

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

太極氣功之耗氧量、耗能量、心肺功能反應與應用於提升心臟疾患活動耐力可行性之探討

Evaluation on oxygen consumption, energy expenditure and cardiopulmonary response of Tai Chi Qui Gong practice and its feasibility to promote activity tolerance of cardiopulmonary patients

計劃編號：NSC 89-2320-B-002-142

執行期間：自民國 88 年 8 月 1 日起至民國 89 年 7 月 31 日

計劃主持人：邱艷芬 執行單位：台大醫學院護理學系所

研究助理：曾秀媛，蔡佩純，許詩誼

摘 要

關鍵字：心肺復健，太極氣功，耗氧量、耗能量、心肺功能反應

本研究之主要目的即在評估中國傳統練身運動中，屬於較為和緩，並且融合肢體運動與吐納法(呼吸)之太極氣功，探討其對提升心臟疾患活動耐力之可行性，採描述性研究社計，選取演練太極氣功至少半年以上的人員共 49 名，在其演練三套 54 式之太極氣功時，以 AeroSport® K4 metabolic measurement system 配掛及腰間及覆蓋口鼻，做氣體之分析與消耗能量之測量，測量之生理變數包括：心跳率、心電圖、血壓、呼吸量、呼出氣中之 O_2 與 CO_2 濃度等，並自這些數據算出攝氧量及能量消耗量。結果發現太極氣功三套 54 式之每一招式之運動量約 3MET，屬輕度之運動，每一套 18 式，每一式約時 1 分鐘，一套演練完約耗能 60kcal。演練太極氣功時，心率、血壓、呼吸量、氧消耗量均有增加，運動後個案感覺輕鬆，屬正常的運動反應。演練太極氣功的耗能量男性高於女性，代謝當量在某些招式上男女有別。演練太極氣功的耗能量在老年人與非老年人沒有

明顯不同，但在換氣量的增加上，老年人明顯的高於非老年人。由於太極氣功運動量的和緩，運動方式簡單易行，包括呼吸訓練、上肢與下肢運動、活動中換氣訓練、與活動體態訓練，可以依個案體能狀況選擇搭配，是一個合適於心肺疾患的運動，尤其能明顯地增加老年人之換氣量，是一值得在老年族群中推廣的日常保健運動。

Abstract

Keywords: Tai Chi Qui Gong, oxygen consumption, cardiopulmonary rehabilitation, cardiopulmonary response, energy expenditure,

The purpose of this study is to evaluate the feasibility of applying an traditional Chinese exercise, Tai Chi Qui Gong (TCQG) which is a combination of Tai Chi Chung and Qui Gong in cardiac rehabilitation program. 49 TCQG practitioners were included in this study. Each subject put on AeroSport® K4 metabolic measurement system while doing TCQG to measure respiratory rate (RR), heart rate(HR), oxygen(O_2) and carbon dioxide(CO_2) concentration in the expired air in each stage of TCQG

practice. Minute ventilation, oxygen consumption, and energy expenditure were calculated by the measured data. Blood pressure(BP) and perceived exertion were also measured before and after practicing TCQG.

The results indicated that the exercise intensity of each TCQG step is about 3 MET and each step takes 1 minute to complete. There are 3 phases, and each phase is composed of 18 steps. The energy expenditure of each phase is about 60 kcal. HR, RR, BP, minute ventilation and oxygen consumptions increased in practicing TCQG. Subjects expressed comfortable after practicing TCQG. The energy expenditure is higher in male subjects. In several steps, the MET readings are different significantly between male and female subjects. There is no significant difference in energy expenditure between subjects with age greater than 65 and subjects with age less than 65. However, the elderly group had higher increase in minute ventilation than younger subjects.

The findings demonstrated that TCQG is a mild exercise. It includes respiratory exercise, trunk, arm and leg exercise, and breathing training during activities. TCQG can be an option to use as exercise program for cardiopulmonary rehabilitation as well as a good breathing exercise for pulmonary hygiene in the elderly. Based on the MET and energy expenditure data of each step of TCQG established in this study, an exercise program can be tailored to fit the activity tolerance of each individual.

