

太極拳運動前後脈搏波及血液流體力學之變化

呂萬安^{1, 3, 4, 5}、陳旺全^{1, 6}、王俊雄^{2, 7}

目的：本研究探討太極拳運動對脈搏波及血液流體力學的效應。**方法：**20位太極拳訓練者以及20位未曾打過太極拳者參與本研究，利用電腦心脈儀（DynaPulse 200M）對太極拳運動前後及對照組進行血壓量測，並進行脈波之分析，太極拳組於測量前先休息20分鐘，然後進行第一次量測，結束以後開始進行老架楊式太極拳運動40分鐘，打完太極拳後休息30分鐘再進行第二次量測。**結果：**太極拳組以及對照組兩組之間除了太極拳齡具有統計學上的顯著差異之外，其他的指標如年齡、性別、身高、體重及體質指數皆無顯著差異。血液流體力學方面，結果顯示太極拳組在未打太極拳之前的心跳速率大於對照組，且具有統計學上的顯著差異，其他的指標如收縮壓、舒張壓、平均動脈壓及脈壓皆無差異。太極拳組在未打太極拳之前脈搏波的重搏波位置（DW position）以及脈搏波上升起始點至脈搏波頂點的時間（UPTs）小於對照組，且具有統計學上的顯著差異。此外太極拳組在打完太極拳之後脈搏波在高壓所持續的時間（PPTs）小於未打太極拳之前，且具有統計學上的顯著差異。**結論：**太極拳運動可能對於增強心臟功能及血管順應性，並且降低血流阻力等多方面有助益，值得推薦給社區醫學中心作為預防醫學、防止老化與復健等多方應用。

關鍵詞：太極拳，脈搏波，重搏波，血液流體力學，動脈硬化症

北市醫學雜誌 2005; 2(8):

前 言

從健康促進的觀點而言，持續而規律的運動可以延緩老化，並減少慢性病的發生，有「減少罹病」（compression of morbidity 的效果^[1]。此外，運動可以促進中老年人的健康體能，維持其獨立生活的能力，並改善其生活品質。但是，上了年紀的人或是患有心臟病的人並不適合競速性或接觸性的運動。適合這些人的運動應具有低衝擊力、非接觸性且運動量穩定的特性。此外，這些運動應可促進心肺功能、肌耐力、柔軟度及

平衡性等健康體能要素。太極拳是一種中國傳統武術，柔和的動作中配合腹式呼吸，十分符合「均衡性運動」的觀念，在國內頗受中老年人的喜愛^[2]。從健康促進的觀點來看，太極拳合乎經濟與方便的原則，適合在社區中推廣。根據全世界有關太極拳的科學文獻報告指出太極拳可以增進身體的平衡能力^[3]、減少跌倒的機會^[4-6]、降低血壓及血脂肪^[7]、對於心血管系統有一定的改善效果^[8]、可改善內分泌和免疫功能^[9]等。此外，太極拳還可以降低焦慮、緊張、憂鬱和情緒障礙，對心理健康也有幫助^[10, 11]。可見有關太極拳

¹ 臺北市立聯合醫院仁愛院區中醫科、² 社區醫學部；³ 國立陽明大學傳統醫藥學研究所；⁴ 世新大學通識教育中心；⁵ 佛光人文社會學院生命學研究所；⁶ 夏威夷衛生科技大學；⁷ 國立聯合大學通識教育中心

