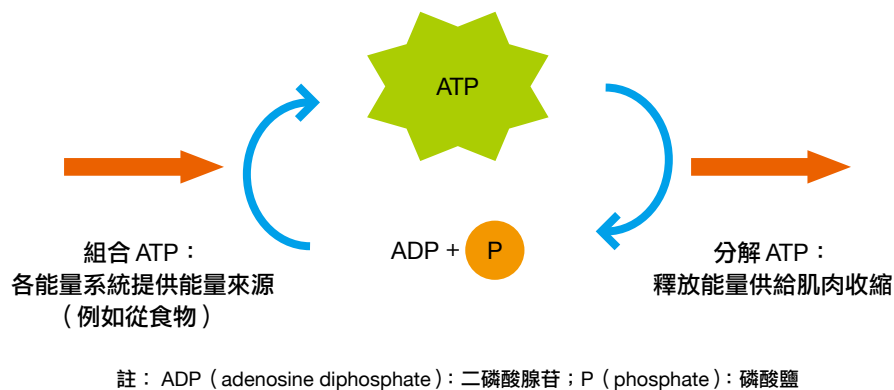


圖 3.1 能量組合與釋放的過程

二、三大能量系統的特點

人體的能量系統主要可分為以下三種：

- 磷酸原系統 (phosphagen system，又稱 ATP-CP system)
- 乳酸系統 [lactate system，又稱醱解作用 (glycolysis)]
- 有氧系統 (oxidative system)

[磷酸原系統和乳酸系統同屬「無氧系統」(anaerobic system)，即是在沒有氧氣的情況下重新組合ATP。]

三大系統供應能量的比例首要取決於運動強度 (intensity)，其次為持續時間 (duration)。當中，磷酸原系統的能量供應速度最高，例子如衝刺爆發性的100米短跑、投擲和舉重等，但只能有效維持不多於10秒。乳酸系統則主要供應持續短至中等時間 (約10秒-2分鐘) 的項目，例如400米短跑和100米游泳等。過程中身體的糖分會被消耗，並產生代謝副產品「乳酸/乳酸鹽」(lactate) 和相關引致疲勞的物質 (如酸性氫離子 H^+)，令運動者出現筋疲力竭的感覺。

至於有氧系統則主力負責供應長時間連續距離的運動，舉例如馬拉松、公路單車和三項鐵人等。其能量供應的速度雖然較慢，但最持久，來源可為碳水化合物、脂肪以及蛋白質 (當前兩者供應缺乏時才會被使用)。

附錄：

香港成年人心肺耐力評級表 (VO₂max ml/kg/min)

年齡	欠佳	尚可	平均	良好	很好
男					
20-29	≤ 34	35-37	38-47	48-52	≥ 53
30-39	≤ 32	33-35	36-45	46-49	≥ 50
40-49	≤ 31	32-34	35-43	44-47	≥ 48
50-59	≤ 29	30-32	33-41	42-45	≥ 46
60-69	≤ 26	27-29	30-36	37-41	≥ 42
女					
20-29	≤ 33	34-35	36-43	44-50	≥ 51
30-39	≤ 30	31-33	34-41	42-47	≥ 48
40-49	≤ 29	30-32	33-39	40-45	≥ 46
50-59	≤ 26	27-29	30-37	38-43	≥ 44
60-69	≤ 22	23-26	27-34	35-40	≥ 41