前 言

心臟為人體推動循環之總樞紐，氧氣、養份與代謝廢物的運送仰賴心臟幫浦功能，心肌疾患與開心手術患者經常面臨活動耐力不佳，影響其生活品質甚巨。由於喘與疲倦的疾病經驗，心臟疾患對自己的活動耐力估低是可以理解的事情，但是靜態的生活將使心臟功能

更差，而且疾病經治療，活動耐力應可提升。因此，美國心臟醫學會一直鼓勵給予心臟患者運動訓練(1995)，以提升其心肺適能，增進活動耐力。然而，自美國引進之心臟復健之運動訓練常以跑步機、爬樓梯、有氧舞蹈方式進行，跑步機需要購置，置放需要空間，爬樓梯需考慮樓梯間之空氣品質，有氧舞蹈需要學習，也並不合適中老年人，使得這些活動無法在日常生活中進行；散步雖然對各年齡層均合適，但受到天候影響，天冷時節不宜中老年人心臟病患作戶外活動。因此，有必要研擬一套不必設備、不受空間限制、在日常生活中即可實行、對心肺功能具有保健效果、可提升心臟疾患活動耐力的運動方法，以供護理人員在病人出院前即予指導，也方便病人出院後可持之以恆的練習，以達復健與保健之目標。

本研究之主要目的即在評估中國傳統練身運動中，屬於較為和緩，並且融合肢體運動與吐納法(呼吸)之太極氣功，探討其對提升心臟疾患活動耐力之可行性，研究活動將包括：1).評估演練太極氣功之各階段，心率、血壓、呼吸量、氧消耗量之情形；2).計算演練太極氣功之各階段能量消耗情形，與心臟復健之代謝當量作比對，以方便臨床護理人員給予病人之指導；3).病患主觀體力狀態與每日繼續執行練習之可能性等，以評估在臨床以此項中國傳統練身運動提升心臟疾患活動耐力之可行性。

文 獻 查 證

McConnell, Laubach, & Clark (1995) 在其研究中指出心臟病人氧消耗量上升較慢，由健康人推衍出之氧消耗量公式高估心臟病患之氧消耗量；經過訓練心臟病患之氧消耗量並無明顯增加，而是每分鐘(minute ventilation)之換氣量明顯改善，增加其日常生活之活動耐力。因此，對於心臟病人之運動處方與運動量之計算，應另外加以評估；此外，外國人運動之心肺功能反應與耗氧情形與我

國人有點不同，His, Lan, Lai 等(1998)等曾加以評估，並指出應以心肺功能指標作為運動測試時之判斷標準。本研究將採該研究中心心肺功能之監測方法進行氧消耗量與能量消耗之評估，測量個案運行太極氣功時心肺功能反應與耗氧情形，以與美國運動醫學會及 Gordon 與 Scott(1995)所建議之達運動效果之運動量(300kcal/次，至少 700kcal/週)比較。

對心臟病患而言，復健之目標不在增加運動能力，提升日常生活活動耐力才是關心的重點。賴氏、藍氏等人的研究均以健康之中老年人為對象，其研究數據顯示了太極拳為中等強度之有氧運動，可以有效地維持及促進心肺功能。而氣功鍛鍊能刺激到副交感神經，讓內臟循環與蠕動增加，加上練氣功要求放鬆，排除雜念，因而降低了對外界刺激的反應(李，民 80)。從醫學的觀點，一旦外界刺激對大腦之干擾減少，提高神經系統協調能力，能增大肺活量及血管容量，增加營養輸入及循環之能力，促進了身體的健康。因此，將類似此種中國傳統健身運動引進心臟疾患的復健，應是一件值得評估與嘗試的探討。

太極氣功為由太極拳改良而來之氣功練法，除保留氣功原有之淨思、導引、吐納外，也有手、足、軀幹之動作，編成三套，每套十八式，演練過程全部以國樂為節律，配以口語引導招式之更換與呼吸之進行，每一招歷時 1 分鐘，為不同之肢體重複規律性動作，或動上肢或動下肢，配以左右轉身或俯仰軀體。每式動作，重覆六次，演練太極氣功之前有 5 分鐘之熱身操，活動關節溫熱肌肉；三套五十四式、加上開始前之關節操與之後之整理運動，約一小時可以作完。太極氣功每一套為獨立，間有休息，在音樂的引導下，至少間隔 2 分鐘，也可只作一套或兩套。由於動作簡單、慢且柔，容易學習，雖然動作慢且柔，但運氣時仍會有出汗現象，作時可依體力而為，不一定作完三套，但可依體力之增進，逐漸增加作的招式。

因此，太極氣功是一具有推展潛力，合適於各年齡層、個體力狀態的國民保健運動，國內目前尚無針對此氣功拳法評估其心率、血壓、氧合、心肺功能、能量消耗之評估。本研究將建立三套太極氣功十八式之運動量資料，測量每一招式、每一套、以及各招式連續程度之氧消耗量，並換算成 MET，以與美國心臟學會所建議心臟復健運動比對，提供臨床病患活動指導之參考。也將探討運習太極氣功時心肺功能的反應，以評估用於心臟疾患之安全性，方便臨床之應用。

研究方法

研究設計與樣本

本研究為描述性研究，選取演練太極氣功至少半年以上的人員，年齡性別不拘，在取得其同意後，接受演練太極氣功時的生理測量。本研究經洽太極氣功發展協會，由該協會發布消息徵求參予者，供徵得會員 49 名加入。

