Rehabilitation Practice and Science

Volume 17
Issue 1 *Taiwan Journal of Physical Medicine and Rehabilitation (TJPMR)*

Article 7

12-1-1989

Cardiopulmonary Function Changes after Swimming Training in Subjects with Sequela of Poliomyelitis

Chen-Liang Chou

Chen-Ming Chiu

Tcho-Jen Liu

Tao-Chang Hsu

Guang-Ming Shiao

See next page for additional authors

Recommended Citation

Chou, Chen-Liang; Chiu, Chen-Ming; Liu, Tcho-Jen; Hsu, Tao-Chang; Shiao, Guang-Ming; and Chang, Cheng-Yen (1989) "Cardiopulmonary Function Changes after Swimming Training in Subjects with Sequela of Poliomyelitis," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 17: Iss. 1, Article 7.
DOI: https://doi.org/10.6315/3005-3846.1762
Available at: https://rps.researchcommons.org/journal/vol17/iss1/7

Cardiopulmonary Function Changes after Swimming Training in Subjects with Sequela of Poliomyelitis

Authors

Chen-Liang Chou, Chen-Ming Chiu, Tcho-Jen Liu, Tao-Chang Hsu, Guang-Ming Shiao, and Cheng-Yen Chang

小兒痲痺患者游泳訓練前後心肺功能之比較

周正亮　邱正民　劉作仁　徐道昌　蕭光明* 張政彥**

游泳是適合小兒痲痺患者的運動項目之一。本文是採用參加YMCA溫水游泳訓練班的31位學員，用paired-test比較其游泳訓練前後心肺功能的變化。游泳訓練3個月後，小兒痲痺患者在手搖速度60rpm及90rpm的脈搏率、收縮壓及脈搏血壓乘值均增加；最大吸氣壓和最大呼氣壓也顯著增加。靜止時的脈搏率雖然降低，但無統計上的意義($p>0.05$)，肺活量亦無明顯的差異。此外脊柱側彎的嚴重度可以影響訓練的結果，但其相互間的關係則須進一步的研究。

從研究結果顯示，游泳可以增加心肌攝氧量、耐力及呼吸肌的力量，進而改善小兒痲痺患者的心肺功能。因此對肢體有殘障的小兒痲痺患者而言，應多鼓勵其參加游泳運動，不但能達到强身復健的目的，更能加强對自我的信心。

Key word: scardiopulmonary function,swimming training,poliomyelitis .

前言：

對於小兒痲痺患者而言，游泳是最適合的運動項目之一。透過游泳，患者可以降低肌肉之異常張力，增進關節活動度，增加肌力及耐力，強化呼吸循環系統，同時也可增進自信心，改善人際關係及社會適應的能力[1]。

運動訓練所產生的心肺功能變化，主要在改善氧氣的輸送系統(包括呼吸、循環及組織因素)[2]。本研究即探討小兒痲痺患者，接受三個月的游泳訓練前後之心肺功能比較。

材料與方法：

本研究對象爲參加 YMCA 溫水游泳訓練班的小兒痲痺學員，其基本資如表 1。受試者用 Upper Body Exercise Aerobic Ergometer 來評估其心臟功能。受試者採取坐姿，椅子高度調整至肩部與 ergometer 的旋轉軸同高，手的擺動以受試者自覺舒適爲準，其步驟是先量受試者在完全靜止時的脈搏率(測量橈動脈脈試者在完全靜止時的脈搏率(測量橈動脈脈搏)及血壓，然後在 60rpm，400 至 600 kg m/min，運動 90 秒後立即測量其脈搏率及血管，以求得次大運動量 (submaximalexercise) 的數值。受試者於休息 60 秒後，接著在 90rpm，盡全力運動(至少維持在 900 kg m/min 以上)，運動至疲勞(無法達到 900 kg m/min) 或 90 秒後，立即量其脈搏率及血壓，此時所得之數據即爲最大運動 (max- imal exercise) 的數值。肺功能是採用 Gould 的 CPI 5000 IV A 及 Model 2000 Body plethy- smograph 來測其肺容積 (lung volume and its subdivision) 及用力呼氣流量容積圖形 (max-imal expiratory flow volume curve)；用 imal expiratory flow volume curve)；用 Black 及 Hyatt [3] 的方法來測用力吸氣壓 (maxi- mal inspirafory presure,Pimax) 和用力呼氣壓 (maximal expiratory pressure,Pemax)。以上心肺功能評估於游泳訓練前後各檢查以上心肺

