

# 老年人之運動處方

許智欽 黃美涓

林口長庚醫院復健科

## 前言

根據世界衛生組織的定義，年齡達 65 歲以上即為老年人，所謂人口老化是指 65 歲以上的人口佔總人口之百分比增加和總人口的平均年齡增長的現象。隨著醫療水準不斷提升，全球出生時預期壽命，自二次大戰以來，已由 45 歲提升到 65 歲，已開發國家更上升到了 75 歲，日本更高達 80 歲。民國 89 年台灣地區平均餘命已達 75 歲，根據衛生署估計到民國 140 年時，台灣男性平均餘命將達 77 歲，女性則為 84 歲。資料顯示世界平均生育率(20 歲至 45 歲婦女一生預估生育子女數)，過去 30 年來已從 5.0 降至 2.7，而台灣婦女在 2003 的總生育率為 1.4 左右，因此生育率下降導致年輕生產人口不足，也是未來世界一大隱憂。依據壽命延長與生育率下降的趨勢推測，行政院經建會日前表示，目前台灣老年人口約佔總人口的 8.7%，等於八個年輕人負擔一個老人的生活需求，預估到 2030 年，老年人口將達 19.5%，約三個年輕人負擔一個老人的生活需求，到了 2040 年，預計達 25%，人口老化似已成為人類文明發展過程中難以避免的現象[1]。對個人而言，老化最大的影響在危害人體的健康。人體是具既神奇又複雜的機器，體內細胞間與組織間互動頻

繁，而且無時無刻不在工作使身體功能維持正常。當各位讀者在閱讀這篇文章時，大腦集中注意力，肌肉收縮握住這本書，心臟在輸出血液，胃腸在消化吸收養分，腎臟在排泄廢物，而肺臟在進行氧氣擴散作用。然而隨著年齡的增長，上述功能會逐漸地衰退，進而影響老年人口的身體功能。老年族群的另一個危機是老化造成慢性疾病如高血壓、糖尿病、骨關節疾病、或腫瘤的發生率增高，這些疾病會進一步危害老年人的健康，耗費龐大醫療資源。由於老年人佔用醫療資源逐漸上昇，故學者提出預防勝於治療之概念，以減少青壯人口日益沉重的負擔。一直以來運動被視為強身強國的最佳方法，至於它的好處包括提升心肺功能，降低心臟疾病的危險性，減少心臟疾病的死亡及發病率，減輕焦慮感，及增加工作效率。因此先進國家如歐、美等地都相當重視國民的體能，並提倡運動強身的概念。

## 運動生理學之回顧

隨著現代醫學的進步與媒體的發達，人們漸漸脫離“多運動對身體有益”的抽象概念，進而瞭解運動的優缺點，漸漸清楚“如何運動”會對身體有益。同時由於運動生理學的快速進展，“運動”已經被量化了，所以運動本身已經不是藝術

---

Title: Principles of Exercise Prescription for the Elderly

Author: Chih-Chin Hsu, Alice May-Kuen Wong, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chang Chung Memorial Hospital, Taoyuan, Taiwan