評級表來源：香港中文大學體育運動科學系數據庫

本章參考文獻：

- Brocherie, F., Girard, O., Faiss, R., & Millet, G. P. (2017). Effects of Repeated-Sprint Training in Hypoxia on Sea-Level Performance: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47 (8), 1651-1660. doi: 10.1007/s40279-017-0685-3
- Fox, S. M. N., J. P., & Haskell, W. L. (1971). Physical activity and the prevention of coronary heart disease. [Review]. *Annals of Clinical Research*, 3 (6), 404-432.
- Jamnick, N. A., Pettitt, R. W., Granata, C., Pyne, D. B., & Bishop, D. J. (2020). An Examination and Critique of Current Methods to Determine Exercise Intensity. *Sports Med*, 50 (10), 1729-1756. doi: 10.1007/s40279-020-01322-8
- Karvonen, M. J., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*, 35 (3), 307-315.
- Nes, B. M., Janszky, I., Wisloff, U., Stoylen, A., & Karlsen, T. (2013). Age-predicted maximal heart rate in healthy subjects: The HUNT Fitness Study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23 (6), 697-704. doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01445.x
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37 (1), 153-156. doi: 10.1016/S0735-1097 (00) 01054-8



第五章

提升肌肉能力 離不開的重量訓練



重量訓練 (weight training)，又稱阻力訓練 (resistance training)，目的是提升肌肉能力，當中包括肌力、肌耐力和爆發力等。它的好處毋庸置疑，對一般市民大眾，以至專業運動員皆同樣重要。然而，訓練模式五花八門，正確認識各種方法的特質方能對症下藥，突破表現。本章會介紹基礎肌肉系統，以及不同類型的重量訓練方法和計劃。

一、肌肉系統簡介

人體的肌肉主要分為骨骼肌 (skeletal muscle)、內臟平滑肌 (smooth muscle) 和心臟肌 (cardiac muscle) 三類。骨骼肌又可稱為隨意肌 (voluntary muscle)，全身大大小小超過600塊，平日透過重量訓練增生的肌肉就是此類。內臟平滑肌和心臟肌則可稱為不隨意肌 (involuntary muscle)。以下內容將針對骨骼肌作講解。