台北榮民總醫院復健醫學部，*胸腔肺功能室，**放射線部

功能評估於游訓練前後各檢查一次。

研究結果，以paired-t test,2tail propability的方式來統計。

結果：

脊椎側彎角度與發病時間長短無關(r=0.01)，也與身高、體重無關(如圖1及圖2)。

游泳訓練前後心臟功能之比較如表2。在手搖搖速度60rpm及90rpm，訓練後的脈搏率及收縮壓值均比訓練前爲高，且在統計上有意義 ($p<0.05$)；靜止時的脈搏率，訓練後比訓練前低而靜時血壓值，訓練後比訓練前高，但兩者皆無統計上的意義。脈搏血壓乘積值(Rate Pressure Pressure Product RPP)的比較如表3。在60rpm及90rpm，訓練後的脈搏血壓乘積值均比訓練前高，且在統計上是有意義的 ($p<0.05$) 但靜止時的脈搏血壓乘積值則無統計上的意義。

所有受試者，其FEV1/FVC的值在0.84至0.99間(平均值爲0.921)，顯示所有受試者均無阻塞性肺疾病。受試者在游泳訓練前的肺功能評估結果中，屬於輕度侷限性肺疾病者有4人，中度侷限性肺疾病者有1人，其餘26人之肺功能正常。游泳訓練後，從輕度侷限性肺疾病轉變爲正常肺功能者有1人，其餘均維持不變。游泳訓練後，用力吸氣壓(Pimax)及用力呼氣壓(Pemax)比游泳訓練前有顯著增加且統計上有顯著的意義($p<0.05$)。肺活量(Vital Ca- pacity)游泳練後，數值略微降低，但無統計上的差異($p>0.05$)。(如表4)

脊柱側彎角度大於60度必會影響心肺功能[5]，參與本研究計畫的受試者中，有脊側彎者22人，角度小於60度者16人(Group 1)，大於或等於60度者6人(Group 2)，兩組比較的結果顯示於表 5。經 Kruskal- Wallis 1-way ANOVA 之統計法分析，發現各項變數均無統計上的意義。

討論：

根據多位學者的報告[2,4,6,7]，受過運動耐力訓練者，其靜止時之心跳率比來受訓練者低，但此生理上的變化與訓練時間的長短及訓練強度有關[2]。本研究結果顯示游泳訓練後，靜止時脈搏率確實比來訓練前低，但統計上並無意義，此結果可能與受試者人少有關，也可能與受試者的訓練時間不足及訓練強度不夠有關。

用Arm Ergometer 來測量心肺功能有兩項缺點。(1)測量結果主要依賴參與活動的肌肉群(active-musck mass,AMM)而定(11,15,17)而無法眞正反應"中心功能"(Centralfunction)如心跳、心輸出量；(2)本試驗所測量的脈搏率及血壓是在運動後馬上測量的，並非是在整個運動過程中持續測量，因此並不能代表運動時的大脈捕率及血壓值。

當手搖速度增加時，最大脈搏率及血壓值理論上應隨之增加[15,18]；但本研究顯示，無論訓練前後，90rpm時的收縮壓均比60rpm時爲低，此可能是因測量時的誤差或所得的脈搏率及血壓值並非是最大脈搏率及血壓。在次大運動量(60rpm)時，訓練後的脈搏率及血壓值均比來訓練前高且統計上有意義，這可能與受試者數目少，訓練時間及強度不夠或測量上的誤差有關，須做進一步的研究及探討。依據 Szymanski 等人[6]研究，最大心跳率及血壓值在最大運動量時，訓練組與來訓練組並無不同；但本研究在最大運動量(90rpm)之訓練後的脈搏率及收縮壓值均比來受訓練前高且有統計上的意義 ($p<0.05$)。此可能與受試者能接受較長的運動時間所造成耐力的增強有關，也可能是與最大攝氧量能力的增加有關[2]。

心跳血壓乘積值爲心肌攝氧量的指標[7,16,17]，手搖速度增加，亦即增加心肌的攝氧量[15]，心跳血壓乘積值隨之增加。本研究在90rpm時的脈搏血壓乘積值，訓練後有顯著的增加，顯示心臟能負荷較大的氧需求，能接受較大的運動量及運動時間。

游泳訓練後，Pimax及 Pemax均顯著增加，有統計上的意義，此表示試受者吸肌及呼肌的力量均增強，顯示游泳訓練能加強肌肉的力量。至於肺活量在游泳訓練後卻略微降低(不具統計上的意義)，此與儀器本身的準確度有關，也與受試者在測試時，並未盡全力吐氣有關。經游泳訓練後，肺功能從

異常進步爲正常者有一人。顯示游泳訓練確實能改善受試者的功能。

表5之各項變數在統計上均無意義，此可能與受試者人數過少(22人)及兩組人數懸殊有關 (Group) 有16人而Group 2只有6人)；但從數值分析，肺活量值在訓練前後，Group1均比Guoup2高；靜止時脈搏率在訓練前後，Group1均比Group2 低；至於呼吸肌方面，Pimax 比Group2進步較多(18%)，Pemax則比Group1進步較多(19%)。因此從臨床數據推知，脊柱側彎的嚴重度可以影響訓練的結果(Group1的成效較好)但其相互間的關係，則須進一步的研究。

