



高齡者心肺功能之運動處方

黃新作／國立體育學院教授

一、緒論

人類的生命現象是必須仰賴代謝所產生的能源(ATP)來維持，而產生能源的代謝過程中，氧氣(oxygen：以下簡稱為O₂)是不可或缺的重要元素。因此，人類在世，只要有生命的存在即不能沒有氧氣，否則生命難以續保。

O₂是無法在人體內自然生成，必須由外界大氣中攝取，而肺臟即是唯一可以由外界攝取O₂的重要組織器官。心臟則是將肺臟所吸取的O₂藉由心跳(Heart Rate：以下簡稱為HR)所搏出去的血液(Stroke Volume：以下簡稱為SV)運送到人體各部之專責組織。由此可知，心臟與肺臟對個體生命的維持是何等的重要。

通常，我們將「肺臟自外界大氣中吸取O₂，心臟將其O₂運送至人體各部」的過程，合稱之為呼吸循環系統。

由於呼吸循環系統最重要的功能就是「攝取O₂

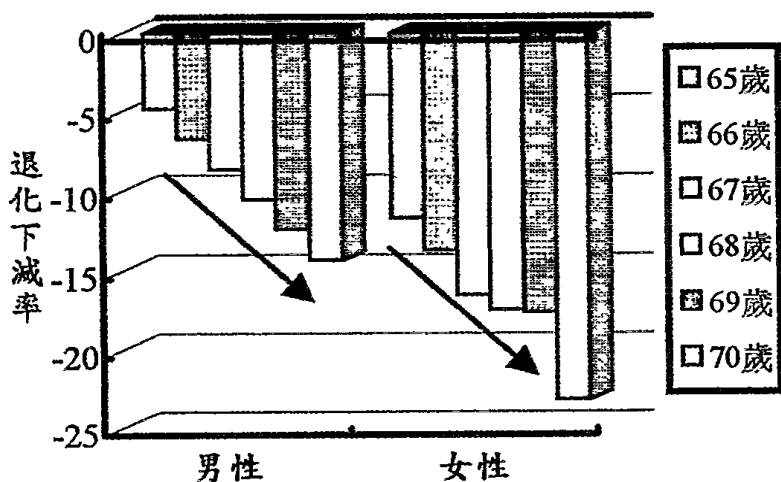
供人體使用」。所以，單位時間內單位體重所能攝取之最大氧氣量(最大攝氧量，Maximal oxygen uptake：以下簡稱為VO₂ max)，常被用作為評估心肺功能好壞的重要指標之一。

二、高齡者之心肺功能

影響VO₂ max大小的因素非常地多，其中是以心臟與肺臟的功能最為重要。不過，由於人體的任一生理機能均會隨增齡而衰退。研究報告(岩倉博光等人，1995)指出，高齡者的心臟及肺臟在形態及結構上均會出現老化的特徵。所以，其機能之衰退即顯現在VO₂ max的下減。而這種VO₂ max因心肺老化而下減現象，是不分種族，不分性別，不分國家，任誰都逃避不了的事實。

例如，Buskirk等人(1987)，針對歐美國家提出之相關研究報告所做之文獻回顧的結果裡，即發現到男性的VO₂ max隨著增齡每年的下減率是0.40~0.50/kg/min/year，女性為0.20~0.35/kg/min/year。

至於說，日本方面亦發現到相似的結果。根據 Ichikawa(1980)的研究報告指出，60歲以後，男性之 $VO_2 \max$ 每年的下減量是以 0.42 ml/kg/min 的速率逐年下減。而女性方面則亦具相似的傾向。



圖一 我國高年人體力指數之相對退化下減率
以桃園縣65-70歲高齡縣民為研究對象並假設20歲年輕人的體力指數為100時相對退化下減率。

至於說，我國高齡者 $VO_2 \max$ 的退化現象，由於

根據本人所知，到目前為止，並無相關的研究報告。

所以，無法得知。不過，若以三分鐘登階測驗所測得之體力指數(physical Index)來看其心肺功能的老化現象的話，則似乎亦與上述的研究報告相吻合。此一研究是作者針對桃園縣65~70歲高齡人口男性241名，女性93名，合計共334名為研究對象所做之調查研究，結果發現到，若以20歲年輕人的體力指數視為100時，高齡男女性65→66→67→68→69→70歲體力指數的相對退化下減率，如圖一所示逐年增加，其值依序分別為：

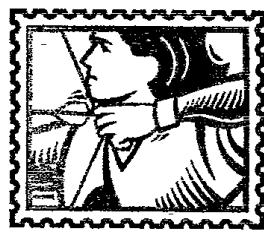
男性：-4.8% → -6.7% → -8.6% → -10.5% → -12.4%
→ -14.3% ..

