

老人的肌肉與肌力訓練

陳全壽／國立台灣體育學院校長

一、緒論

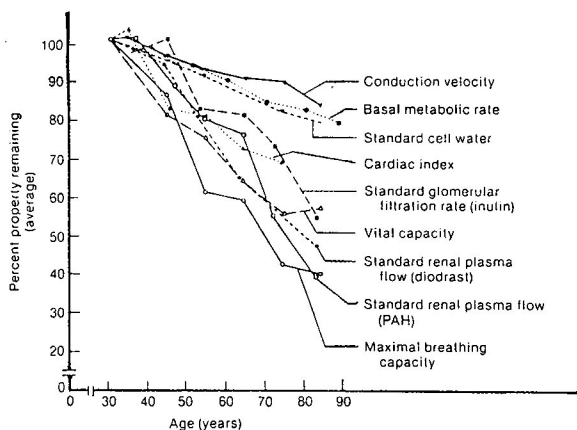
常言老態龍鐘，這一句話幾乎清楚的道出上年紀人的身體形態及機能的特徵，所謂龍鐘應該是指直立身軀的變形，動作的變慢及易失去平衡。

老化 (aging) 是生物共有的生命現象，它是全身性、漸進性是不可逆轉的過程，原因是加齡所造成的生命機能衰退，所以生物必然會衰老而死亡，這個相當冷酷嚴謹的事實告訴我們，有生之物必定會死。

我國從事老人學 (gerontology) 或高齡相關的研究不多，其中跟身體運動能力有關的研究更是少之又少，但是台灣很快就要步入高齡化社會，65歲以上的高齡人口，在21世紀的初頭即將會突破10%，也就是超過200萬人，因此一些和老人相關的基礎研究不得不儘早著手。

早期Shock等人 (1962) 的研究指出，30至80歲的加齡老化過程中，以30歲的各項生理功能指數為100%的話，發現幾乎所有的生理功能均呈下降現象 (圖一)，而其中下降率最小的是神經興奮傳達功能

($<20\%$)，反之下降幅度最大的是心肺、心血管循環等功能 ($>50\%$)。由上事實可以印証，大指揮家波斯卡尼尼，年過90仍然可以手握指揮棒，靈巧的指揮大交響樂團，擁有最好的手、眼協調功能。但是，我們不曾看到一個年過80的人可以像年青人一樣跑完42.195公里的全程馬拉松。



圖一 身體各項生理功能變化與加齡的關係(Shock, 1962)



二、老人的運動能力

最近日本的體育運動界，醫學界對老人運動能力的研究興趣很高，原因應是日本為世界有數的高齡化國家，老人的社會問題成為日本政府不得不重視的治國大問題。日本人和我們同屬黃色人種（Mongolian），他們的研究所提供的訊息，比歐、美國家給我們的更具參考價值，更可清楚的讓我們了解我們未來可能遇到的問題及解決方法。

順天堂大學青木等人（1969），以高齡女性下肢伸膝肌力與步行能力的相關進行研究，發現下肢伸膝肌力下降至某一程度時，步行的速度便會受到嚴重的影響，由他們的實驗中求出一肌力與步行速度的關值。德島大學原等人（1969），以60至90歲43名老人為對象，測他們的爆發力，此項實驗由於安全上的顧慮，所以相關的文獻不多，但他們發展出一簡便方法：利用血壓計的充氣球，要求受試者全力的用手擠壓充氣球，瞬間壓力會直線上昇，其單位為（mmHg/秒），上昇的斜率即為爆發力（單位時間的握力）。他們發現此力量隨中、高年後的加齡下降，以日本人為例，瞬發肌力在75歲時急速下降。

Kavagna（1977），做過不同年齡層跑能力的研

距離及 跑能力 年 齡	以最高值為100%的百分比及其偏差值		
	短距離	中距離	長距離
<40	88.8±5.1	-----	86.1±10.3
40-50	86.4±5.7	88.3±7.2	82.8±8.1
51-60	88.1±4.6	87.3±6.6	82.9±10.0
61-70	76.6±3.9	73.1±7.1	81.1±6.7
71-80	63.8±3.1	-----	-----

（表一）年齡與不同距離跑能力的比較



究，發現短、中、長跑能力在30以後，隨年齡增長下降，下降的幅度短距離比中、長距離大（表一），由此結果得知，肌力衰退及心理上的抑制作用，應是此能力下降的主因。

從相關的研究文獻得知，人的最大耗氧量隨老化而下降，其主要原因是：由左心室輸送至全身活動肌肉中的血液量變少，輸送時間變長。而最大耗氧量（ O_{2max} ）下降是中、高齡者一獨立的健康的危險因子。德恩等人（1972）的研究發現40~69歲的中、高齡者，最大耗氧量逐年下降，由平均大於50ml/kg/min（一分鐘一公斤體重能消耗的最大氧氣毫升）至69歲時平均降至小於25ml/kg/min。