二、人體骨骼肌肉圖解

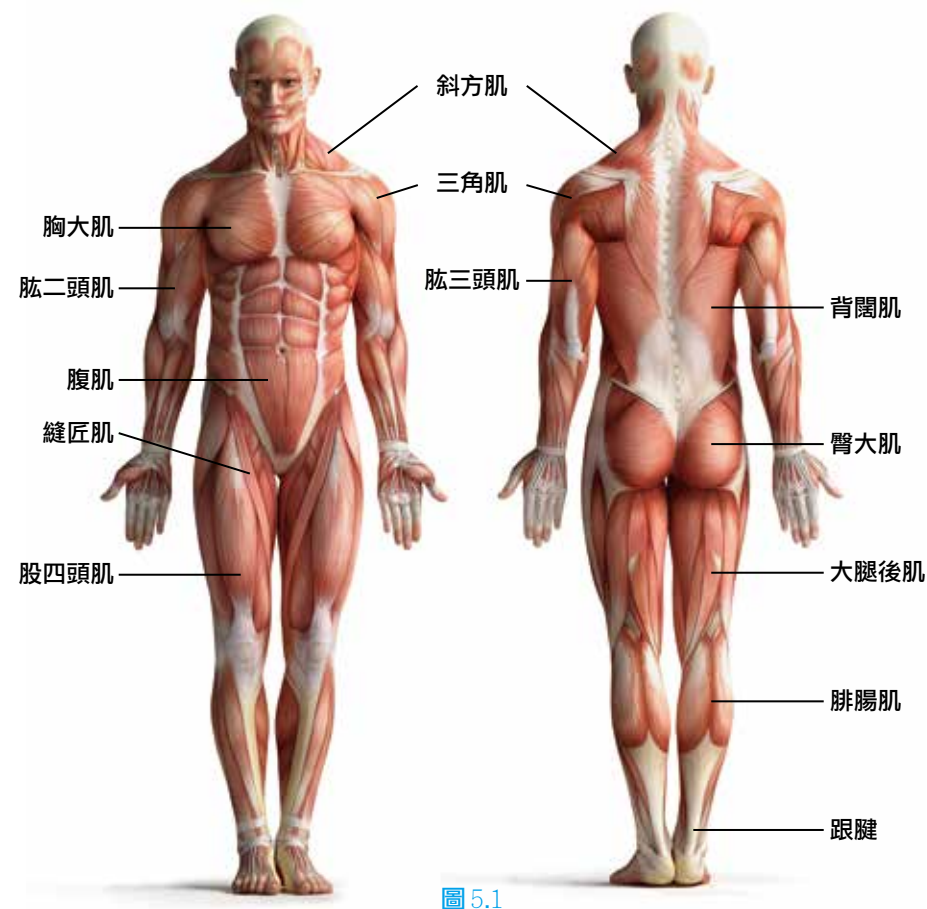


圖 5.1

三、「快肌」與「慢肌」

1. 肌肉纖維種類

每個人身體的肌肉都是由一束束肌纖維組成，並可分成兩大類別：「慢縮肌纖維」(亦稱紅肌肉纖維或I型肌纖維，type I fiber) 和「快縮肌

纖維」(亦稱白肌肉纖維或 II 型肌纖維, type II fiber)。它們的比例數量很大程度是受先天影響。有些人快縮肌較發達(如短跑運動員),亦有些擁較多慢縮肌(如耐力運動員),一般人則大概各佔一半。以個別身體部位來說,手臂三頭肌的快縮肌纖維比例一般會比其他手部肌肉多,而腹部和深層肌肉一般則較多慢縮肌纖維。兩者的特徵分別如下:

	慢縮肌纖維	快縮肌纖維
收縮速度	慢	快
爆發力	低	高
耐勞力	高	低
帶氧能力	強	弱
微血管	多	少
纖維面積	纖幼	粗大

快縮肌纖維可再細分為有糖酵解的 IIa 型肌纖維和無糖酵解的 IIx 型肌纖維,但不在此詳述。

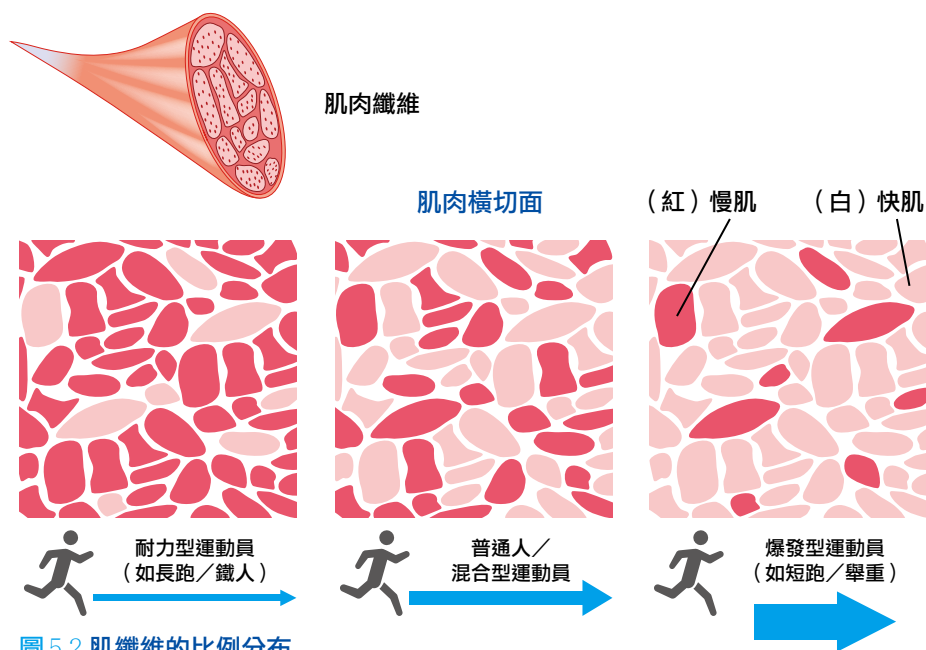
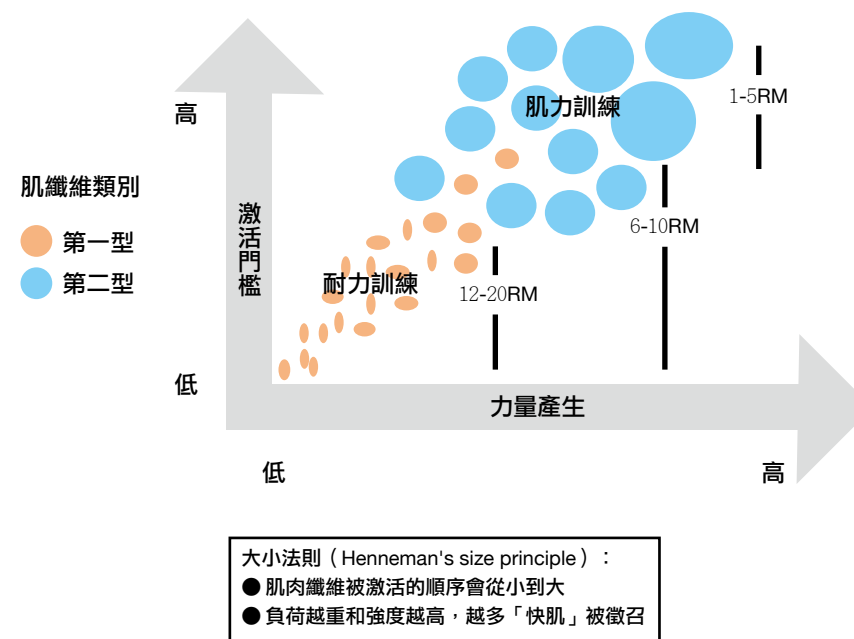