女性：-11.7% → -13.7% → -16.5% → -17.5% → -17.6%
→ -23.2%。

三、規律性運動習慣對高齡者心肺功能之影響

儘管如此，許多相關研究均顯示，規律性運動習慣對因老化而衰退的現象具緩和的剎車作用。

在Hagberg(1987)針對相關研究所做之文獻回顧的報告書中，即證實了其效益的存在。其中是以Pollock等人(1987)所呈現的結果最為凸出。Pollock等人是從



比較24名跑者10年前後的max來探討運動對因老化而下減之max的影響。結果發現到「跑步速度及距離繼續保持不變者之 $\dot{V}O_2\max$ ，10年後的下減率僅為2%。顯著地要比同樣是進行10年跑步運動，但其跑步速度減慢跑距不變者之下降率12.6少很多」。

由此可知，規律性且是高強度的運動習慣對高齡者心肺功能的衰退現象，確實具有使之緩和的剎車作用。

此外，許多研究亦顯示，規律性運動習慣亦具強化高齡者心肺功能(Seals等人，1984a；Thomas等人，1985年；Hagberg等人，1989)及改善其心血管系統的反應機能及末梢組織器官利用氧氣與處理乳酸的實質效益(Seals等人，1984a，1984b)。

但是，問題是對年老體弱多病且心血管疾病之危險因子特別多等生理特徵的高齡者而言，如何設計可以防止其運動傷害等意外事故又可以得到運動效果之運動內容與方法，將是一很重要的前置作業。

四、高齡者之生理特徵(池上晴夫著，1985、田嶋直也等人，1997、永田昭著，1995、村上靖郎，1990)

高齡者除了髮白、掉牙、膚皺、眼花、重聽等老化特徵之外，尚有以下與運動安全較有關之生理特徵：

- 1、平衡能力、敏捷性、心肺耐力、爆發力、肌力、肌耐力、柔軟度等體力及其預備能力(Reserve Capacity)衰退。
 - 2、新陳代謝率減少。
 - 3、組織之再生能力變差。
 - 4、容易疲勞且不易恢復。
 - 5、反應能力鈍化，對突發狀況的應變能力變差。
 - 6、器官組織脆弱化。韌帶、血管等組織硬化、缺乏彈性而易發生斷、破、裂等現象。
 - 7、骨質疏鬆化而易發生骨折現象。
 - 8、器官組織機能性適應能力變差，如體溫調節機能下降。
 - 9、安靜心跳數及運動中最大心跳數變少。
 - 10、運動中之血壓容易增升。與動脈硬化之老化現象有關。
 - 11、運動之有效閾及安全閾之容許範圍減小。
 - 12、鍛鍊的可塑性(Trainability)變小。
- 除此之外，動脈硬化、高血壓、糖尿病、缺血性



心臟病、骨質疏鬆症及變形性關節炎等疾病多發於高齡者身上，這也是大家所共知的事實。而且，外觀看似很健康的高年人，其健康危險因子的異常比率也非常高(杉下靖郎，1990)。

五、高齡者心肺功能之運動處方

基於以上說法，為設計強化高齡者心肺功能之既安全又有效的運動處方時，實有必要依循下列的流程來進行。

- ①↓基本資料的建立↓②實施精密之醫學檢查↓
- ③進行運動負荷測試↓④設計運動處方↓⑤運動處方之實施與指導。

一、基本資料的建立(問卷調查法)

其主要目的是為初步了解高齡者與運動安全有關之問題。其中是以心血管疾病之病歷、既往歷、家族病歷及現今有無服用心血管相關藥物(如降血壓藥(α -Blocker)·Atropine·Propranolol)等之調查最為重要。