受理日期：2005年1月4日；接受日期：2005年7月26日

通信作者：呂萬安，臺北市立聯合醫院仁愛院區中醫科，臺北市大安區106仁愛路四段10號

的科學研究仍屬非常有限。因此有更多的地方值得去研究與證實。

脈診是中醫獨特的診病方法，《傷寒論》記載診病必須脈症合參，可見脈診是中醫辨症論治中重要的一環，也是中醫四診中最難學習的部分^[12]。自宋朝以來歷代都有臨床醫師嘗試將脈診作客觀化的研究，但由於缺乏客觀的基礎，因此無法深入完整的記載下來。自1950年代以來大陸的學者利用科學方法脈搏描記技術進行脈波圖形化的研究，至今由於技術上的無法突破及電腦自動化的不足，使得脈診儀無法在臨床上廣泛運用。國內自1970年代起有許多學者結合電子、電腦技術以及生物物理學的專業知識進行脈診儀的研究與開發，其中論文發表於國際科學期刊上有魏氏^[13]、王氏^[14-16]及呂氏等^[17,18]，他們大多從能量頻普以及血液流體力學的觀念去探索中醫脈診的生理義涵且直接從臨床上獲得印證，雖然確實能獨到創見，自成一家之言，但仍有許多的疑問及盲點有待進一步的研究。電腦心脈儀(DynaPulse, Pulse Metric, Inc., San Diego, California)使用一般量血壓的脈壓帶(Cuff)，把脈波信息經過放大、數字化，然後經由電腦運算、分析、處理，同時顯示出脈搏波及血壓值，本儀器最大的特色是結合中醫把脈與現代醫學量血壓之原理，運用電腦對脈波圖形各個指標進行分析，使各個脈波圖形數據化，更能一目了然，為中醫脈診儀開啓另一新的研究方向^[19]。

據估計全世界練習太極拳的人超過一億，其中以華人為主^[20]。近年來，西方人對這種運動也產生興趣，學習的人有增加的趨勢。太極拳運動不受時間約束，不受空間太大限制，不需設備，不費金錢^[21]，且運動傷害很少，適合推廣作為國民的健身運動，尤其適合於中老年人。對於老年人口持續成長、醫療支出不斷增加的國家，太極拳作為社區預防醫學、防止老化與復健等多

方應用頗具潛力，但是，有關太極拳健身效果的科學研究仍相當缺乏，作者群希望能藉由本研究來探討太極拳對血液流體力學、脈搏波的促進效果，一方面建立太極拳科學的實證基礎，為國人建立以太極拳作為養生運動的可行性，另一方面利用電腦心脈儀對太極拳運動前後進行脈搏波分析，以幫助建立中醫脈搏波自動化診斷的價值。

材料與方法

一、受試者篩選及研究設計

對照組及太極拳組成員來自一般社區及社區太極拳訓練團體。至於對照組成員過去不會也不會打過太極拳，其生活方式與太極拳訓練者基本上相似。所有受測者都接受問卷調查，內容包括過去的醫藥紀錄以及生活史，並且所有受測者具備與一般人無甚差異的生活型態，且每日的活動不受到任何的限制。本研究已獲得仁愛醫院人體試驗委員會審核通過，所有試驗細節及步驟於試驗前都詳細告知並且獲得其本人簽署的同意書，參與者若有心肺疾病，或是糖尿病、高血壓而需長期服藥，或是腎臟病及肝病的患者，不列入本研究。

測量前24小時之內，不準飲用含有酒精或咖啡因成分的飲料，且不準打太極拳，測量前休息平躺20分鐘，然後進行電腦心脈儀第一次量測，結束以後開始打太極拳40分鐘，打完太極拳後休息30分鐘再進行第二次電腦心脈儀量測。本研究選擇架式較複雜，且運動量較高的老架楊式太極拳。此式太極拳共有64式^[20]。每次練習包括暖身運動10分鐘，練拳20分鐘及緩和運動10分鐘，打拳時，均由老師示範，並由錄音機撥放預錄的招式名稱，以求動作及時序一致。所有的過程都在上午九點至十一點間進行，所有測量的步驟都在一個安靜明亮的房間裡面完