測量

本研究將採 Hsi, Lan 與 Lai(1998)研究中之對心肺功能之監測方法進行氧消耗量與能量消耗之評估方法，測量之生理變數包括：心跳率、血壓、呼吸量、呼出氣中之 O_2 與 CO_2 濃度等，並自這些數據算出耗氧量、及能量消耗量。測量之儀器以 AeroSport® K4 metabolic measurement system 做氣體之分析與消耗能量之測量。此儀器再測量時，在個案胸前綁上 EKG 貼條圈，在口鼻固定上氣密式面罩，面罩出口為氣體分析儀，心跳率、心電圖、呼吸量、呼出氣中之 O_2 與 CO_2 濃度等數據由腰間佩掛之發射器無線傳到電腦接受器，隨個案之運動即時顯示各測量值。基於儀器測量之需求，全程之運動中個案鼻腔貼起，以口呼吸。每一個案測量前機器需依當時之氣壓、溫度、溼度做校正，以確保氣體分析與能量消耗測量值之正確。

至於主觀疲倦感與自我效能則分別以美國心血管肺功能復健學會(American

Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation) 所建議之 Borg scale Rating of Perceived Exertion (Borg, 1970), 此量表邱氏(民 87)與鄭氏(民 88)均曾在國內用於運動研究之資料收集, 有良好之信效度。

結 果

個案之基本資料

本研究共測量 49 位練太極氣功者, 其中男 13 位女 36 位, 年齡 32 至 76 歲, 平均 60.7 ± 9.9 歲, 均無肺臟病史, 21 位有心臟疾病, 分別為冠心症 3 位, 心律不整 3 位、高血壓 15 位, 以藥物控制, 其中 11 位服有 β -blocker。練太極氣功的時間最少半年、最多十年, 平均 3.6 ± 2.6 年, 以每天作最多(33 位, 65%), 目前咳嗽佔少數(8 位, 16%), 有痰者只有 3 位, 測量時距最近一次進食時間以在 2~4 小時最多; 個案之基本資料列如表 1。接受測量之太極氣功套數以三套最多(47 位), 只作 1 套之一個案乃因未進食時間長達 18 小時, 研究者雖如其意願讓他參加測驗, 但看其於作完第一套後冒冷汗, 堅持令其中止; 另一個案因不適應面罩覆蓋口鼻及用口呼吸, 無法作完第二套即止。

演練太極氣功各招式之心肺功能改變與能量消耗情形

太極氣功共有 54 招式, 分為三套, 各招式在演練時皆引起心肺功能反映及能量消耗。由於在演練太極氣功時, 個案呼吸可能由音樂引導, 本研究以其換氣量之改變反映呼吸功能之改變; 個案之心臟功能改變則由貼於胸壁之心電圖電極貼片監測心跳速率改變反映。在三套共 54 招之演練太極氣功時, 個案之換氣量及心跳速率隨時改變, 換氣量以累計一分鐘之呼吸量、心跳率以各招結束時監測所得之心跳率做紀錄, 將換氣量及心跳率與休息狀態下相減, 以所得差值反應改變量之大小。各招式演練情形及換氣量、心跳率變化、耗氧量、耗能量、及代謝當量分別如表 2, 表 3 及表 4。

演練完三套太極氣功後個案之心肺功能及疲倦感

打完三套 54 招太極氣功後, 心跳速率增加(由 77.8 ± 9.4 升至 95.1 ± 13.4), 呼吸速率增加(由 18.6 ± 3.1 升至 24.8 ± 3.6), 收縮壓上升(由 134.4 ± 23.7 升至 144.2 ± 21.4), 舒張壓上升(由 80.6 ± 11.4 升至 85.1 ± 10.4), 自覺疲憊度略增, 從一點也不(0)增為輕鬆但不費力(1.8 ± 1), 以 paired t-test 加以檢定, 皆具統計意義($p < 0.05$)。

演練太極氣功各招式換氣量之情形

表 5 列出演練太極氣功各套換氣量情形, 由表可以看出打第一套時換氣量平均 20.1 ± 5.7 L/min, 範圍 9.4-36.4 L/min; 打第二套時換氣量平均 21.1 ± 5.1 L/min, 範圍 14.1-35.4 L/min; 打第三套時換氣量平均 21.7 ± 5.2 L/min, 範圍 14.6-35.9 L/min; 各套各招式平均換氣量相差不具統計意義($p > 0.05$), 但個案間差異大, 以第一套時為最。換氣量增加最少者為第一套第 9 招「轉腰推掌」3.0 L/min, 增加最多者為第三套第 9 招「歡天喜氣益睡眠」11.3 L/min, 做完三套換氣量平均增加 6.9 ± 5.5 L/min, 三套間之差異具有統計上之意義($p < 0.05$)。