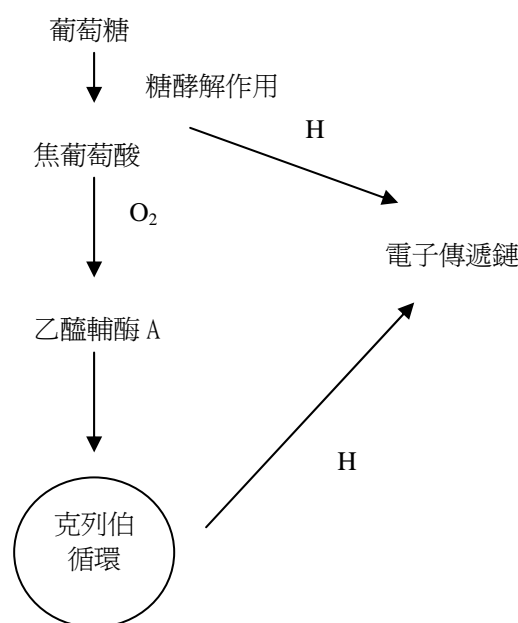
Key Words: aging, exercise, fitness

而是科學。由於現代人對健康越來越重視，因此常常會問醫師如何運動？在回答這個問題之前，我們必須先了解運動生理。回顧運動生理的歷史，可早期回溯至希臘人時代，當時就已經開始研究人體功能，一直到西元 1500 年代 Andrea Vesalius 出版“人體結構”(Humani Coporis)，書中嘗試說明各器官的功能，故被認為是現代生理學始祖。西元 1660 年左右李文霍克(Anton van Leeuwenhoek)發明顯微鏡後，才開始有肌肉纖維的概念，也破除了肌肉的收縮僅見於肌腱，而不會發生在肌肉本身的迷思。19 世紀中期人們對肌肉在活動當中的生理變化仍不清楚。西元 1889 年 Fernard LaGrange 出版“身體的運動生理”(Physiology of Bodily Exercise)。裡面首次出現“肌肉工作”(Muscular Work)、“衰竭”(Fatigue)、及“腦部主宰運動的辦公室”(The Office of the Brain in Exercise)等主題。於相同時期 Walter Fletcher 及 Sir Grederick Gowland Hopkins 兩位學者觀察到肌肉活動與乳酸形成的關聯性，科學家們才漸漸瞭解肌肉活動的能源主要來自於儲存在肌肉內的肝醣分解成爲乳酸時所產生的能量。至於詳細的過程直到西元 1921 年由 Archibald Hill 利用生物化學的方法研究出肌肉能量的代謝，並一舉得到諾貝爾獎。Lawrence J. Henderson 於 1927 成立舉世聞名的哈佛衰竭實驗室(Harvard Fatigue Laboratory)，它奠定了現代氣體分析耗氧量方法的基礎，研究環境對運動的影響，實驗室雖於 1947 年關閉，但卻培育了無數國際知名的運動生理學家。如丹麥哥本哈根大學的 Asmussen 及 Nielsen 教授，從實驗室學成歸國後，分別從事肌肉的機械特性與人類體溫控制的研究。而 Hohwü-Christensen 回國後自丹麥移居至瑞典斯德哥爾摩，任職於 Gymnastik-och Idrottshogskolan 的身體教育學院(College of Physical Education)，與 Ole Hansen 組成研究團隊，從事運動中碳水化合物與脂肪代謝的研究。1950 至 1960 年代，Per-Olof Åstrand 於 Hohwü-Christensen 的實驗室中，進行許多與體適能及耐力的相關研究。其後他們的學生 Bengent Saltin 清楚描述出運動中肌肉代謝的過

程，而成爲這方面的先驅者。同時期工作於斯德哥爾摩 Karolinska Institute 的 Jonas Bergstrom's 將針刺活組織切片法引進，使得生理學家得以於人類身上進行運動前、中、後的肌肉組織及生物化學的研究。進入 1960 年代以後，由於美國政府發展太空計劃，於是電腦進行氣體分析及遠距監視運動中心跳、體溫的運動測試(Exercise testing)應運而生，此舉使資料得以迅速分析，大幅縮減處理數據所需人力，進一步使得運動生理學得以蓬勃發展[2]。