成，房間溫度控制在攝氏 24 至 25 度之間。

二、儀器設備及量測

本院中醫科及心血管中心自 92 年 2 月起與心博健股份有限公司合作，進行中醫脈診自動化診斷之研究。我們利用心博健股份有限公司所出的電腦心脈儀(Dynapulse 200M)對太極拳運動前後進行血壓量測，並進行壓力波形(脈搏波形)之分析，本法具有快速、簡便且非侵入性的特點，適合運用在於臨床上，同時可量取血壓以及脈搏波，所有資料先儲存在個人電腦，再傳送至中心電腦完成運算與分析，以避免人為因素干擾。M.J.Budoff 等多位學者指出(Harbor-UCLA Center Research and Education Institute)血管擴張性扮演血管硬化的指標，受測人數 201 人，使用儀器 DynaPulse 2000A，結果顯示其測量結果與使用 EBT(Electron Beam Tomography)所得結果之相關性已達相關水準，文中更指出非侵入性的肱動脈血管擴張性量測，對探測動脈硬化症(arteriosclerosis)造成的血管硬化無臨床症狀的改變，有所幫助^[22]。我們將收縮壓的脈波圖定義為沉取的脈，舒張壓的脈波圖定義為浮取的脈，而平均壓的脈波圖定義為中取的脈，並估計一分鐘內產生單一脈波之個數即為脈波速率(以 PR 表示，單位：bpm)，進一步以電腦自動化計算出沉取脈波圖開始上升至上升支轉折點的時間(以 UUTs 表示，單位：sec)、沉取脈波圖開始上升至頂點的時間(以 UPTs 表示，單位：sec)及沉取脈波圖上升支轉折點與下降支轉折點之間的時間(以 PPTs 表示，單位：sec)。重搏波(反彈波)指標 1 是指舒張壓以下之脈波的反彈波高度之平均值(以 DW_h 表示，單位：mmHg)，重搏波指標 2 是指舒張壓以下之脈波的重搏波持續時間長度經修飾放大後之平均值(以 DW degree 表示，單位：無)，重搏波位置是指舒張壓之下的

脈波之重搏波位置的平均值，亦即重搏波起始點的高度與脈波高的比值之平均值(以 DW position 表示，單位：無)。血液流體力學的指標則包括心跳速率(以 HR 表示，單位：bpm)、收縮壓(以 SBP 表示，單位：mmHg)、舒張壓(以 DBP 表示，單位：mmHg)、平均動脈壓(以 MABP 表示，單位：mmHg)及脈壓(以 PP 表示，單位：mmHg)^[19]。

三、統計分析

本研究中，所有數值由電腦計算並以中位數(最小值~最大值)(Median (minimum~maximum))來表示。並以 Mann-Whitney rank sum test (SigmaStat statistical software, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 統計分析太極拳組與對照組之間的差異，以 Wilcoxon Signed rank test (SigmaStat statistical software, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 統計分析太極拳運動前、太極拳運動後的差異，凡 P 值小於 0.05 時，則認為其異差具有統計意義。

結 果

一、基本生理特徵

經過篩選共有 20 位太極拳訓練者(男性 10 人，女性 10 人)參與本研究，實際年齡從 26 歲至 74 歲(57.5 (26.0 ~ 74.0))，太極拳齡從 1 歲至 48 歲(3.0 (1.0 ~ 48.0))，平均每日練拳 1 小時，每週練拳 3 日以上。至於對照組成員同樣來自一般社區，過去不會也不曾打過太極拳，其生活方式與太極拳訓練者基本上相似，共有 20 位(男性 10 人，女性 10 人)，實際年齡從 50 歲至 71 歲(55.5 (50.0 ~ 71.0))。表一為太極拳組以及對照組的基本生理特徵，結果顯示太極拳組以及對照組兩組之間除了太極拳齡具有統計學上的顯著差

Table 1. Baseline characteristics of the TCC exercisers and the normal controls.

Baseline characteristic	Normal controls (n=20)	TCC practitioners (n=20)
Age (yrs)	55.5 (50.0~71.0)	57.5 26.0~74.0)
Gender (m/f)	10/10	10/10
Body weight (kg)	60.0 (45.0~82.0)	57.5 45.0~80.0)
Body height (cm)	161.0 (150.0~177.0)	162.5 147.0~178.0)
BMI (kg/m ²)	24.1 (15.9~28.4)	23.3(16.9~28.1)
Age of TCC training (yrs)	0.0 (0.0~0.0)	3.0(1.0~48.0)*

TCC, Tai Chi Chuan; BMI, body mass index; bpm, beats per minute. Data are listed as median (minimum ~ maximum).

*p<0.05 TCC group vs. control group (Mann-Whitney rank sum test).