此下降傾向可由700多位健康受試者的研究中，獲得一預測式：

$$O_{2max} = -.362 (\text{yrs}) + 52.741$$

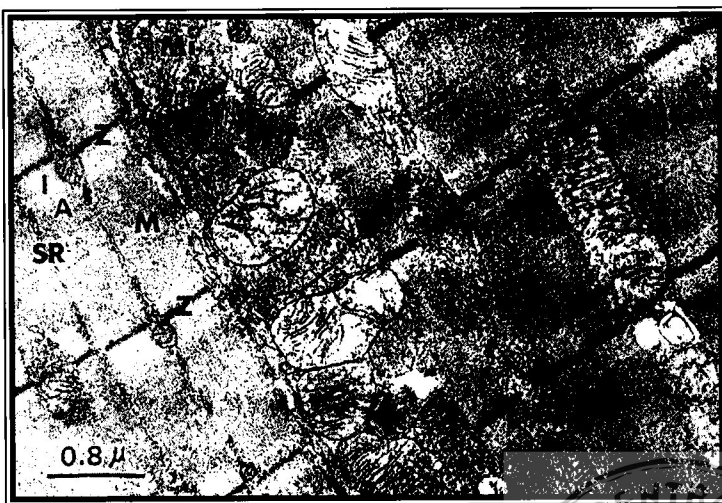
三、老人的肌肉

下圖（圖二）是筆者從事骨骼肌研究的一部份，是正常肌肉組織的電子顯微鏡照片，細胞中分子構造包括：肌節、肌漿膜、粒線體及收縮性蛋白質分子的排列各細部構造均規則而清楚。

隨著老化的過程肌肉的微細構造，出現下列極

為清楚的變化：

1. 肌節結構離散（streaming）
2. 脂色素形成
3. 肌細胞核消失
4. 肌組織中，衛星細胞異常（satellite cell）
5. 粒線體數目增加
6. 肌細胞內細管系擴大



圖二 骨骼肌電子顯微鏡照片（陳全壽，1991）

年齡 (yrs)	受測人數 (人)	右腳伸膝力 (kgm)	左腳伸膝力 (kgm)	右膝屈伸力 (kgm)	左腳屈膝力 (kgm)
20-29	370	20.7 ± 3.4	20.6 ± 3.4	11.3 ± 2.5	11.1 ± 2.5
30-39	150	19.8 ± 3.4	19.2 ± 3.4	11.5 ± 3.4	11.1 ± 3.4
40-49	173	18.2 ± 3.6	17.7 ± 3.6	10.4 ± 3.6	10.0 ± 3.6
50-59	101	16.2 ± 4.2	15.5 ± 4.2	9.3 ± 2.8	8.8 ± 2.8
60-69	46	14.2 ± 3.7	13.8 ± 3.7	8.8 ± 2.8	8.3 ± 2.8

表二 等速性肌力的經年變化 (20~69歲男性)

7. 肌細胞周邊毛細血管基底膜(base membrane)肥厚

8. 神經突觸折曲部(subsynaptic fold)肥厚

9. 白肌纖維直徑變小

10. 肌漿膜肥厚

以上所提結構及形態的變化，都是年青的肌細胞及肌組織中所沒有的，由於這些結構變化，也造成骨骼肌功能的改變。Hagan等人(1984)，針對青年至老年人從事等速性肌力測驗，結果如表二所示：

由上表得知，左、右腳屈肌的肌力，均小於伸肌力，兩腳屈肌力均僅達伸肌力的60~65%之間。同年過50以後，肌力下降幅度大，其中尤其伸膝肌力的下降幅度遠大於屈肌，此結果意味時著高齡者，老態龍鐘行動及站立不便的主要原因是在伸膝肌力即下肢抗重力肌力的下降。

四、老人的骨骼

人體骨骼在青年後期完全成熟後，即開始漸進性緩慢的骨質流失，它雖然是一正常的生理現象，但骨質的流失程度和身體的健康及疾病的發生率成密切的關係。一般人骨密度(bone density)在20~25歲時達最高，然後逐年下降，如骨密度下降至僅及最高值的25%時，便出現骨質疏鬆症的症狀。一般人如情況良好的話，在年近70歲時，仍能維持有最高值的70%以上的骨密度，情況較差的人會下降至40%左右。骨質流失受多種因素影響：一般認為性別、人種、個體遺

