



# 人體之第二引擎

◎ 周金龍

## 前言

「老化」對於人體而言，是一種生理過程，一般而言，人體構造在 20 ~ 30 歲達到身體活動之機能最高峰，此後若無外力介入，則將持續退化。誠如許多學者過去討論人體退化，如造成肌耐力減少、活動能力下降、體脂肪增加等生理改變，尤其是速度、步長會發生變化及步伐的時間變異性會更加明顯。人體老化的現象包括心肺功能降低、消化系統運作速度變慢、葡萄糖耐受力變差、性荷爾蒙分泌減少、生殖系統功能減少；此外，神經系統亦全面衰化、肌力下降、骨質密度減少、關節穩定性及靈活度變差等。

肌肉是人體中，唯一可消耗大量脂肪的部位，肌肉是推動體能表現的引擎，而肌肉主要的營養是來自於經由肺部吸入空氣所含的氧，以及透過血液運

輸的氧氣和營養素；換言之，人體攝取食物後，會將化學鍵結中儲存的化學能量轉換成 ATP（三磷酸腺甘）來擷取能量，其中 ATP 為細胞中最重要的能量攜帶者，所含的能量較易釋出，可直接供應肌肉組織細胞能量所需。

因為人體新陳代謝的速率是來自整體的肌肉量與運動量，而同時基礎代謝率會隨著年齡增長而明顯降低，亦即老年人由於肌肉組織流失、骨質密度降低等因素，而導致基礎代謝逐年降低（張耿介 \*1, 2015），因而運動不足將無法對身體產生足夠的刺激與訓練；不可諱言，人體只要擁有足夠的肌肉量，與有足夠強度之運動，對身體刺激才能發生作用。

## 適當的肌力可避免肌肉萎縮

人體約有 400 塊大小不一的骨骼肌，約佔體重的 36 ~ 40%，在運動過

程中，會藉由神經肌肉系統隨時調控下肢勁度（stiffness），來達到與環境順利互動的目的（Butler\*2, 2003）；例如以步行測驗，由 Cooper 設計的 12 分鐘步行測驗開始，給予一般人作為快速且簡便的體適能心肺測驗（Enright\*3, 2003），而改良後的 6 分鐘步行運動是一種安全又方便測量的方式，常用於高齡者或慢性病患身上，作為體適能的心肺測驗及行走功能評估（Montgomery & Gardner\*4, 1998）。同時在肌肉組織之特性中，發現肌肉其是由高度特化的細胞所組成，具有收縮力，可使肌細胞縮短而產生張力，例如：

1. 興奮性：能接受刺激，並產生反應。
2. 收縮性：足夠的刺激會收縮變短。
3. 伸展性：受到拉力，有伸長的能力。
4. 彈性：收縮或伸長後有恢復原狀的能力。

至於在肌肉組織的功能中，其因發生在部位不同而有各異，乃係由個別肌肉細胞的活動中而組成了整體肌肉組織之活動，例如：

1. 運動：
  - (1) 隨意識控制運動：走路或寫字，是由骨骼、關節及其上附著骨骼肌的整合作用。
  - (2) 自發性運動：心臟的跳動、胃中



▲ 周講師現場實際示範。

食物的攪動、膽囊收縮，以及膀胱收縮排出尿液。

2. 維持姿勢：骨骼肌的緊張性收縮，使身體保持在一個固定的姿勢，如站立或坐下。
3. 產生熱量：肌肉收縮可產生熱量，以維持身體正常的體溫。全身產熱的 85% 源自骨骼肌的收縮。
4. 運送：
  - (1) 心肌收縮可運輸血液。
  - (2) 骨骼肌收縮促使淋巴循環。
  - (3) 血管平滑肌收縮和舒張以調整血管管徑和血流流速。

由以上發現到，肌力是指肌肉對抗某種阻力時所發出的力量，就是指肌肉在一次收縮時所能產生的能量；而肌耐力則是指肌肉維持使用某種肌力時，能持續用力時間或反覆次數；如日常能作適當的肌力訓練，是可以使肌肉變得比較結實且有張力，亦能避免肌肉萎縮或鬆弛發生，而能確定的是，肌力、耐力好的人，其比一般人在應付同樣的負荷時會較省力，也更耐久。



▲ 點傳師與道親們藉演講了解肌肉與健康的關聯性。

## 身體老化與肌肉量萎縮之關係

高齡化是 21 世紀全球人口的趨勢，人口結構高齡化現象，將對人類的社會制度與生活方式產生重大衝擊（范光中、許永河\*5，2010）。人類隨著年齡增長、基礎代謝率下降，即使體重能維持不變，然而肌肉質量減少及基礎代謝（basal metabolism）能力之下降，恆是造成老年人肌力退化的主要原因，肌肉的主要功能是產生力量，且可使多細胞生物能自由自在地運動。