二、實施精密之醫學檢查

其主要目的是為進一步了解一般生理狀況是否正常。其中也是以心血管疾病之危險因子的臨床檢

查(血壓、靜態心電圖、胸部X光、肺機能、血液等檢查)最為重要。

三、進行運動負荷測試(Stress Test)

綜合上述檢查的結果，由醫師判定是否「可以」或「不可以」或「有條件」的進行運動負荷測試。於此所謂的「有條件」的進行運動負荷測試，就是說進行運動負荷測試時，心臟的負荷不能超過某最大限制的意思。其目的，1.直接發覺靜態檢查不易發現之潛在性心血管疾病或異常現象，以確保運動安全。2.直接了解可否進行運動或決定進行運動時，運動強度的最高極限(含症狀限制性最大運動強度(Symptom Limited Maximal Intensity)。其測試項目有運動中心電圖、血壓、HR、呼吸成分(換氣量、 CO_2 、 O_2 等)等。有關進行運動負荷測試時之相關禁忌，中止基準等安全注意事項及實際操作方法，因篇幅有限，故請參閱相關書籍。

四、運動處方的設計

運動處方的設計應包含運動項目種類的選擇、運動強度的決定、一次運動持續時間及運動頻率(一週內運動的次數)四大要素。



(一)運動項目種類的選擇

從強化心肺功能及預防心血管疾病如心肌梗塞等而言，六分之一肌群參與之等張性動態有氧運動較為適宜。另外，若從上述之高齡者生理特徵來看的話，高齡者實不宜從事受制於別人機動性大且碰撞機率高之運動(如球類運動等)，以及易使血壓驟升之努責性運動，以免發生跌倒、骨折及血壓驟升等危險意外事故。

不過，研究指出等長性抗阻力之無氧運動，對肌肉的強化及骨質疏鬆症的預防非常有效(Hettinger, 1980)，而伸展運動亦可強化肌肉、韌帶、筋腱的韌性，並可增加關節之可動範圍(Range of Motion)。所以，為了要強化高齡者心肺功能之運動項目種類的選擇應該是節奏穩定之有氧運動，如步行、慢跑、太極拳等等，但為了增強肌力、增加關節之可動範圍，及預防骨質疏鬆症，宜於熱身及緩身運動時，添加輕度的抗阻力之肌肉強化輔助運動，如啞鈴等及伸展運動等。

(二)運動強度的決定

所謂運動強度(Intensity of Exercise)即單位時間內

加諸於人體、骨骼、肌肉、心臟、肺臟等運動相關組織器官之物理性的刺激，也即一般所謂的運動負荷量(Workload)。因此，計算供給該活動或運動所需能源之代謝催化物一氧消耗量(Oxygen Consumption)，來評估其運動強度的大小，乃一般運動生理學家或運動營養學家常用之合理手段。

可是，若以 VO_2 作為運動強度的指標的話，在進行運動之際，其運動強度恐怕因不能邊測邊進行運動而無法明確地掌控，這對必須嚴守運動強度以策安全之高危險群的人(如高齡者等)而言，非常不利。因此，運動進行之中，採取可以隨時隨地自我測量、自我了解之HR作為運動強度的指標乃最簡便、最實際的作法。

人體運動中的HR會隨運動負荷的增加而增加，並呈直線關係，而HR可以輕易地從橈腕動脈等動脈的把脈中得知。此外，運動強度達到某一程度的運動中HR是與運動中的 VO_2 成很高的直線相關(Gambert等人，1981)。所以，HR是既代表外在運動強度又是代表內在運動強度的指標。這對偵測心肺、血管、關節、肌肉等組織器官易因過度負荷而發生破綻或運動