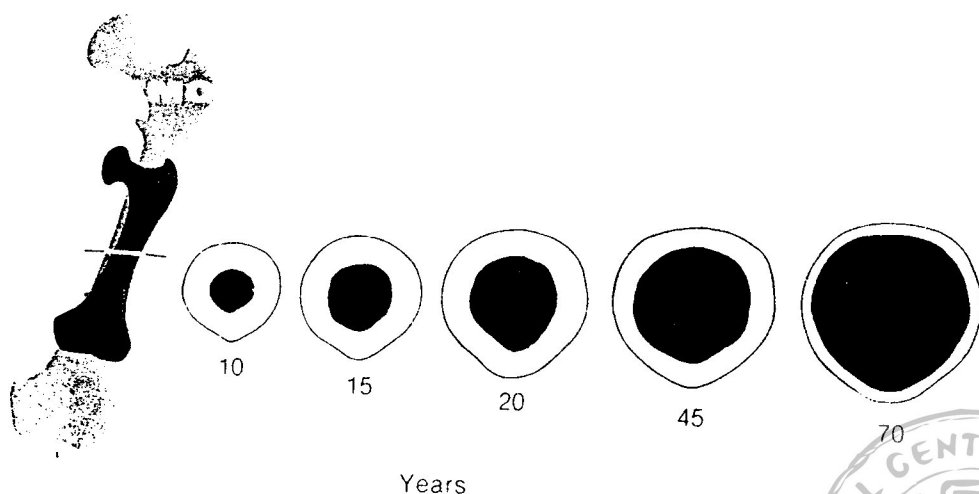
傳、食物、運動、生活環境與形態等，均影響骨密度的經年流失量。

南非的“巒突”(Bantu)族女性，和住在同地區的白人女性比較，Bantu女姓骨質流失遠小於白人，雖然她們食物中鈣的含有量少於白人。此外女性的骨質流失也遠大於男性尤其在中年閉經後，此現象更加清楚。

目前我們仍然無法清楚的了解骨質流失的機序，因為它相當複雜同時各因子間相互影響，但可以肯定的是，在25歲前骨密度高人的，正常條件下它的流失速度及量也較慢，所以年青時儲蓄骨質讓它密度增高，是防止骨質疏鬆症(osteoporosis)最好的方法，也是維持老後健康最重要的鈣磷質儲蓄。



圖三-(A)



圖三-(B)

圖三(A)為健康女性第二掌骨的X-線照片，左側年齡45，右側70歲，右側高齡者骨質流失的情況清楚。下圖三(B)為大腿骨骨幹部的橫切面圖示，從10歲至70歲的加齡過程中清楚的顯示，橫斷面直徑變大、髓腔也增大，同時骨質量變少的情況(Nelson 1984)。

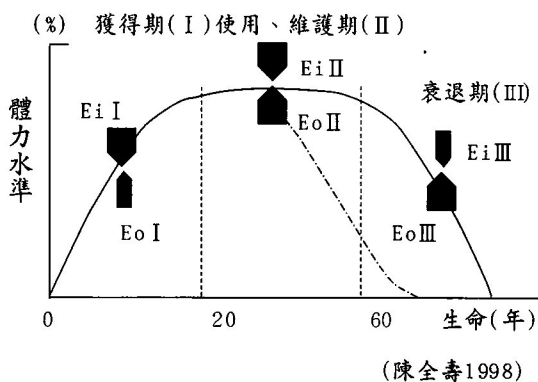
為了防止骨質疏鬆，除了上述不可抗力的人種、性別及環境等因素外，以下幾個因素應特別注意：

1. 食物中鈣缺乏
2. 高磷質食物攝取過多
3. 臥床或缺少運動
4. 春情素缺乏 (estrogen)
5. 習慣性飲酒過量
6. 常用類固醇
7. 常用抗痙攣藥劑
8. 腸管切除手術

五、老人的訓練

老人的身體訓練本質上和年青人並無大異，仍應嚴守以下幾個原則：(1) 個別性 (2) 漸進性 (3) 持續性 (4) 趣味性及 (5) 安全性等所謂訓練的原理原則。

所謂老人 (aged people) 站在體力的觀點，把人生分成III期的話它是進入第III期的所謂體力的衰退期 (period of deterioration)，他們的訓練效果低，個別差異大，較易造成各種意外，所以必須別注意個別性，最好在接受訓練前，能有醫生的指示，及健康與