## 運動中能量之運用

清楚運動生理學的歷史之後，大概了解運動生理學的研究範疇，簡而言之，它在觀察短期及長期運動前後，人體結構與功能的變化，及運動中能量使用的情形。其中人體結構主要爲心肺及骨骼肌。現在進一步來介紹運動中的生理變化，事實上在了解運動生理之後，運動處方便不是一件困難的事了。以下關於運動能量來源的描述均參考 Physiology of Sport and Exercise 這本教科書[2]。任何運動都要透過肌肉收縮來完成，但肌肉收縮需要能量才能夠正常運作，所以能量可說是各項體育活動的基本要素。人體耗能的最直接來源是一種名爲三磷酸腺苷酸(Adenosine triphosphate, 簡稱 ATP)的化合物，當 ATP 被分解的時候，就能夠提供能量作肌肉活動之用了。人體內有磷酸肌酸(Phosphocreatine, 簡稱 PCr)、糖酵解作用(Glycolysis)、及氧化作用等三大供能系統，可以供應能量作爲合成 ATP 之用。存於肌肉細胞中的 PCr，在無氧情形下被分解而釋放能量，而這些能量就可以用來合成 ATP。不過 PCr 在人體內的儲存量極爲有限，人體全身的肌肉內只有 450 至 510 微摩爾 PCr，也就是 4.5 至 5.1 大卡的能量，因此這項無氧供能系統充其量僅能滿足百米全力衝刺之用，時間大約爲 10 秒左右。儲存於肝臟或肌肉內的肝醣(glycogen)，在必要時會分解成爲葡萄糖，其後經糖酵解作用產生能量來合成 ATP，這個作用產生的能量約爲磷酸肌酸系統的三倍。故前述兩種系統能供



圖一：葡萄糖的氧化作用

應 1 至 2 分鐘身體活動所需的能量。由此可見無氧供能系統所能提供的能量極為有限，但它的重要性並不在於所能夠提供能量的多寡，而在於能夠提供即時的能量作肌肉活動之用，成爲人體內最迅速的能量來源。因此對於強度大、速度高，並且只需在數秒間完成的活動，如起跑、跳躍、投擲、舉重等，無氧供能系統尤爲重要。糖酵解作用的終產物爲焦葡萄酸 (Pyruvic acid)，在沒有氧氣參與代謝的情況下會產生乳酸 (Lactic acid)。乳酸會堆積在肌肉細胞及血液中，在酸化的情形下，肝醣分解減緩導致糖酵解作用無法持續進行，此外肌纖維與鈣離子結合能力受損，降低肌肉收縮能力，凡此種種會使得人體無法持續運動，若想要延長運動時間就必需另覓能量來源。

比較起前兩項無氧系統來說，有氧系統在 ATP 的總生產量可說是難以估計，因爲無論是醣類、脂肪，甚至是蛋白質均可以用作重新合成 ATP。在三種營養成分中以前兩種爲主要能量來源，在正常情形下利用蛋白質作燃料的機會是微乎其微。碳水化合物的氧化作用包括有糖酵解作用、克列伯循環 (Kreb's cycle)、及電子

傳遞鏈 (Electron transport chain) 等三個過程。由前段知道在無氧氣參與的情形下，糖酵解作用的終產物焦葡萄酸會變成乳酸，而堆積在肌肉細胞及血液中，但是一旦有氧氣參與代謝，焦葡萄酸就會變成乙醯輔酶 A (Acetyl coenzyme A)，這個代謝物會進入克列伯循環，而此循環與糖酵解作用會釋放出氫離子進入電子傳遞鏈，產生大量的 ATP (見圖一)。一般而言一個葡萄糖分子進行氧化作用會產生 38 個 ATP。至於要利用體內脂肪合成 ATP 時，脂肪需先被分解成脂肪酸 (Fatty acid)，進行  $\beta$ -oxidation 作用變成乙醯輔酶 A 後進入克列伯循環、及電子傳遞鏈產生能量。由於有氧系統能夠利用醣類和脂肪作爲燃料大量合成 ATP 而不會產生導致疲勞的代謝產物，因此對於長時間的耐力性項目 (如馬拉松長跑) 而言，氧化作用是主要的能量來源。無氧系統和有氧系統均會供應能量作肌肉活動之用，只不過各個系統的重要性會按個別運動項目的種類、運動員的訓練狀態及膳食等方面而有所差異。原則上大部分的運動項目皆可被歸納爲兩個類別：1. 時間短而強度大的運動，和 2. 時間長而強度較小的運動。大致上而言運動時間在 2 至 3 分鐘內的項目，如中、短距離跑步、及舉重，此類強調爆發力與肌力的項目，由於主要能量來源爲無氧系統，一般稱之爲無氧運動。至於時間較長的運動如長跑、划船、及騎單車等，此類強調耐力的項目，由於主要能量來源爲有氧系統，一般稱之爲有氧運動。