異之外，其他的指標如生理年齡、性別、身高、體重及體質指數皆無顯著差異。

二、血液流體力學及脈搏波指標

表二為太極拳組未打太極拳之前、打太極拳之後以及對照組之間血液流體力學以及脈搏波的指標；在血液流體力學方面，結果顯示太極拳組在未打太極拳之前的心跳速率大於對照組，且具有統計學上的顯著差異，其他的指標如收縮壓、舒張壓、平均動脈壓及脈壓皆無差異。在脈搏波方面，結果顯示太極拳組在未打太極拳之前的脈波速率大於對照組，且具有統計學上的顯著差異；相反的，太極拳組在未打太極拳之前的DW position 以及UPTs小於對照組，且具有統計學上的顯著差異。至於太極拳組在打完太極拳之後的PPTs小於未打太極拳之前，且具有統計學上的顯著差異。

討 論

太極拳是傳統東方所謂身心協調、動作緩

慢卻又柔中帶剛的一種養生運動，它由一系列具有圓形、和諧以及放鬆的招式所組成。它的每一個招式都是由向心、離心（陰陽）兩種力道保持平衡，以形成圓弧動作^[20]。太極拳運動能夠明顯地增強人體下半身的強度，相反地上半身卻完全放鬆^[23-25]。太極拳具有以下許多有益的特點：第一，它不需要特別的工具、儀器及設備；第二，它不受時空的限制；第三，它不需要很高的技術和昂貴的金錢，容易在社區中推廣；第四，太極拳對於心肺功能與健康有促進的效果。

脈波之圖形與心臟的收縮功能、每次心輸出量(stroke volume)、動脈彈性、以及周邊血流阻力有密切的關係。一般而言當心臟收縮功能降低、動脈彈性變差或周邊血流阻力增大時則可出現至於UUTs、UPTs及PPTs延長（變大）的現象；相反地，若心臟收縮功能上升、血管彈性變佳或周邊血流阻力變小時則可出現UUTs、UPTs及PPTs縮短（變小）的現象。因此，我們可以由脈波的各個指標配合血液流體力學的指標了解或進一步預測受試者的心血管系統健康狀況^[19]。

Table 2. Hemodynamics and Dynapulse of the TCC exercisers and the normal controls.

Measures	Normal controls (n = 20)	Before TCC (n = 20)	After TCC (n = 20)
Hemodynamics			
HR (bpm)	61.0 (53.0~82.0)	74.5 (55.0~88.0)*	72.5 (53.0~91.0)
SBP (mmhg)	126.0 (88.0~171.0)	123.0 (103.0~158.0)	121.5(100.0~150.0)
DBP (mmhg)	69.0 (47.0~92.0)	68.0 (55.0~92.0)	68.5 (60.0~88.0)
MABP (mmhg)	85.0 (69.0~114.0)	86.0 (73.0~106.0)	85.0 (76.0~102.0)
PP (mmhg)	54.0 (41.0~89.0)	53.0 (37.0~92.0)	51.0 (25.0~81.0)
Dynapulse			
PR (bpm)	61.0 (53.0~82.0)	74.5 (55.0~88.0)*	72.5 (53.0~91.0)
DWh (mmhg)	0.00 (0.00~2.14)	0.00 (0.00~0.60)	0.00 (0.00~0.75)
DW degree	6533 (2139~27647)	7421 (1341~22057)	7638 (2111~16807)
DW position	0.30 (0.17~0.44)	0.21 (0.02~0.59)*	0.26 (0.05~0.44)
UUTs (sec)	0.10 (0.04~0.14)	0.08 (0.04~0.18)	0.06(0.04~0.14)
UPTs (sec)	0.17 (0.10~0.32)	0.14 (0.08~0.78)*	0.13 (0.08~0.22)
PPTs (sec)	0.15 (0.02~0.28)	0.16 (0.08~0.24)	0.12 (0.04~0.24)†

TCC, Tai Chi Chuan; HR, heart rate; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; MABP, mean arterial blood pressure; PP, pulse pressure; PR, pulse rate; DWh, index 1 of dicrotic notch; DW degree, index 2 of dicrotic notch; DW position, position of dicrotic notch; UUTs, time distance of u in sink pulse; UPTs, time distance of up in sink pulse; PPTs, time distance of p in sink pulse; bpm, beats per minute. Data are listed as median (minimum ~ maximum).

*p<0.05 Before TCC vs. control group (Mann-Whitney rank sum test).