通常身體肌肉質量的高峰（peak）出現在約 30 歲左右，過了 50 歲，預估每 10 年約減少 15%，70 歲以後，則增加為每 10 年減少約 30%；相對地，骨骼肌衛星細胞數目及增殖能力隨年齡增加也會下降，骨骼肌從 30 歲起也會逐漸減少，40 歲後，每 10 年會平均自然減少 8% 的肌肉質量，導致肌肉量越來越少，體脂肪率越來越高，身型看起來比較臃腫。

其次，年齡增長，身體激素水準之變化，如生長激素和睪酮水準會降低，

因皮質醇等促分解的激素水準增加，而導致肌肉蛋白質合成減弱、分解加速，從而引起肌肉丟失；換言之，廢用性肌肉萎縮，如生活方式導致的體力活動下降、身體鍛鍊缺乏，尤其是抗阻力量訓練的減少，引起神經及肌肉功能狀態改變，也就是說，運動神經元的減少和（或）運動單位功能的衰退，也是導致肌肉萎縮與丟失的原因。

再次，隨著衰老出現的消化及吸收能力下降等因素，也會導致肌肉蛋白質合成障礙，從而加劇肌肉的丟失，人的老化是從雙腿開始，然後一直向上蔓延，老化本身即是一個逐漸營養不良的過程，營養不良有很多原因，其中有一個因素是新陳代謝率下降。最後，基礎代謝值（BMR）可以代表人體細胞的代謝能力，細胞的生理功能不同，其代謝能力也不同；一般而言，脂肪組織和骨骼組織的代謝作用較少，因此 BMR 與瘦肉組織（Lean Body Mass）成正比關係，也就是肌肉越多，BMR 會越高，但基礎代謝量會因年齡、性別、身體組成、荷爾蒙的狀態而有所不同。基礎代謝率是維持人體重要器官運作所需的最低熱量，短期內很少改變，雖然它會隨著肌肉增加而慢慢提升，但幾乎在基因裡就已經決定個體之基礎代謝率的額度，它會隨著年齡的增長而有逐漸下降的趨勢。

在研究發現中，的確老年人的新陳代謝速率約比年輕人少了9%~12%，因為這跟老年人身體肌肉量的減少有關，而人體新陳代謝的速率是來自整體的肌肉量與運動量；在老化的過程當中，很多人會有肌少症，肌肉量會逐漸減少，當肌肉量減少時，其新陳代謝速率也跟著下降，所以常常變成老了之後容易不太動也不太想吃，因而肌肉量不足，便會逐漸發胖；亦即良好生活型態，與健康狀態是互為相關性。

### 肌肉流失與核心肌群訓練之關係

現代社會常因生活步調緊張、工作壓力大，導致許多人都有慢性疲勞的症狀，過度的疲勞會造成體內自由基增加，不只會對細胞造成傷害，也會使身體機能下降，且提高罹癌風險，因肌肉力量不足而引起走路會較喘、上下樓梯很吃力；一旦肌肉流失過多，肌肉力量不足，不但會讓骨骼、關節的負擔增加，使得腰背容易痠痛，也會讓位於肌肉內的能量工廠粒線體，以及可提供身體能量的肝醣，數量都會減少，讓人容易感覺疲累不堪。

此外，藉由開腳深蹲運動，也能刺激腦部與促進腦部血液循環；另外，若是久未運動的中年人，可能或多或少有些關節磨損，應及早做適度的肌肉鍛鍊與核心訓練，對減緩肌肉流失

是相當重要的。足夠的肌肉可以提升平時的安靜代謝率，也能讓身體在運動過程中消耗更多熱量，這些都對減脂有非常多幫助。

所謂核心訓練指的是針對人體軀幹部位的核心肌群，利用心理控制生理的技巧，強調在動作中控制身心平衡的一種方式，而核心肌群的功能性為：

1. 在運動中維持脊椎中正以及控制脊椎前、後、左、右、扭轉之動作。
2. 讓身體的穩定度增加。
3. 在運動中產生爆發力。
4. 在運動中增加肌肉的肌耐力。
5. 免於運動後造成運動傷害及疲勞性骨折。

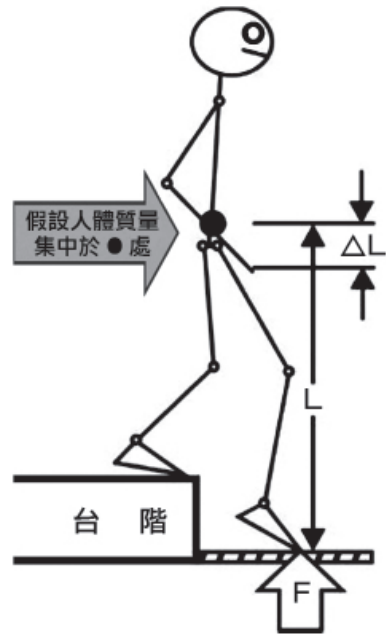
### 下肢重力及地面反作用力關係

人體在進行跑步或跳躍等衝擊力量較大的活動時，身體質心（center of mass）會如同彈跳的球一般上下移動；依據美國心臟協會也指出，對於不適用跑步機測驗的患者而言，6分鐘步行運動是一種客觀且重要的評估方式（Hirsch et al.\*6, 2006），其中包含腦部創傷性病人的研究結果中發現，6分鐘步行距離與最大攝氧量可達到中度正相關（Mossberg & Fortini\*7, 2012）。