## 運動處方

在知道運動中能量消耗的種類後，量化這些運動的耗能是相當重要的，拜前人努力之賜，目前可以輕易量測運動中的攝氧量 ( $\dot{V}O_2$ ) 來代表各種運動的能量消耗情況，而最大攝氧量 ( $\dot{V}O_{2max}$ ) 就間接地代表了個人的心肺耐力，也就是一部分的體適能 (Physical fitness)。嚴格上來說體適能除了心肺耐力外，還包括有肌耐力、柔軟度、及體組成，本篇以介紹心肺耐力爲主。運動心肺功能測試目的與心臟內科的運動心電圖不同，前者請受測者執行跑步、



圖二：以跑步（上格）、及手搖車（下格）方式進行運動測試。受測者需夾住鼻子防止呼吸氣體由鼻孔漏出，如此含在嘴內的氣體分析儀才可正確的分析運動中的攝氧量。基於安全考量，進行測試同時需監測受測者的心電圖與血壓。心肌缺氧或血壓異常時須立即中止測試。

騎腳踏車、或手搖車等運動，以特製設備收集運動中所排放及消耗的的氣體之後，分析氣體的變化量，以求出受測者的最大攝氧量，然而運動中心電圖及血壓的監測其用意旨在警示執行檢查人員，本項檢查是否安全，該不該停止。至於後者主要目的在篩選出有冠狀動脈異常，而休息狀態心電圖卻正常的病患(圖二)。現代運動測試自 1960 年代發展至今，隨著科技的進步，已是一項相當安全的檢查，1970 年代統計了 73 個醫學中心，共計 170,000 次的運動測試，死亡率為 0.01%，併發症比率為 0.04% [3]。到了 1980 年代，統計共 518,448 次運動測試死亡率更降至 0.005% [4]，所以基本上它是相當安全的

檢查。這項測試可提供下列常用參數以供臨床判讀用：

1. 攝氧量(Oxygen uptake)：攝氧量等於心輸出量(Cardiac output = heart rate × stroke volume) 乘以動、靜脈血氧濃度差 ( $A-VO_{2diff}$ )，通常以 L/min 或 ml/kg/min 或 MET 來表示(1 個 MET 相當於消耗 3.5 ml/kg/min 的氧氣)，在某種程度上它反映了運動的強度(Exercise intensity)。而最大攝氧量為代表最大運動能力(Maximal exercise capacity)的最佳指標。由前述公式得知在一般情形下，一個人的心跳應可反應攝氧量，故也間接地代表運動強度。
2. 氧脈(Oxygen pulse)：攝氧量除以心跳( $\dot{V}O_2 / \text{heart rate}$ )，故氧脈等於 stroke volume ×  $A-VO_{2diff}$ 。氧脈是評估心臟輸送氧氣至周邊組織之效率的最佳指標；若個人周邊組織攝氧能力正常(即  $A-VO_{2diff}$  正常)，則氧脈可代表 stroke volume 的能力，即可間接推測左心室功能之好壞。
3. 呼吸交換率(Respiratory exchange ratio ; RER) 及呼吸商(Respiratory quotient ; RQ)：兩者計算公式皆為  $\dot{V}CO_2 / \dot{V}O_2$ 。但 RER 是呼吸通氣量測量的結果，代表氧氣在肺部與血管進行氣體的程度，至於 RQ 則代表細胞利用氧氣的能力。在身體處於恆定狀態時，這兩者是相同的，但當運動時兩者會有差別。RQ 為運動時利用何種物質做能量來源的指標(碳水化合物 RQ 值為 1，蛋白質為 0.8，而脂肪為 0.7)。在運動測試中，若 RER 值若大於 1 意謂以達最大運動強度。
4. 無氧閾值(Anaerobic threshold ; AT)：當運動強度維持在適當的範圍，運動者氧攝取量足夠應付運動中的耗氧量，此時呼吸不急促、攝氧量、換氣量、心跳、及血中乳酸等皆可維持穩定，但當運動強度逐漸增加至一定程度後，便無法維持前述的穩定狀態，此時血中乳酸急速增加，同時 lactate/pyruvate 的比值也增加，此時的運動強度(或攝氧量)即稱為無氧閾值。無氧閾值越高的人越能在不大量增加換氣量與乳酸堆積的情形下進行長時間的運動。