演練太極氣功各招式耗氧之情形

由表 5 可以看出打太極氣功第一套時耗氧量平均 10.7 ± 3.0 ml/min/kg, 第二套時耗氧量平均 10.4 ± 3.4 ml/min/kg, 第三套時耗氧量平均 11.3 ± 2.4 ml/min/kg, 各套各招式平均耗氧量相差不具統計意義($p > 0.05$), 但個案間差異大, 以第二套時為最。

而以運動當量 1 MET = 3.5 ml/min/kg 換算, 由表 5 可知太極氣功的運動量約 MET, 運動量最大之招式為第三套第 17 招「歡天喜氣益睡眠」, 約為 4.3 MET, 運動量最小之招式為第三套第 1 招「頂天立地疏經股」, 約為 2.5 MET。

演練太極氣功各招式能量消耗之情形

表 5 列出演練太極氣功各招式能量消耗情形。由表 5 可以看出, 打第一套時能

量消耗 59.2 ± 18.9 kcal，打第二套時能量消耗 61.8 ± 19.1 kcal，打第三套時能量消耗 64.2 ± 14.4 kcal，；三套打下來總能量消耗 190.1 ± 42.7 kcal，範圍 138.1-300.2 kcal。三套間能量消耗總量相差不具統計意義($p > 0.05$)，但個案間差異大，以第二套時為最。

演練太極氣功之心肺功能反應與能量消耗在性別上的差異

檢視男女性別在演練太極氣功時換氣量、耗氧量與能量消耗在性別上的差異，結果如表 6。由表 6 可知：發現在換氣量的增加上，雖然男性比女性有較大之換氣量增加，但不具統計意義($p > 0.05$)；無論在那個招式，男性之能量消耗皆大於女性，且具有統計意義($p < 0.05$)；至於各個招式之耗氧量(代謝當量)，男性之耗氧量(代謝當量)皆大於女性，有的招式具有統計意義，有的則否。進一步檢視各招式耗氧量(代謝當量)在性別上的差異，結果發現代謝當量因性別而有統計上差異之招數為：第一套之第 11、15 招，第二套之第 1、14、15 招，及第三套之第 5、7、8、11、12、13、15、16 招。

演練太極氣功之心肺功能反應與能量消耗在年齡上的差異

將個案以年齡 65 歲分為老年組與非老年組，檢視男女性別在演練太極氣功時換氣量、耗氧量與能量消耗在年齡上的差異，結果如表 7。由表 7 可知：在能量消耗與耗氧量(代謝當量)上，老年組與非老年組的差異不具統計意義($p > 0.05$)；但在換氣量的增加上，老年組比非老年組有較大之換氣量增加量，且具統計意義($p < 0.05$)。進一步檢視各招式換氣量增加量在年齡上的差異，結果發現換氣量增加量在年齡有統計上差異之招數為：第一套之第 8、12、13、14、15、17 招，第二套之第 5、7、8、9、10、13、14、15、16、17、18 招，及第三套之第 5、6、9、10、13、14、17 招。

討論

在本研究中，演練完三套 54 招太極氣功，個案之心跳速率、呼吸速率、收縮壓、舒張壓之增加雖具統計意義，但仍在正常範圍，應屬運動之正常反應。由其演練起太極氣功均表現神色自若，不但不見疲倦感，甚而表示更加輕鬆與清醒，依據 Pollock & Willmore, (1990) 的標準，這是最合適的運動強度。可見太極氣功在年輕人、中年人、老年人之合適性，為值得推廣之運動。

在太極氣功之 54 個招式中，換氣量與休息狀態下相比較，增加最少者為第一套第 9 招「轉腰推掌」3.0 L/min，增加最多者為第三套第 9 招「歡天喜氣益睡眠」11.3 L/min，在換氣量增加最少的 10 個招式中，7 個屬第一套，2 個屬第二套之始，1 個屬第三套之始；而換氣量增加最多的 10 個招式中，8 個屬於動作較大之第三套，但排名第 9、10 的兩招屬於動作和緩之第二套，分析其動作，此兩招與排名第 7、8 之第三套的兩招類似，均屬動作慢之手臂與軀幹轉動，在音樂之引導下作長呼吸。做完三套換氣量平均增加 6.9 ± 5.5 L/min，其中做完第一套平均增加最少，，做完第三套平均增加最多，三套間之差異雖然具有統計上之意義($p < 0.05$)，但由於連續作下來，也可能是運動量累積之效果，使後來之招式運動量較大。整體而言，太極氣功的招式由緩而急、由小動作而大動作，藉著和緩與大動作之穿插搭配，使身體不累，而以身體動作與音樂引導，具有訓練呼吸之功能。