圖四 人生體力增減的三個階段

體力的檢測資料。
 接受訓練時應注意不可急進好強，不可太爭強好勝造成不必要的傷害。

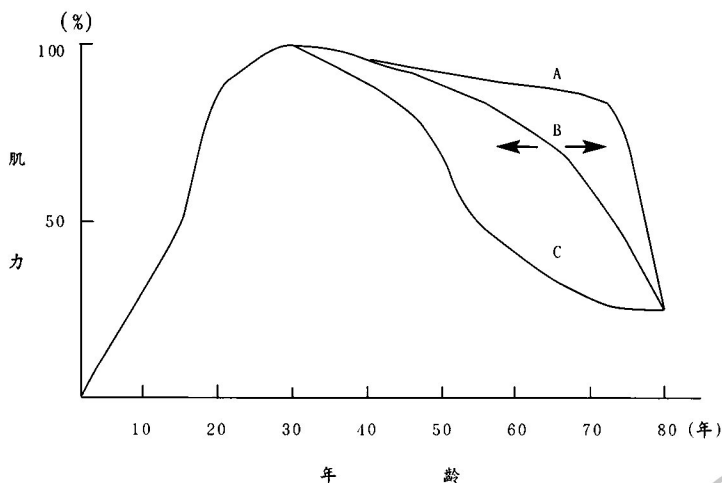
老人的體力訓練一切以體力的維持、身體運動機能的改善為目的。因此，不應太過於期待成績的進步，更要注意的是：（1）營養的合理攝取（2）適當的休息（3）定期的健康檢查（4）知天命（5）遠孤獨

1. 老人的肌力訓練

中高年齡者的訓練，一般均較強調有氧性的運動；如游泳、快走、慢跑、有氧操等。為了維護心、肺及心、血管循環系功能、維持適當的體重，從事低強度較長時間的持續性身體運動，理論上並無不可。但很多上年紀的人都較樂於從事有氧運動，結果外表看起來有瘦弱的感覺，肌肉不發達，無光澤，失去外表壯碩的美感。因此，合理的從事肌力訓練是必要的。它可以維持全身肌肉的適當張力（muscle tone），腹、背肌及脊柱起立肌的張力，防止彎腰駝背，維持下肢伸肌群的肌力，使老人行動方便，可過動態的生活，同時減少因肌力減退身體姿勢改變造成的消化、循環系功能的障阻。

老人的肌力訓練，可不必利用器材，以自己的體重為負荷，不必借助複雜的訓練儀器，如欲使用訓練器材，利用啞鈴選擇適當的重量適度的做各種上、下

肢及腹、背的運動亦屬有效。不使用訓練器材的運動以等尺性肌力訓練較為有效，如雙手互拉、互推、下



圖五 加齡與肌力減弱的三型態（陳全壽）

肢半蹲立、胴體包括腹、背部的各種運動。動作力求簡單安全，以較低的強度，維持一段時間，反覆的實施幾次等方式進行訓練。只要持之有恒，即使



上年紀的人，肌力訓練仍然會有卓效。在此的所謂卓效是：原來肌力差的人，經過一段時間有計畫的從事訓練，會使肌力增強，反之原來肌力強的人，會因經常性的肌力訓練，使肌力不因加齡而快速的衰減。

圖五說明三種不同肌力水準的人，A.維持良好肌力的人，年過60歲仍可過健康及動態生活，不必借助醫療及外力過日子，B.60歲以後肌力顯著的減弱，相當影響爾後生活品質的人，甚至有可能得借助醫療及外力過日子，C.30歲以後即進入肌力衰減的人，有可能60歲以後需過輪椅生活，70歲以後臥床過日子的人。

三種形態的人中，A是最理想的，但B也可經由訓練而使肌力改善，達到A群的水準，但也有可能因不活動而接近C群，降低生活品質，C群人長年欠缺運動而肌力衰減，身體的可訓練性（trainability）變得低，是一群最不理想的人，嚴重的影響老後生活品質，是一群增加家人及社會負擔的人。

2. 老人的肌力訓練及復健的要點

老人的肌力訓練，主要是維持適度的肌力，使身體姿勢不變形，肌力不急速的減弱。老態龍鍾不僅是外觀不好，同時也是其他成年病的遠因與誘因。如：

呼吸、循環系統、消化器官的功能均和姿態發生密切關係。

此外，切斷手術（amputation）、義肢使用（prostheses）、復健（rehabilitation）等，均和肌力訓練發生密切關係，這些領域是未來醫學上一重要領域，也是體育運動學上一有待努力的領域。筆者希望將來臺灣能有一機構，它結合體育運動界、醫、理工科人員，共同為此一領域，即老人的身體運動學及復健學開拓一新的，一可以超越世界他國之新的學問及應用科學的領域。