5. 氧換氣當量( $\dot{V}_E / \dot{V}O_2$ )及二氧化碳換氣當量( $\dot{V}_E / \dot{V}CO_2$ ):除可提供無氧呼吸閾值的判讀的參考外,二氧化碳換氣當量也可反應肺部無法進行氧氣換氣作用區域,即 dead space 的指標。

經由上述介紹,其實不難發現,經由前人努力所發展出來的運動測試,主要在定量各種運動強度下的生理變化,特別是攝氧量。因為兩者的關聯性一旦建立之後,臨床醫師可以利用明顯的生理指標、如心跳,做為訓練或建議病人或健康人,在安全無虞的環境下進行各項活動。於是漸漸演變出現代人所重視的運動處方。

初步瞭解運動生理之後,正式進入運動處方的一般原則。處方首重安全,開立運動處方之前除了要知道處方對象本身有沒有心肺、骨關節、或系統功能問題,如狹心症、腦血管疾病、高血壓、糖尿病、高血脂症、或膝退化性關節炎等,可能會影響運動功能的疾病。還要知道運動者有哪些心臟疾病的危險因子,根據1993年美國國家膽固醇教育計畫(National Cholesterol Education Program)的專家會議所提,將危險因子詳列於表一[5]。因此處方之前需先篩選出前列疾病,並仔細診察處方對象。理想狀態下若同時有完整的心肺功能測試,心電圖檢查,體脂肪資料、以及血糖及血脂肪檢查,會更為完備。但通常情況是沒有檢查的資料,此時就只好憑專家們建議的事項進行處方。其次要注意的是處方目的為何?也就是開處方時要知道目的是增進心肺耐力,還是降低心臟疾病的危險因子,因為兩者的運動強度及持續運動時間是不同的。其實處方中最困擾的部份為運動強度,只要這部份小心處理,運動處方發生問題的機會不大。一個完整的運動處方需包括運動型態(Mode of exercise)、運動強度、運動頻率(Exercise frequency)、運動持續時間(Exercise duration)、及運動的進展(Rate of progression)。

運動的型態可以能量消耗的類別分如步行、跑步、游泳、及騎單車等以規律性運動為主的有氧運動,或以肌力訓練為主如重量訓練

表一：冠狀動脈疾病危險因子

危險因子	定義
負面	
家族史	父親或男性一等親於 55 歲以前有心肌梗塞、冠狀動脈復通術、或猝死。 母親或女性一等親在 65 歲前有上述情形
抽菸	現仍抽菸者或已戒菸 6 個月內者
高血壓	兩次以上不同時間測到收縮壓/舒張壓 > 140/90 mm-Hg
高膽固醇	低密度脂蛋白(DL)130 mg/dL 或血中膽固醇 > 200 mg/dL 或高密度脂蛋白(HDL)35 mg/dL 或已服用降血脂藥物者
糖耐受度	兩次以上不同時間測到飯前血糖 $\geq 110$ mg/dL
受損	肥胖
肥胖	體質量指數(BMI) > 30kg/m <sup>2</sup> 或腰圍 > 100 cm
靜態生活	一星期內進行中等運動強度時數低於 30 分鐘
模式	
保護因子	
高濃度高密度脂蛋白	高密度脂蛋白(HDL) > 60 mg/dL