傷害等意外事故的高危險群(如高齡者等)運動中運動強度的大小非常有利。基此，採用HR作為設定高年人運動強度的指標最為妥切。

那麼，到底多少的HR才是強化高齡者心肺功能既安全又有效的運動強度呢？說實在的，諸家眾說紛紜，很難說出一個定數。不過，若基於「一個運動強度的設定不應僅從是否對心肺功能有效的單一角度去考量而已，亦當應從心血管反應機能(如血壓、RPP等)、血液脂質(Plasma Lipid：TC、TG、HDL-C等)等層面之變化去做多元的考量」之前提的話，則是以(最大心跳預備能力的60~65%)的運動強度最為理想。因為，有一針對中高年人(60~90歲，平均年齡約70歲之男性52名、女性34名共計86名)之心肺功能、血中脂質、心血管反應機能的變化來探討運動之效益的研究(芳賀脩光，1990)報告指出，(最大心跳預備能力的60~65%)的運動強度)不僅可以緩和心肺功能的退化速率之外，且具強化其運動中心肺功能，降低等同運動負荷之心負荷(RPP)的效果，同時，也可以改善異常心電圖的出現比率及動脈硬化等心血管疾病有關之危險因子(如TG↓、HDL-C↑等)。而此種

運動強度若以Karvonen(1957)的公式〔Training Heart Rate:HRt、運動中心跳率=(Maximal Heart Rate:HRmax、最大心跳率—Resting Heart Rate:HRrest、靜休心跳率)×運動強度+HRrest〕換算一位HRrest是65bpm、HRmax是150bpm、70歲高齡者運動中的HR的話，則大約是110~120bpm。

$$HRt = (150 - 65) \times 0.6 + 65 = 110 \sim 120 \text{ bpm}$$

註：1.若不知HRmax的話，可以以(220-年齡)的公式來概算。

2.HRrest之計算最好是早上醒來，但尚未起床之臥床狀態，以撓動脈把脈的方式，計數「一分鐘」或「30秒×2」或「15秒×4」的HR即可。

至於說，熱身運動(Warming-up)的運動強度，若依上述主項運動強度來估算的話，則大約是40%左右，而緩身運動的運動強度則最好能夠高(50%)—低(30%)強度交替進行，如此下來，將可促進乳酸的解除速率(Dodd, 1984)。不過，研究顯示(小川惠子等人，1998)，高齡者運動中之心跳變化深受身體特性、鍛鍊度及體能狀況之差異的影響，而高年人之身體特性、鍛鍊度及體能狀況的個別差異性極大。所



以，其運動中之心跳率，宜一一地計算絕不可概括性地計算。

而有關運動中有異常現象出現而不得不中止運動者之既安全又有效的運動強度，則大約是症狀出現時之HR(症狀限制性最大心跳，Symptom Limited Maximal Heart Rate)的85%即可。但注意，此際，必須有運動醫學相關的醫師來評估判定，才可以從事運動(芳賀脩光，1990)。

(三)運動持續時間的決定

所謂運動持續時間乃運動一次給予人體物理性刺激期(Stimulus period)的長短稱之。因此，可想而知運動持續時間越長，對人體的刺激也就越大；反之，越小。

運動持續時間的適切性，諸家亦眾說紛云莫衷一是，很難劃一性地說幾分鐘最適宜或最有效。但是，可以確定的是，為強化心肺功能的運動時間，至少不得少於5分鐘。其理由是因為當我們進行運動時，呼吸循環機能亦會隨之亢奮起來，然後經過一段時間之後，即會達到某一穩定狀態(Steady-state)。為達此一穩定狀態，進行輕度運動時所需時間約為3分

鐘左右，而高強度的運動則大約是5分鐘左右，所以，5分鐘的運動時間是絕對不充分的。那麼，運動的目的既然是為欲強化心肺功能，所以，其運動持續時間，進入穩定狀態後，宜再延長一點以增加對心肺功能的刺激。因此，假如進行的是高強度的運動，進入穩定狀態後，再延長10分鐘的話，其主項運動的持續時間即為15分鐘。15分鐘之主項運動持續時間，若再加上各5分鐘的熱身與緩身運動的話，其全程運動的時間是25分鐘。本文所提的運動強度是最大心跳預備能力之60-65%，是屬於中強度的運動，主項運動的持續時間有可能可以再延長一點。所以，其全程運動時間可能因主項運動的延長而變成為30分鐘。

可是，要特別注意高齡者易疲勞又難以恢復之生理特性。運動持續時間的長短宜尊重當事人當天的自覺狀況。

(四)運動頻率的決定(一週當中進行運動的次數)