由表 2,3,4,5 可知太極氣功的運動量約在 3MET 左右，運動量最大之招式為第三套第 17 招「歡天喜氣益睡眠」，約為 4.3 MET，運動量最小之招式為第三套第 1 招「頂天立地疏經股」，約為 2.5 MET，如此和緩之運動量，十分合適穩定期之心肺患者；而由其能量消耗總量看(表 5)，每一套 60kcal 左右之能量消耗，病患可依其體力選做套數，也可只做幾招，依所做招數累計運動量。如此的彈性使太極氣功在運用於心肺疾患的復健上可以循序漸

進，而達每次運動 300kcal，每週 2000kcal 的訓練目標(Gordon & Scott, 1995)。

由於能量消耗與體重有關，在本研究中男性體型比女性體型大(體重 70.8 ± 6.9 kg v.s. 61.0 ± 10.1 kg, $p=0.00$)，顯示之演練太極氣功時男性之能量消耗皆大於女性是必然之結果；而某些招式之代謝當量男性明顯的高於女性應與體重無關，是否因為性別差異在運動時運用的肌肉有別，或是其他因素造成，在本研究中尚無法得知。然而代謝當量在男性與女性有所不同的現象，未來在依據個案心肺功能設計活動時必須加以考量。

表 7 顯示能量消耗在 65 歲以上或以下無明顯差別，在換氣量的增加上，65 歲以上或以下有明顯差別($p<0.05$)，此現象表示演練太極氣功對老年人在心肺復健效果上太極氣功不因年齡不同而有所不同；但是在老年人肺部保健之效果比非老年人意義大。老年人由於胸廓與肺組織之順從性降低，肺泡數減少，造成換氣量減少，痰液之排除功能降低，容易發生肺炎；太極氣功之運動劇烈程度不大(3MET，見表 5)，既然能增加老年人的換氣量，應是值得向老年人推廣的日常保健運動。

運動訓練的效果上，上肢之運動訓練在於促進呼吸能力，下肢之運動訓練在於促進活動能力，上肢不支托之運動訓練優於支托者(Bach, 1996)。太極氣功共有三套，每套十八式，為不同之肢體重複規律性動作，或動上肢或動下肢，配以左右轉身或俯仰軀體，演練過程全部以國樂為節律，配以口語引導招式之更換與呼吸之進行。一個合適於心肺疾患的運動，必需包括呼吸訓練、上肢與下肢運動、活動中換氣訓練、與活動體態訓練，更重要的，運動方式必需簡單易行，容易融入生活中，在這些條件上，太極氣功具備各項優點。

結論

太極氣功十八式是融合肢體運動與吐納法(呼吸)之中國傳統練身運動，其每一招式之運動量約 3MET，屬輕度之運動，每一套有 18 式，每一式約時 1

分鐘，一套演練完約耗能 60kcal。演練太極氣功時，心率、血壓、呼吸量、氧消耗量均有增加，運動後個案感覺輕鬆，屬正常的運動反應。演練太極氣功的耗能量男性高於女性，應是體重不同所致；代謝當量在某些招式上男女有別，其原因尚未能推定。演練太極氣功的耗能量在老年人與非老年人沒有明顯不同，但在換氣量的增加上，老年人明顯的高於非老年人。由於太極氣功運動量的和緩，為不同之肢體重複規律性動作，或動上肢或動下肢，配以左右轉身或俯仰軀體，運動方式簡單易行，共有 54 種招式，包括呼吸訓練、上肢與下肢運動、活動中換氣訓練、與活動體態訓練，可以依個案體能狀況選擇搭配，是一個合適於心肺疾患的運動，尤其能明顯地增加老年人之換氣量，是一值得在老年族群中推廣的日常保健運動。

重要參考文獻

- 李嗣渟。(民 80)。氣功的科學觀。科學發展月刊，19(8)，1054-1059。
- 藍青，賴金鑫 連倚南 (民 82) 太極拳訓練對初學者心肺功能之促進效果
國術研究 第二期 p.53-62。
- 蔡仁貞 (民 85) 冠狀動脈病患疲憊感受度、運動耐力、與日常活動量之探討，護理研究，4(4) 312-320。
- 邱艷芬(民 87) 規畫性運動對高血壓患者血壓控制與心肺適能促進效果之探討，國科會研究報告，NSC 87-2314-B-002-358
- 鄭琦 (民 88) 冠狀動脈繞道手術患者最大攝氧量、自覺體能效度及生活品質之探討，護理研究，7(in revision)。
- Bach JR (1996). Rehabilitation of the patient with respiratory dysfunction. Rehabilitation Medicine: Principle and practice. Third edition
- Fletcher, G.F., Balady, G., Froelicher, V.F., Hartley L.H., Haskell, W.L. & Pollock, M.L. (1995). Exercise standard: A statement for healthcare