等無氧運動。從心肺功能觀點來看,依據美國運動醫學會的分類,將運動型態分成三群:第一群為運動強度穩定,且個體間攝氧量變異性不大的運動型態,如步行、騎腳踏車;第二群為運動強度穩定,但個體間攝氧量的變異性會因技巧的差別而有不同的運動型態,如游泳、滑雪;第三類為運動強度及個體間攝氧量變異性都不穩定的運動,如各種球類運動。大致而言處方有氧運動及第一類型的運動既安全也較能促進心肺功能。運動強度其實是整個處方的精髓,處方運動強度的方法很多,有攝氧量、心跳次數、及病人主觀感受。依據 1998 年美國運動醫學會建議分成分為輕、中、重、極重四種強度。以攝氧量處方則為,低於 40%最大攝氧量,代表輕度運動;40-50%最大攝氧量,代表中度運動;50-85%最大攝氧量,代表重度運動;85%以上最大攝氧量,代表極重度運動。心跳可反映運動強度,故低於 55%最大心跳,代

表輕度運動；55-65%最大心跳，代表中度運動；65-90%之最大心跳，代表重度運動；90%以上之最大心跳，代表極重度運動。若有運動測試的結果，可以攝氧量為處方，單位為 L/min，數值再除以(3.5×體重)，則為 MET[6]，以心跳為處方，單位為次/min，方法較多。至於以那種強度為宜，需考量身體情況，及處方的目的，一般而言，為改善體適能強度可能需達重度以上，若只為降低心臟疾病危險因子，則輕至中等運動強度已足夠。現簡介如下：

$$\dot{V}O_2R = (\text{目標運動強度}) \times (\dot{V}O_{2\max} - \dot{V}O_{2\text{rest}}) + \dot{V}O_{2\text{rest}}$$

目標心跳=(目標運動強度)×(預估最大心跳)(Estimated Hrmax=220-Age)

目標保留心跳(Heart rate reserve; HRR)=(目標運動強度)×(HRmax-HRrest)+HRrest

有運動測試時，將心跳與攝氧量作圖，直接找出心跳與攝氧量的相關性

由於並非每位對象都接受過運動測試，因此運用各種心跳計算方法作為運動強度的處方，在臨床上較為實用且方便。以預估最大心跳方法處方時，需注意 70-85%的 HRmax 約等於 55-75%的最大攝氧量[7]。依據研究，以保留心跳處方的運動強度，幾與攝氧量完全相同[8]。由於運動者心跳會隨時間改變，故以心跳方式開立處方時需考慮心跳變異性，故常會處方一心跳範圍，通常是目標心跳的上、下 10%(見範例)。運用此方式作為運動強度的處方，需注意處方對象有無服用心跳抑制藥物，如β-blocker、毛地黃、或抗不整脈藥物。若有則考慮用 RPE(Rating of perceived exertion)的等級處方。通常 RPE 12-16 分，約等於中等運動強度，詳見表二[4]。運動持續時間除了運動本身外，還包括暖身(Warm-up)與緩和(Cool-down)運動的時間。暖身運動以 5 至 10 分鐘的柔軟操及伸展運動開始，之後展開 5 至 10 分鐘低強度運動。暖身運動後即進入目標強度的運動，由於個人需求及體能狀況不同，持續時間可從 20 至 60 分鐘不等。緊接規律運動後的緩和運動是相當重要的，它可降低運動後的低血壓、頭暈的

表二：運動強度與各方式處方間的關係

運動強度	保留心跳或保留攝氧量百分率	對應強度	
		預估最大心跳百分率	RPE
極輕	<20%	<35%	<10
輕	20-39%	35-54%	10-11
中	40-59%	55-69%	12-13
重	60-84%	70-89%	14-16
極重	≥85%	≥90%	17-19
極限	100%	100%	20

現象，促進散熱，加速移除肌肉中堆積的乳酸時間[9]，並降低腎上腺素上升後的危險性[10]。長短因人而異，不過一般而言在規律的運動期間後至少需 5 分鐘的緩和運動。依據美國運動醫學會建議，運動頻率依需求不同一星期為 3 到 5 次。例如當運動目的為降低心血管疾病時，一星期運動三次就夠了，但當目的為增進體適能時，一星期的運動次數為五次，甚至需天天運動。至於運動的進展因每人狀況不同，故進展快慢因人而異，不過有一原則需注意，在不改變原先運動強度情形下，先延長運動持續時間，無不良反應後再調高運動強度。筆者現舉例以供參考：