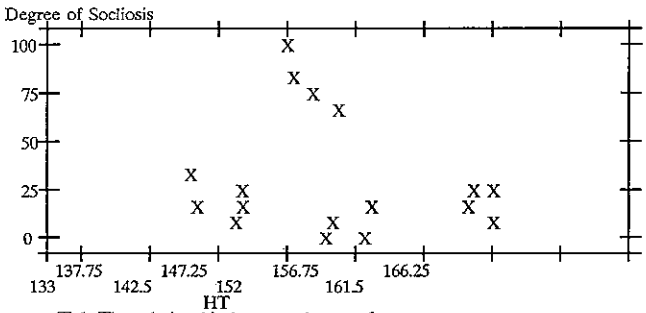

圖 1. The relationship between degree of scoliosis and height (HT)

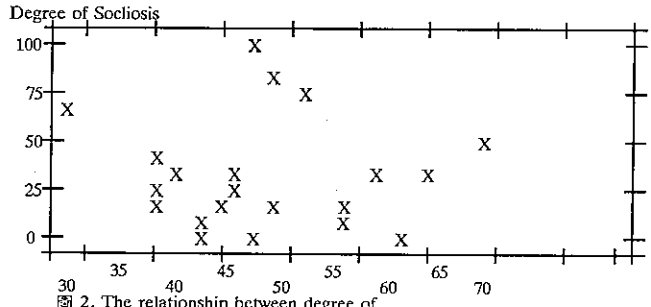

圖 2. The relationship between degree of scoliosis and weight (WT)

結論：

游泳對小兒痲痺患者而言是頗具有復健價的活動。本研究顯示，游泳能改善患者的心肺功能，增進肌力及耐力，因此對於肢體有殘障的小兒痲痺患者而言，應多鼓勵其參加游泳運動，不但能達到強身健的目的，更能加強對自我的信心。

誌謝：

作者感此謝參與此研究的YMCA學員，謝謝榮總肺功能室全體工作人員的援助及資訊室陳世良先生在統計方面的協助。

參考文獻：

1.Rotary Culb of Taipei-Tiemou, Operation De Handicap: Care of Poliomyelitis. 1986:75-8.

2.Fox EL, Mathews DK: The Physiological Basis of Physical Education and Athletics. 3rd. ed Philadelphia, CBS; 1981;293-346.

3.Balck LF, Hyatt RE: Maximal respiratory pressure: normal value and relationship to age and sex. Am Rev Resp Dis 1969;99:696-702

4.Smith ML, Hudson DL, Graitzer HM, Raven PB: Exercise training bradycardia:the role of autoonomic balance. Med Sci Sports Exerc 1989; 21:40-4.

5.Bunnell WP: Spinal deformity.Ped Clin North Am 1986;33:1475-87.

6.Szymanski LM, Fernhall B, Plowman SA: Graded exercise testing in hypertensive and normotensive subjects:a hemodynamic and electrographic comparision. J Cardiopulmonary Rehabil 1988;10:360-70.

7.Gleim GW, Coplan NL, Scandura M, Holly T, Nicholas JA: Rate pressure product at equivalent oxygen consumption on four different exercise modalities. J Cardiopulmonary Rehabil 1988;8:270-5.

8.Elizabeth D, Jocelyn R: Modified aerobic walking program:effect on patient with postpolio sydrome symptom. Arch Phys Med Rehabil 1988;69:1033-8.

9.Gross M, Schuch C: Exercise programs for patients with post-polio syndrome:a case report. Phy Ther 1989;72-6.

10.Levine DB: The influence of spinal deformities on chest function. Phys Ther 1968;48:968-72.

11.Bar-Or O, Zwiren LD: Maximal oxygen

consump- tion test during arm exercise-reliability and validity. J Appl Physiol 1975;38:424-6.
12.Glaser RM, Sawka MN, Laubach LL, Suryaprasad AG: Metabolic and cardiopulmonary responses to wheelchair and bicycle ergometry. J Appl Physiol 1979;46:1066-70.
13.DiRocco P, Hashimoto A, Daskalovic I, Langbein E: Cardiopulmonary response during arm work on land and in a water enviroment of nonambulatory, spinal cord impaired individuals. Paraplegia 1985;23:90-9.
14.Hildebrandt G, Voigt ED, Bahn D, Berendes B, Kroger J: Energy cost of propelling wheel- chair at various speeds:cardiac response and effect on steering accuracy. Arch Phys Med Rehabil 1970;51:131-6.
15.Keyser RE, Andres FF, Wojta DM, Gullett SL: Variations in cardiovascular response accompanying differences in arm-cranking rate. Arch Phys Med Rehabil 1988;69:941-5.
16.DiCarlo S, Leonardo J: Hemodynamic and energy cost responses to changes in arm exercise technique. Phys Ther 1983;63:1585-92.
17.Kitamura K, Jorgensen CR, Grobel FL, TAylor HL, Wang Y: Hemodynamic correlates of myocardial oxygen consumption during upright exercise. J Appl Physiol 1972;32:516-22.
18.Powers SK, Beadle RE, Mangumm M: Exercise efficiency during arm ergometry:effects of speed and work rate. J Appl Physiol 1984; 56:495-9.