- professionals from the American Heart Association. Circulation, 91(2), 580-613.
- Gordon, N. F., & Scott, C. B. (1995). Exercise intensity prescription in cardiovascular disease: theoretical basis for anaerobic threshold determination. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation, 15(3), 193-196.
- Hsi WL, Lan C. Lai JS. (1998) Normal standards for cardiopulmonary responses to exercise using a cycle ergometer test. Journal of the Formosan Medical Association, 97(5), 315-22.
- Lai, J.S., Wong, M.K., Lan, C., Chong, C.K. & Lien, I.N. (1993). Cardiorespiratory responses of Tai Chi Chuan practitioners and sedentary subjects during cycle ergometry. Journal of the Formosan Medical Association, 92(10):894-899.
- Lai JS. Lan C. Wong MK. Teng SH. (1995) Two-year trends in cardiorespiratory function among older Tai Chi Chuan practitioners and sedentary subjects. Journal of the American Geriatrics Society. 43(11), 1222-7.
- Lan C. Lai JS. Wong MK. Yu ML (1996). Cardiorespiratory function, flexibility, and body composition among geriatric Tai Chi Chuan practitioners. Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 77(6), 612-6.
- Lan C. Lai JS. Chen SY. Wong MK. (1998) 12-month Tai Chi training in the elderly: its effect on health fitness. Medicine & Science in Sports & Exercise, 30(3), 345-51.
- McConnell, T. R., Laubach, C. A., & Clark, B. A. (1995). Value of gas exchange analysis in heart disease. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation, 15(4), 257-261.
- Novtisky, S., Segal, K.R., Chatr-Aryamontri, B., Guvakov, D. & Katch, V.L. (1995). Validity of a new portable indirect calorimeter: the AeroSport TEEM 100. European Journal of Applying Physiology, 70, 462-467.
- Pashkow, P., Ades, P. A., Emery, C. F., Frid, D. J., Miller, N. H., Peske, G., Reardon, J. Z., Schiffert, J. H., Southard, D., & ZuWallack, R. L. (1995). Outcome measurement in cardiac and pulmonary rehabilitation: by the AACVPR outcomes committee. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation, 15(6), 394-405.
- Stringer, W.W., Hansen, J.E., Wasserman, K. (1997). Cardiac output estimation noninvasively from oxygen uptake during exercise. Journal of Applied Physiology, 82(3), 908-912.

表 1、個案基本資料

性別		做太極氣功頻率	
男	13 (27%)	每天做	33 (67%)
女	36 (73%)	一周五次	1 (2%)
		無規律	3 (6%)
		未答	12 (25%)
肺臟病史		抽煙情形	
無	49(100%)	不抽煙	44 (90%)
有	0 (0%)	有抽煙但已戒菸	4 (8%)
		目前有在抽煙	1 (2%)
心臟病史		抽煙史	
無	28 (57%)	不抽煙	43 (88%)
CAD	3 (6%)	5 年以下	1 (2%)
Arrhythmia	3 (6%)	5~10 年	2 (4%)
Hypertension	15 (31%)	10 年以上	3 (6%)
使用 β -blocker		咳嗽及痰液情形	
無	38 (78%)	目前無	41 (84%)
有	11 (22%)	有咳嗽但沒有痰	5 (10%)
		有咳嗽也有痰	3 (6%)

	Mean	SD	Minimum	Maximum
年齡	60.7	9.9	32	76
BMI	25.6	3.8	15	37
做太極氣功的時間	3.6	2.6	0.5	10
距離上次進食時間	5.8	4.3	1	18
測試前之心跳速率	77.8	9.4	60	111
測試後之心跳速率	95.1	13.4	70	124
測試前之呼吸速率	18.6	3.1	12	28
測試後之呼吸速率	24.8	3.6	16	32
測試前之收縮壓	134.4	23.7	94	210
測試後之收縮壓	144.2	21.5	102	218
測試前之舒張壓	80.6	11.4	56	111
測試後之舒張壓	85.1	10.4	60	110
測試前之自覺疲憊度	0	0	0	0
測試後之自覺疲憊度	1.8	1	0	5

表 2、太極氣功十八式第一套各招式換氣量與耗能情形

(N=47)