王老先生今年 70 歲，身體健康，退休後想維持體能，預防心血管疾病。休息時心跳為 70 下，血壓 130/80 mm-Hg。

運動處方

運動的型態：以在公園或學校操場等平地步行為主

運動強度：中等，每分 100 ~ 120 次心跳，約每秒踏 2 至 3 步的速度

$$\text{目標心跳} = 0.7 \times (220 - 70) = 105$$

$$\text{考慮心跳變異性，故加、減 10\%：} 105 \pm (105 \times 10\%) \cong 100 \sim 120$$

運動時間：

下肢伸展運動 5 分鐘

目標心跳運動時間 20 分鐘

緩和運動時間 5 分鐘

運動頻率：一星期三次

運動進展：一個月後，觀察反應再進行決定。

表三：老年人體適能變化

休息心跳	↔
最大心跳	↓
最大心輸出量	↓
休息及運動中血壓	↑
最大攝氧量	↓
肌力	↓
柔軟度	↓
體脂肪	↑

## 老年人運動處方之注意事項

經過上述介紹之後，實際上運動處方不是件難事。而老年人的運動處方在了解其生理變化後，也應該不是件難事。為想知道老化對人類心肺功能的影響之前，學者對老年人進行運動測試，普遍而言體適能有下降的情況[11]，變化內容詳列於表三。我們雖然知道這些趨勢，但由於每人老化程度不同，差異極大，詳細情況需由運動測試之後才知道。另一個需注意的是老年人常常會有慢性病，或活動力降低，最後導致體適能下降。所以處方時需考慮這點。至於處方原則請參考前段敘述，茲將注意事項列在下面：

運動型態：

1. 不能增加額外負擔於下肢骨關節
2. 以在平地步行運動為較佳的選擇
3. 可考慮水中運動及健身房用腳踏車

運動強度：

1. 由輕度運動強度開始
2. 僅需中等運動強度對老年人就能促進健康
3. 以測量到的最大心跳較以年齡預估的最大心跳為佳
4. 以最大心跳作為運動處方較以保留心跳者為佳[12]
5. 注意有無服用影響心跳的藥物

運動持續時間：

1. 運動效果會累積，故不必連續運動，可考慮短時間但一天多次的運動方式，如一次 10 分鐘，一天三次，也等於一天 30 分鐘的運動
2. 提高運動強度前，先增加運動持續時間

運動頻率：

1. 一星期至少三次，且須隔日運動

最後希望這簡短的介紹，能提供讀者對運動處方可以進一步理解，並將這些概念推廣至老年族群，使得老年人可以安全且有效的運動。

## 推薦讀物

1. 行政院主計處國家統計局。
2. Wilmore JH, Costill DL: Physiology of sport and exercise. Champaign; Human Kinetics, 1994.
3. Rochmis P, Blackburn H: Exercise tests: a survey of procedures, safety, and litigation experience in approximately 170,000 tests. JAMA 1971;217:1061-6.
4. Stuart RJ Jr, Ellestad MH: National survey of exercise stress testing facilities. Chest 1980;77:94-7.
5. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Summary of the second report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel II). JAMA 1993;269:3015-23.
6. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, et al: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. Med Sci Sports Exerc 1998;30:975-91.
7. Londeree BR, Ames SA: Trend analysis of the %VO<sub>2max</sub>-HR regression. Med Sci Sports Exerc 1976;8:122-5.
8. Karvonen M, Kenatala K, Mustala O: The effects of training on heart rate: a longitudinal study. Annales Medicinæ Experimentalis et Biologica Fennica 1957;35:307-15.
9. Belcastro AN, Bonen A: Lactic acid removal

- rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. *J Appl Physiol* 1975;39:932-6.
10. Dimsdale JE, Harley H, Guiney T, et al: Postexercise peril: plasma catecholamines and exercise. *JAMA* 1984;251:630-2.
11. Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, et al: Exercise standards. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1995;91:580-615.
12. Kohrt WM, Spina RJ, Holloszy JO, et al: Prescribing exercise intensity for older women. *J Am Geriatr Soc* 1998;46:129-33.