†p<0.05 After TCC vs. before TCC (Wilcoxon Signed rank test).

重搏波位置(DW position)與左心室射出時間成正比，但與左心室收縮力成反比。因此，當左心室收縮力強、左心室射出時間短(心跳快)，重搏波位置降低變小。反之，左心室收縮力弱、心跳慢時，重搏波位置增高變大^[19]。本研究太極拳組在未打太極拳之前的心跳速率及脈波速率大於對照組，且 DW position 小於對照組，這三個結果相吻合，並顯示太極拳訓練者平常的左心室收縮功能比平常沒有打太極拳者左心室的收縮功

能要好。UP時距(UPTs)代表脈搏波上升起始點至脈搏波頂點的時間，UP時距與心臟收縮力、一次心搏出量及血管順應性(彈性)成反比，但與血流阻力成正比。因此，當心臟收縮力降低、一次心搏出量減少、血管順應性降低或血流阻力變大時，UP時距會延長變大^[19]。太極拳組在未打太極拳之前的UPTs小於對照組，這個結果顯示太極拳訓練者平常的心臟收縮力、一次心搏出量及血管順應性都要比沒有打太極拳者的心臟收

縮力、一次心搏出量及血管順應性要來得好，而且太極拳訓練者平常的心血管系統之血流阻力要比沒有打太極拳者來的低。P時距(PPTs)代表脈搏波在高壓所持續的時間，P時距與血流阻力成正比，但與左心室收縮力、一次心搏出量及肱動脈血管順應性成反比。因此，當血流阻力降低、左心室收縮力增強或一次心搏出量增加時，P時距會縮短變小^[19]。太極拳組在打完太極拳之後的PPTs小於未打太極拳之前，這個結果顯示太極拳訓練者經過40分鐘的太極拳運動後左心室收縮力、一次心搏出量及肱動脈血管順應性都增強，而且明顯的血流阻力降低。

綜合上述臨床實驗結果顯示，平常有打太極拳運動的人，無論心臟的功能方面，血管的彈性或是血流的阻力方面都要比沒有打太極拳運動的人要好，40分鐘的太極拳運動確實能夠增強心臟的功能以及血管的彈性，並且降低血流的阻力；此外從本研究我們也發現，打完太極拳之後訓練者的收縮壓及脈壓都有下降，但是統計學上沒有明顯的差異；太極拳訓練者在尚未打太極拳的收縮壓、舒張壓、平均動脈壓以及脈壓都較對照組為低，但不具有統計學上的差異，顯示脈搏波各類指標似乎比血液流體力學的指標更為敏感，值得醫學界及科學界進一步的研究與開發。

綜觀之，太極拳運動不受時間約束，不受空間限制，不需設備，不費金錢，且運動傷害很少、沒有競速性及接觸性、單獨運動或團體運動都行、男女老少皆合宜，適合推廣作為國民的健身運動，尤其適合於中老年人。對於老年人口持續成長，醫療支出不斷增加的台灣，太極拳運動作為社區預防醫學、防止老化與復健等多方應用頗具潛力。當然，對於這種傳統運動，尚待今後更多、更新的研究方法與有心人士的投入，以建

立其科學的實證基礎。

誌謝

本研究獲得台北市中醫師公會研究計畫經費支持（計劃編號：TPCMA/2004_2），在此致最大謝意。

參考文獻

1. Vita AJ, et al: Aging, health risks, and cumulative disability. *N Engl J Med* 1998; 338:1035.
2. 張肇平：太極拳新論。台北合祥印刷有限公司，1998。
3. Tse SK, Bailey DM: Tai Chi and postural control in the well elderly. *Am J Occup Ther* 1992; 46: 295-300.
4. Wolf SL, Barnhart HX, Kuntner NG, et al: Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of Tai Chi and computerized balance training. *J Am Geriatr Soc* 1996; 44:489-97.
5. Wolfson LI, Whipple R, Derby C, et al: Balance and strength training in older adults: intervention gains and Tai Chi maintenance. *J Am Geriatr Soc* 1996; 44:498-506.
6. Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC: The effects of exercise on falls in elderly patients. *JAMA* 1995; 273:1341-7.
7. Xu SW, Fan ZH: Physiological studies of Tai Ji Quan in China. *China Sports Med* 1988; 28: 70-80.
8. Xu SW, Wang WJ: A study of the effect of Tai Ji Quan on endocrinology. *Chin J Sports Med* 1986; 5:150-1.
9. Sun XS, Xu YG, Xia YJ: Determination of E-