	心跳增加量(bpm)	換氣量增加量 (L/min)	耗氣量(L/min/kg)	能量消耗(Kcal)	代謝當量 (MET)
1.起勢調息	18.7±14.0	5.8±11.1	10.4±6.4	3.1±2.0	2.91±1.96
2.開闔胸懷	20.1±13.9	3.9±9.7	11.5±5.7	3.4±1.6	3.07±1.64
3.揮舞彩虹	19.0±18.0	3.1±10.7	10.9±5.2	4.9±11.0	2.94±1.46
4.輪臂分雲	20.6±13.9	4.8±12.4	13.0±11.9	3.6±2.7	3.46±3.22
5.定步倒捲肱	20.7±13.6	4.3±9.6	11.8±8.1	3.4±1.9	3.14±0.28
6.湖心划船	21.1±13.7	5.0±7.4	11.8±3.4	3.5±1.1	3.18±1.09
7.肩前托球	21.1±13.0	4.6±7.5	11.0±4.0	3.2±1.1	3.00±1.19
8.轉體望月	18.9±13.0	4.5±5.9	11.3±4.0	3.3±1.1	3.09±1.21
9.轉腰推掌	17.4±12.5	3.0±7.9	10.0±3.0	2.9±0.9	2.72±0.99
10.馬步雲手	18.7±12.9	5.3±9.6	10.7±5.5	3.2±1.5	2.97±1.59
11.撈海觀月	22.3±13.1	6.5±6.4	12.2±3.3	3.6±1.0	3.31±1.08
12.推波助浪	24.3±13.8	7.5±6.7	12.2±3.1	3.6±0.9	3.32±1.09
13.飛鶴展翅	24.1±13.3	7.0±6.6	11.6±3.2	3.4±0.8	3.20±1.06
14.身臂衝拳	24.1±13.3	6.3±7.2	11.0±3.0	3.2±0.8	3.02±0.98
15.大雁飛翔	26.8±14.0	6.6±6.7	11.7±3.1	3.5±1.0	3.18±1.02
16.環轉飛輪	25.3±13.3	7.6±6.5	12.5±3.9	3.7±1.2	3.50±1.12
17.踏步拍球	23.8±12.3	7.4±7.2	12.0±3.3	3.6±1.0	3.30±1.14
18.按掌平氣	22.1±12.6	5.7±8.2	11.9±6.0	3.5±1.5	3.17±1.62

表 3、太極氣功十八式第二套各招式換氣量與耗能情形

(N=47)

	心跳增加量(bpm)	換氣量增加量 (L/min)	耗氣量(L/min/kg)	能量消耗(Kcal)	代謝當量 (MET)
1.起勢調息	21.5±13.1	3.8±7.8	9.5±3.7	2.9±1.2	2.56±1.14
2.運轉週天	22.6±13.4	4.8±7.6	12.8±12.1	3.8±3.6	3.34±3.28
3.風擺楊柳	24.2±14.1	6.4±7.4	12.1±4.3	3.5±1.1	3.20±1.33
4.海底探針	25.8±13.7	6.7±7.5	12.4±5.6	3.6±1.6	3.29±1.64
5.漁翁撒網	22.9±13.3	5.3±5.7	11.5±3.9	3.3±0.9	3.14±1.20
6.仙人指路	24.3±13.4	7.3±6.3	12.5±4.0	3.7±0.9	3.33±1.26
7.頑童蹬腿	26.2±14.3	7.6±6.2	11.8±3.2	3.5±0.9	3.19±1.10
8.仙鶴拜月	27.4±14.5	7.3±6.8	11.9±2.8	3.5±0.8	3.21±0.99
9.黃龍探掌	27.7±14.4	8.1±7.4	12.3±3.2	3.7±1.1	3.33±1.11
10.拉弓射鵰	27.2±14.9	6.6±7.1	11.9±3.0	3.6±1.0	3.20±1.07
11.雙龍出海	27.7±14.7	7.6±8.6	12.6±6.9	3.7±1.6	3.38±1.96
12.碧波蕩漾	28.8±14.9	7.9±7.2	12.7±3.4	3.8±1.0	3.38±1.20
13.獅子戲球	26.9±14.8	7.0±8.0	12.3±3.5	3.6±1.0	3.29±1.17
14.懷中抱月	25.2±14.9	5.6±6.9	11.2±4.1	3.4±1.3	3.07±1.28
15.鳳凰展翅	25.1±14.4	6.2±7.9	11.4±3.1	3.4±0.9	3.09±1.09
16.雙峰貫耳	26.2±14.9	6.5±6.8	11.3±2.9	3.4±0.9	3.06±1.02
17.丹田運氣	24.7±14.7	5.1±7.1	10.0±2.9	3.0±0.9	2.74±0.99
18.推掌平氣	24.7±14.6	5.3±6.9	10.0±3.3	3.0±0.9	2.73±1.04

表 4、太極氣功十八式第三套各招式換氣量與耗能情形

(N=47)