圖 5.2 肌纖維的比例分布

2. 肌肉纖維的招募

運動單位和其支配的肌肉纖維的招募是按運動所需的肌力和運動的強度而定。肌肉被激活的順序從小至大,我們稱之為「大小法則」(Henneman's size principle)。慢肌纖維的招募門檻(recruitment threshold)較低,一般會優先被徵召,例子如中低強度的耐力訓練。隨著負荷越重和強度增加,門檻較高的快肌纖維亦會被激活,使身體能產生更大力量(如做最大肌力訓練和短距離衝刺)。部分進階運動員甚至能直接激活高門檻的快肌纖維,稱為選擇性招募(selective recruitment),多見於爆發性運動如奧林匹克舉重和彈震式訓練。

圖 5.3 運動單位及肌肉纖維招募



以下列出不同運動項目的肌肉類型參與比例：

項目	慢縮肌纖維 (I 型)	快縮肌纖維 (II 型)
100 米短跑	低	高
800 米中距離跑	高	高
馬拉松	高	低
奧林匹克舉重	低	高
足球、曲棍球	高	高
籃球、手球	低	高
排球	低	高
棒球	低	高
拳擊	高	高
50 米游泳	低	高
田賽項目	低	高
網球	高	高
單車 (短距離場地賽)	低	高
單車 (長距離公路賽)	高	低
划船	高	高

以上資料只供參考，不同肌肉纖維類型在各項目中的參與比例可視乎水平、位置和策略等因素而異。

如上述提及，快慢肌纖維的比例主要是受先天影響，即使經過長期訓練也只能少量地改變比例 (fiber shifting)。因此，一個天生較多慢縮肌纖維的人即使如何努力練習，也沒多大可能跑得像世界短跑冠軍般快。但反過來說，若他能針對性鍛鍊慢肌，在耐力賽事中就更顯優勢了。

四、重量訓練的原則

1. 基礎原則

要使骨骼肌肉得到增長，我們進行重量訓練時需遵從以下基礎原則：

漸進式超負荷 (overload)	肌肉具相當適應性，要增加肌肉的力量和尺寸，在長期的訓練計劃中應逐漸增加刺激，如提高負重、重複次數或組數等。
可逆性 (reversibility)	肌肉鍛鍊需持之以恆，否則便會衰萎退化。
獨特性 (specificity)	選擇重量訓練動作和方法應根據自身目標，如針對特別肌肉部位、負重、動作速度和活動範圍等。舉例說，練習爆發力和耐力所要求的重量和重複次數是不盡相同，若然訓練配搭不當，便無法取得預期之效。
均衡發展 (balance)	注意不同部位肌肉均衡發展，如胸肌過強而背肌過弱，則容易做成傷患。