所謂運動頻率乃一週當中進行運動的次數或天數稱之。它的多少關係到運動效果的大小。頻率越高，當然，運動的效果也可能越大。可是，過於頻繁的運動，恐對易疲勞又難以恢復的高齡者而言，易造成其



身體的過度負荷。研究報告指出(Dehn等人, 1977)：
半次週以上的運動頻率易增加運動者心血管及整形外科上之異常或受傷的機率。所以，運動頻率以半次週為宜。但是，若體力不佳者，2-3次週亦未嘗不可。

(五)運動的持續期間

「運動效果出現為止」所需要之運動持續期間，亦因各研究的目的，運動方法、內容及受試者之可鍛鍊度(Trainability)等差異而難以說出一個定數。不過，基於「運動首重恆規」的原則，運動持續期間的長短，實應朝「要活就要動」的觀點去做無限的思考為宜。

五、安全對策及指導上應注意之事項

高齡者除了上節所述之生理特徵之外，尚有過去社經背景、地位、生活形式(Life Style)、身體狀況及人生閱歷等個別差異性極大的特徵，同時，在生活上、金錢上、健康上、婚姻上及子女教育上等問題的壓力亦各不相同，而對未來人生旅途上的徬徨、無助、落寞、無奈及孤獨感等卻是高齡者共通的心靈。因此，在進行運動指導時，對其運動安全及身心的變化，宜格外特別注意。

(一)、安全對策

1. 運動前

嚴格執行醫學健康檢查，並確實並充分做好熱身運動。

2. 運動中

運動強度不可忽快忽慢，並力行①「不勉強」自己非得跟別人一樣不可；②「不過度」要求自己非達到某一特定目標不可；③「不計較」運動表現的好壞與勝負；④「不粗心」的「四不」原則。

3. 運動後

運動後，做好①「緩身」②「潔身」③「補身」④「休身」的「四身」原則。

(二)運動指導時，應注意之事項

1. 視線不佳、天候較涼、溼度偏高之早晚及烈日高照的中午不宜從事運動。
2. 灰塵多、交通流量大之馬路旁不宜從事運動。
3. 宜找友伴進行運動，以免意外發生時無人照應，且可交心談天。
4. 極力避免機動性大之力量型、速度型及努責



性的運動。

5. 運動「安全」重於運動「效果」。

6. 運動樂趣所帶來之「心理效果」重於運動之「生理效果」。

7. 運動「心得的交換」重於「技術的習得」。

8. 給予運動保健(營養、傷害預防、量脈搏、運動生理等)相關基本常識或技能的教育。

9. 其他

六、總結

老化是人生必然的人生過程，任誰都無法逃避得了。而人體任一生理機能亦因其組織器官的老化而隨之衰退，包括心臟與肺臟的功能在內。

心肺功能有「生命第一窗口」之稱，是人體賴以維生最為重要之組織器官，它的好壞不僅與生命現象的呈現與維持有密切的關係之外，更與生活品質的優劣與否息息相關。

許多研究結果顯示，恆規性運動習慣對高齡者老化之心肺功能具改善、強化、抑制其老化速率的實質效益。

因此，時值高齡化社會的來臨，罹患心血管等成

人病之高年人口日益增加的今日，運動對提升高年人生活品質、強化其日常生活基本能力及預防成人病的角色扮演更顯得重要。

然而，由於高齡者老化之生理特徵及身與心之悖離等身心條件之不利，進行運動之前，除了充分做好熱身運動之外，宜特別注意其身心之變化，萬不可冒然去做運動，運動中也要嚴守「不過度、不勉強、不計較、不粗心」的四不原則，運動後，亦應力行「緩身、潔身、補身、休身」的四身原則。

運動指導者也應本著高齡者之運動是「運動安全」重於「運動效果」運動之「心理效果」重於「生理效果」的原則，因循其過去之社經背景與地位、生活經歷及現今之心理狀態與體能狀況的個別差異，耐心地指導其運動，以使得為我們社會的福祉打拼過的前輩們，能在被尊重的情況下，愉悅地接受運動的指導，並視運動為其未來生活中重要的一部分。

參考文獻

(因篇幅限制，從略。敬請諒解。)