以下幾個要點是老人從事肌力訓練應確實注的：

1. 接受醫師的指示
2. 訂下合理的訓練計劃
3. 接受專人指導，結伴實施
4. 注意營養及休息
5. 訓練內容以有氧性運動及肌力訓練為主
6. 避免過度強調爆發力及速度、敏捷性運動
7. 少競爭、多追求運動樂趣及遊伴

六、結論

臺灣進入高齡化社會後，我們身邊的老人會急速增加，他們是文明社會一正面的象徵，代表一個社會



的進步與幸福，但也是一個社會的負擔。為了使年過六、七十歲的老人，仍然能夠生活快樂，是一位可以自食其力，甚至貢獻他人的老人而非社會家庭的負擔，我們必須正視老人增加的問題，其中觀念的改變，健全的社會制度的建立，醫療以及包括運動與復健在內的所謂第三醫學的確立（治療及預防為第一及第二醫學）。這些工作中，體育與運動界的人可以貢獻的領域相當多，肌力訓練是其中的一部份，安全而生活化的肌力訓練法的考案是重要的研究課題。目前，筆者正和一群同好致力於此一領域的研究，包括訓練法及訓練儀器的考案。

參考文獻

- Shock, N. W. (1962). *The science of Gerontology*. Duke University Press
- Carl, L. N. (1984). *The Aging Musculoskeletal System*. The Collamore Press Toronto Canada.
- 陳全壽 (1994)：運動傷害。國民體育季刊第25卷第1期
- Cavagna, L. (1979). *The effect of Continued Training on the aging process*. Ann. N.Y. Acad. Sci. 301:656~670
- Pollock, M. L. (1973). *Physiological findings in well-trained middle aged American man*. Br. Assoc. Sports Med. J. 222~228
- Hagan, R. D. (1984). *The Kinematic of Aging*. Proceeding of the aging musculoskeletal system. The Collamore Press Toronto Canada
- Kinugasa, K. (1999)：高齡者健康教室的參與對全身性耐力及生活機能的影響。日本運動生理學會年會會刊,日本大阪。
- Kobara, S. (1999)：高齡者的瞬發握力。日本運動生理學會年會會刊,日本大阪。
- Aoki, J. (1999)：高齡女性下肢肌力與步行速度的關係。日本運動生理學會年會會刊,日本大阪。
- Fukunaga, T. (2000)：中、高齡者肌力訓練效果。中華民國第二屆國際運動營養研討會會刊,台北：北醫。
- 陳全壽 (1991). *Muscle=Tr's Structure, Function, and Trainability = Quick Press Japan Nagoya*.
- 美兆診所 (2000)：健康檢查年度報告。美兆診所：中華民國台灣。

*E*nglish *A*bstract of *E*ssays

attention on the health status of the old. How to make old people to have a healthy, and fulfilling life, stay away from various kinds of illness as well as employ available human and medical care resources for the care of the elderly are on the top agenda.

Old people can train for themselves. This can be done by starting from increasing the capacity of the lungs, the muscles, muscular endurance and suppleness in the body. Taking parts in physical exercises help the prevention of cardiovascular diseases and also of fractures in the bones. Stamina in the heart and lungs is increased by means of aerobic training, which is effective in eliminating excessive fat; in particular those built up in the abdomen. Moreover, low depression and anxiety levels have been found in the elder people subjects, who just took part in exercises. This therefore indicates that physical activities also contribute old people's psychological health.

■ Training muscular strength in the old people.

/ Chuan-shou CHEN

Old people should not be seen as a burden on family and society. The increase in problems associated with the old population should receive full attention. What needs to be done includes the change of views on the elderly, the establishment of a sound social system, health care system and the development of the 'third medicine', which include sports and rehabilitation (Treatment and prevention of illness are the first and the second medicine respectively). The people in physical education and sports spheres have made a considerable amount of contribution in this aspect and among which is idea of the training of the strength in muscle. How to made such training as safe as possible and integrate it into everyday life is an important area for future research. Currently, the author of this article is doing a study on this field with a group of researchers. The study looks into various training methods and devices.

■ Prescriptions for the functioning of heart and lungs of the elderly /Shin-Tso Huang

The process of aging is the experience that everyone will inevitably go through. No-one escapes from getting old. Aging will gradually cause the degeneration of the functioning of our bodily organs which include the heart and the lungs.

The heart and the lungs are said to be the 'first window of the life' and are the most important organ