- rosette-forming lymphocyte in aged subjects with Tai Ji Quan exercise. *Int J Sports Med* 1989; 10: 217-9.
10. Jin PT: Changes in heart rate, noradrenaline, cortisol and mood during Tai Chi. *J Psychosom Res* 1989; 33:197-206.
 11. Jin PT: Efficacy of Tai Chi, brisk walking, meditation, and reading in reducing mental and emotional stress. *J Psychosom Res* 1992; 36: 361-70.
 12. 戴新民：傷寒論臨床研究。台北啓業書局，1986。
 13. Lee CT, Wei LY: Spectrum analysis of human pulse. *IEEE Trans Biomed Eng (United States)* 1983; 30:348-52.
 14. Wang WK, Wang Lin YY, Hsu TL: Some foundation of pulse feeling in Chinese medicine. In: *Biomedical Engineering-An International Symposium*. Washington DC: Hemisphere, 1989: 268-97.
 15. Wang WK, Hsu TL, Chiang Y: The prandial effect on the pulse spectrum. *Am J Chin Med* 1996; 24:93-8.
 16. Wang Lin YY, Chang CC, Chen JC: Pressure wave propagation in artery-A model with radial dilatation for simulating the behavior of a real artery. *IEEE Eng in Med and Bio Magazine* 1997; 16:51-6.
 17. Lu WA, Cheng CH, Wang Lin YY: Pulse spectrum analysis of hospital patients with possible liver problems. *Am J Chin Med* 1996; 24:315-22.
 18. Lu WA, Wang Lin YY, Wang WK: Pulse spectrum analysis of the cirrhosis patient. *IEEE Eng in Med and Bio Magazine* 1999; 18:73-5.
 19. 陳明豐：達摩波士專家系統。台北心搏健股份有限公司，2003，<http://www.cvmetrics.com.tw>
 20. *China Sports: Simplified "Taijiquan"*. 2nd ed. Beijing: China Publications Center, 1983:1-5.
 21. Wolf SL, Coogler C, Xu TS: Exploring the basis for Tai Chi Chuan as a therapeutic exercise approach. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78:886-92.
 22. Budoff MJ, Flores F, Tsai J: Measures of brachial artery distensibility in relation to coronary calcification. *America J Hyperten* 2003; 16:350-5.
 23. Lan C, Lai JS, Wong MK: Cardiorespiratory function, flexibility, and body composition among geriatric Tai Chi Chuan practitioners. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 612-6.
 24. Lai JS, Lan C, Wong MK: Two-year trends in cardiorespiratory function among older Tai Chi Chuan practitioners and sedentary subjects. *J Am Geriatr Soc* 1995; 43:1222-7.
 25. Lan C, Lai JS, Chen SS: A 12-month Tai Chi training in the elderly: its effect on health fitness. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30:345-51.

Pulse Wave and Hemodynamics after Tai Chi Chuan

Wan-An Lu, M.D., Ph.D.^{1, 3, 4, 5}, Wang-Chuan Chen, M.D., Ph.D.^{1, 6}, Chun-Hsiung Wang, M.D., M.H.A.^{2, 7}

缺英摘要

Key words:

Taipei City Med J 2005; 2 (8):

¹Division of Chinese Medicine, ²Department of Community Medicine, Renai Branch, Taipei City Hospital; ³Institute of Traditional Medicine, National Yang-Ming University School of Medicine; ⁴Center For General Education, Shin Hsin University; ⁵Graduate Institute of Somatology and Life Studies, Foguang College of Humanities and Social Sciences, Ilan, Taiwan; ⁶University of Health Science, Hawaii; ⁷Center For General Education, National United University

Received: 4 January 2005; Accepted: 26 July 2005.

Correspondence to: Dr. Wan-An Lu, Division of Chinese Medicine, Renai Branch, Taipei City Hospital; No.10, Section 4, Renai Road, Daan District, Taipei 106, Taiwan