由於人體在跑步或跳躍之動作時，隨著質心的上下位移，施於下肢的重力及地面反作用力讓髖關節、膝

關節、踝關節產生不同程度的屈曲與伸直，例如跑步速度、跳躍高度、下肢著地時間等 (Blickhan\*8, 1989)，因為核心肌群之運動，其有：胸內含（背部不可過度伸直）、腹部持續收縮（腹橫肌）、夾臀（骨盆底肌肉）、向心收縮角度不超過 30 度仰角（避免臀屈肌過度訓練）、雙腳騰空（避免髂腰肌過度訓練）等動作。

換言之，男性的體重普遍大於女性，需要徵召較大的下肢勁度（係指下肢受力除以形變量）以維持與女性相同的跳躍頻率，而男女之間的下肢勁度差異，可能也是女性膝關節軟組織傷害發生率較高的原因之一 (Granata\*9, 2002)；前者下肢勁度 (leg stiffness)，是相當於下肢彈簧的彈性係數，即下肢彈簧抵抗外力與防止形變的能力，可定義為「下肢受力大小變化與下肢彈簧長度變化的比值」（Kuitunen\*10, 2002），亦即下肢勁度 (Kleg) 的定義為下肢受力大小的變化 ( $\Delta F$ ) 與下肢彈簧長度變化 ( $\Delta L$ ) 的比值，其數學上之定義  $Kleg = \Delta F / \Delta L$  (Butler\*2, 2003)；假設人體質量集中於●處，下肢為一長度為 L 的彈性體，踏下台階時，腳底對著地面施力，下肢受到地面之鉛直反作用力 F，所以長度會有所改變（即應變 strain，軟組織變形長度除以原長度），



▲ 圖示說明腳底對著地面施力時，下肢所受之反作用力。

設其絕對值為  $\Delta L$ ，設僵硬程度為 S（如圖示），則 F 與  $\Delta L$  的比值：

$$\text{公式：} S = \frac{F}{\Delta L}$$

上列公式，可用以代表人腳垂直踩踏較低地面時下肢的僵硬程度，S 愈大代表踩踏時下肢愈僵硬；亦即說下肢肌肉著力點與下肢肌肉僵硬有密切關係。

## 結語

隨著年齡的增加，人體的基礎代謝率會隨之減少，一般人到了 25 歲後，每 10 年將流失 2.5 公斤左右的肌肉，而肌肉量的減少，將使人體的新陳代謝率隨之下降，亦即身體消耗熱量的能力下降，約每 10 年降低 5%，而導致多餘熱量囤積成脂肪，造成肥胖，更助長了許多慢性病的發生機率。



▲ 詳細地說明與示範，讓聽眾們收穫滿滿。

雖然沒有任何一種運動與體力活動可以停止生物性的老化，但研究顯示：規律的運動與體力活動，能夠減少坐式生活型態所產生的負面生理影響，且可透過減少慢性疾病與失能來增加人體的健康餘命；而運動習慣是不分年齡的，如能進行抗阻力訓練，是可以改善人體之第二引擎——肌肉組織並能延長壽命。

### 文獻參考

- \*1：張耿介 (2015)。健康體適能與促進。台北市：新文京出版社。
- \*2：Butler RJ, Crowell HP, Davis IM. *Lower extremity stiffness: implications for performance and injury*. Clin Biomech 2003;18:511-7.
- \*3：Enright, P. L. (2003). *The Six-Minute Walk Test*. RESPIRATORY CARE, 48(8), 783-785.
- \*4：Montgomery, P. S., & Gardner, A. W. (1998). *The Clinical Utility of a Six-Minute Walk Test in Peripheral Arterial Occlusive Disease Patients*. Journal of the American Geriatrics Society, 46(6), 706-711.
- \*5：范光中、許永河 (2010)。台灣人口高齡化的社經衝擊。台灣老年醫學暨老年學雜誌，5 卷 3 期，149-168 頁。
- \*6：Hirsch, A. T., Haskal, Z. J., Hertzner, N. R., Bakal, C. W., Creager, M. A., Halperin, J. L., Riegel, B. (2006). *ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease): endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation*. Circulation, 113(11), e463-e654.
- \*7：Mossberg, K. A., & Fortini, E. (2012). *Responsiveness and Validity of the Six-Minute Walk Test in Individuals With Traumatic Brain Injury*. Physical Therapy, 92(5), 726-733.
- \*8：Blickhan R (1989). *The spring-mass model for running and hopping*. J Biomech;22(11):1217-27.
- \*9：Granata KP, Padua DA, Wilson SE (2002). *Gender differences in active musculoskeletal stiffness. Part II. Quantification of leg stiffness during functional hopping tasks*. J Electromyogr Kinesiol; 12(2):127-35.
- \*10：Kuitunen S, Komi PV, Kyrolainen H. *Knee and ankle joint stiffness in sprint running*. Med Sci Sports Exerc 2002;34(1):166-73.