	心跳增加量(bpm)	換氣量增加量 (L/min)	耗氧量(L/min/kg)	能量消耗(Kcal)	代謝當量 (MET)
1.頂天立地疏經股	21.8±14.5	3.9±11.1	8.7±4.2	2.6±1.4	2.44±1.17
2.開闢胸懷強心肺	24.4±15.1	5.4±12.4	9.1±5.2	2.8±1.8	2.54±1.45
3.左右風擺健脾胃	26.9±15.0	5.8±6.7	10.6±3.7	3.1±1.0	2.88±1.06
4.荷花盛開去風濕	29.5±15.7	7.9±5.9	12.4±3.4	3.6±1.0	3.46±1.03
5.增精補腎望夕陽	30.6±15.9	8.7±6.7	13.5±3.4	3.9±1.0	3.72±1.07
6.平肝健膽海底針	30.1±15.4	8.8±5.9	13.7±4.0	4.0±1.0	3.77±1.19
7.開天劈地健中樞	28.6±14.8	7.3±6.6	12.7±3.5	3.7±0.9	3.51±1.09
8.駕起衝拳展內力	26.7±14.4	6.9±6.3	11.8±3.3	3.4±1.0	3.35±1.01
9.合掌擠腰整脊柱	26.7±14.7	6.8±6.1	10.9±3.0	3.2±0.8	3.20±0.91
10.展翅飛翔活肩臂	28.4±15.8	7.2±5.3	11.0±2.7	3.2±0.8	3.05±0.48
11.野馬分鬃利糖尿	30.0±17.0	8.2±5.9	11.4±2.9	3.4±0.8	3.25±0.80
12.雙手推掌挺腰背	29.4±16.2	8.3±6.3	11.6±2.8	3.4±0.9	3.26±0.86
13.丹田按摩補腸胃	28.2±15.8	7.4±6.1	10.6±3.2	3.1±1.0	3.02±0.91
14.採入正氣去邪氣	28.7±15.7	7.0±5.3	11.0±2.8	3.3±0.9	3.07±0.83
15.通經活絡猛病根	30.3±15.5	8.4±5.6	13.0±3.9	3.8±1.1	3.63±1.11
16.周身運氣強身心	31.6±15.7	9.8±5.4	14.6±3.8	4.2±1.0	4.00±1.18
17.歡天喜氣益睡眠	33.2±15.6	11.3±5.9	15.1±3.7	4.4±1.0	4.22±1.11
18.按掌平氣樂滋滋	34.0±15.8	9.6±6.5	13.8±3.6	4.0±1.0	3.82±1.10

表 5：太極氣功十八式各套運動量及能量消耗情形

	換氣增加量(L/min)	耗氧量 (L/min/kg)	代謝當量(MET)	能量消耗 (kcal)
	各招平均	各招平均	各招平均	總 合
第一套	5.5±8.2	10.7±3.0	3.1±0.9	59.2±18.9
第二套	6.4±7.2	10.4±3.4	3.0±1.0	61.8±19.1
第三套	7.7±6.7	11.3±2.4	3.2±0.7	64.2±14.4
三套平均	6.5±7.4	10.8±2.9	3.1±0.9	61.7±17.5

表 6：演練太極氣功十八式心肺反應與能量消耗在性別上的差異：

	換氣增加量平均(L/min)		代謝當量平均 (MET)		能量消耗總合 (Kcal)	
	男生	女生	男生	女生	男生	女生
第一套	7.3±7.7	5.2±5.5	3.3±0.9	3.0±0.8	74.6±21.3	56.7±15.6
	p=0.336		p=0.336		p=0.03	
第二套	7.6±8.5	6.0±5.3	3.4±1.1	2.8±0.8	75.5±24.7	53.1±11.8
	p=0.445		p=0.053		p=0.07	
第三套	10.5±4.8	7.0±6.0	3.7±0.5	3.0±0.6	82.0±10.8	57.7±9.2
	p=0.117		p=0.015		p=0.00	
三套平均	9.6±4.2	6.0±1.0	3.6 ±0.5	3.0 ±0.7	80.6±35.8	57.0±26.0
	p=0.087		p=0.015		p=0.00	

表 7. 演練太極氣功十八式心肺反應與能量消耗在年齡上的差異

	換氣增加量平均 (L/min)		代謝當量平均 (MET)		能量消耗總合 (Kcal)	
	< 65 歲	≥ 65 歲	<65 歲	≥ 65 歲	< 65 歲	≥ 65 歲
第一套	4.0±7.5	7.6±3.4	3.0±0.9	3.2±0.8	61.3±21.0	62.4±17.1
	p=0.051		p=0.351		p=0.848	
第二套	4.3±7.6	8.5±3.4	2.9±1.0	3.1±1.0	57.8±18.1	60.7±20.0
	p=0.022		p=0.471		p=0.594	
第三套	5.9±6.9	9.7±3.8	3.2±0.7	3.3±0.7	63.5±14.0	64.9±15.2
	p=0.045		p=0.472		p=0.770	
三套平均	5.2±6.6	8.5±3.5	3.1±0.7	3.2±0.7	63.5±38.7	63.1±47.6
	p=0.609		p=0.923		p=0.069	