Cardiopulmonary Function Changes After Swimming Training In Subjects With Sequela Of Poliomyelitis

Chen-Liang Chou, Chen-Ming Chiu, Tcho-Jen Liu
Tao-Chang Hsu, Guang-Ming Shiao*, Cheng-Yen Chang**

the scoliosis in polimomyelitis could affect the result of swimming training, but the relationship between these factors need further investigation and study.

From our result, swimming can improve the myocardial oxygen uptake capacity, endurance and strength of respiratory muscle. So we should encourage the poliomyelitis patients to take part in swimming exercise for rehabilitation and also for the increase of the self-esteem and confidence.

Keywords: cardiopulmonary function, swimming training poliomyelitis

Swimming is one of the best exercises for poliomyelitis patients. 31 members in YMCA swimming training program participated in this study. We used the paired-t test to analize the changes of cardiopulmonary function changes.

After 3 months training course, there was increase in pulse rate, systolic blood pressure and rate-pressure product at arm-crank rate of both 60 rpm and 90rpm. The maximal insipiratory pressure (Pi max) and maximal expiratory pressure (Pe max) were significantly increased. The decrease in resting pulse rate and vital capacity were statistically insignificant (P:0.05). The severity of

Department of Physical Medicine ε Rehabilitation
Pulmonary Function Laboratory of Chest Departmnet*
Department of Radiology** Veterans General Hospital, Taipei Taiwan, Republic of China

Table 1. General Data for Materials

Number	31
Sex ratio: M/F	12/19
Age (Y/O)	26.58± 3.41
Height (cm)	154.65± 9.37
Weight (kg)	48.12± 8.66
Age of onset (Y/O)	1.81± 1.31
Degree of Scoliosis*	30.93±27.75

*from X-ray film,measured by Cobb's method

Table 2. Results of Cardiovascular Function

	Pre-training	Post-training	P value
	(Mean ± SD)		
Resting			
PR (beat/min)	86.90±13.36	83.80±11.00	.071
SBP (mmHg)	117.50±13.27	119.60±11.06	.409
DBP (mmHg)	84.83± 9.47	85.07± 8.50	.907
60 RPM			
PR	120.94±23.08	136.97±17.04	.000
SBP	126.13±16.81	134.00±13.92	.000
DBP	84.33±12.54	84.67± 8.23	.814
90 RPM			
PR	134.00±24.13	158.19±16.58	.000
SBP	124.70±14.81	133.27±17.28	.001
DBP	86.13±13.79	83.20± 8.91	.191

PR : Pulse Rate ; SBP : Systolic Blood Pressure;
DBP: Diastolic Blood Pressure

Table 3. Rate Pressure Product (RPP)

	Pre-training	Post-training	P value
	(Mean ± SD)		
Resting	102.09±15.95	101.49±18.20	.837
60 RPM	154.24±37.96	184.81±33.38	.000
90 RPM	169.99±38.00	212.37±37.06	.000

RPP = PR X SBP /100

Table 4. Results of Pulmonary Function Test

	Pre-training	Post-training	P value
	(Mean ± SD)		
VC (1)	3.51± 0.91	3.45± 0.88	.113
Pi max (cmH20)	89.00±29.23	107.00±46.62	.005
Pe max (cmH20)	87.00±23.45	103.40±31.28	.000

VC : Vital Capacity ; Pi max : Maximal Inspiratory Pressure
Pe max : Maximal Expiratory Pressure

Table 5. Results of Cardiopulmonary Function Test

	Group 1	Group 2	Significance*
	(Mean ± SD)		
Pre-traing	3.54± 0.80	3.23± 0.76	.6850
VC	87.27±28.31	92.50±25.45	.6864
Pi max	86.27±21.57	85.00±27.57	.7612
Pe max	87.19±13.88	91.83±15.73	.5796
Resting PR			
Post-training			
VC	3.39± 0.65	3.16± 0.83	.7963
Pi max	96.82±25.03	109.17±52.32	.1941
Pe max	103.18±23.48	94.17±37.87	.5525
Resting PR	83.75±12.28	90.33± 7.31	.1272

* by Kurskal - Wallis 1-way ANOVA