2. 促進肌力進步的因素

肌力進步主要由兩大因素引起：

(i) 神經適應 (neural adaptation)

- 在訓練初期 (首兩三個月)，身體的蛋白合成機制尚在適應階段，肌肉體積未必明顯變大，然而受訓者的肌力一般都可有一定提升。這主要是由於更多神經系統裡的運動神經元和肌肉纖維被募集，神經觸發頻率 (firing rate) 提高，神經抑制訊號 (inhibition signal) 減少，脈衝訊號同步化 (synchronization)，使肌肉間的活動更加協調流暢。

(ii) 肌肥大 (hypertrophy)

- 隨著訓練初期階段過去，肌肉纖維的蛋白質形態出現明顯變化，肌凝蛋白 (myosin) 和肌動蛋白 (actin) 合成加快、肌原纖維 (myofibril) 數目和橫切面積 (cross-sectional area) 增加，使肌肉

重量訓練動作示範

胸部

臥推舉 (槓鈴) bench press (barbell)

針對肌群： 胸大肌、肱三頭肌、三角肌 (前束)

動作詳情： 1. 雙手持鈴置於胸部上方。
2. 下放至胸前，再發力上舉。
(可轉換作啞鈴進行)

示範一



示範二



注意事項：

- 避免手腕過度伸展
- 避免聳肩
- 推舉角度應指天垂直

斜凳上推舉 (槓鈴) incline press (barbell)

針對肌群： 胸大肌 (上部)、肱三頭肌、三角肌 (前束)

動作詳情： 1. 把長凳調校至約 45 度。
2. 雙手持鈴置於額前上方。
3. 下放至鎖骨前，再發力上舉。
(可轉換作啞鈴進行)

示範一



示範二



注意事項：

- 避免手腕過度伸展
- 避免聳肩
- 推舉角度應指天垂直

仰臥飛鳥 (啞鈴) dumbbell fly

針對肌群： 胸大肌、三角肌 (前束)

動作詳情： 1. 仰臥於長凳上，雙臂伸直與地下垂直，手肘微曲。
2. 兩臂張開至手肘與肩同高，然後發力合攏。
(可調校椅子變換角度)



注意事項：

- 控制兩臂張開時的速度，避免拉傷

實踐教室

背部

俯身划船 (槓鈴)
bent-over row (barbell)

針對肌群： 背闊肌、斜方肌、菱形肌、三角肌 (後束)、肱二頭肌、
肱橈肌

動作詳情： 1. 保持腰背挺直，槓鈴貼身提起，直到槓鈴貼近腹部。
2. 放下還原。
(可轉換作啞鈴進行)

示範一



注意事項：

- 避免拱背及晃動身軀，保護腰椎

示範二

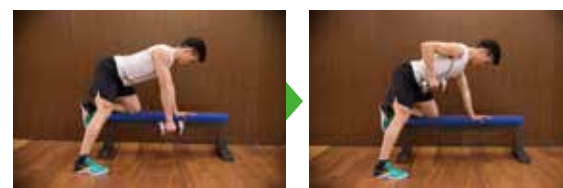


實踐教室

單手划船 (one arm row)

針對肌群： 背闊肌、斜方肌、菱形肌、三角肌 (後束)、肱二頭肌、
肱橈肌

動作詳情： 1. 保持腰背挺直，單手持啞鈴再貼身提起。
2. 放下還原。



注意事項：

- 避免拱背及過度擺動身軀，保護腰椎

頸前下拉 (lat pull-down)

針對肌群： 背闊肌、大圓肌、肱二頭肌、肱肌

動作詳情： 1. 雙手伸直寬握觸槓，雙腿置於墊下。
2. 向下拉杆至下顎水平，然後還原。



注意事項：

- 避免過度擺動身軀及後拗腰椎
- 避免把橫桿拉得太低