



6-1-2001

Exercise Training During Hemodialysis for the Patients with End-Stage Renal Failure

Hang-Tan Lin

Chiu-Chu Lin

Yu-Lin Wang

Rong-Bin Hong

Meng-Huei Lin

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Lin, Hang-Tan; Lin, Chiu-Chu; Wang, Yu-Lin; Hong, Rong-Bin; Lin, Meng-Huei; Huang, Wen-Chun; Hsien, Li-Wen; and Chou, Wil-Ly (2001) "Exercise Training During Hemodialysis for the Patients with End-Stage Renal Failure," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 29: Iss. 2, Article 4.

DOI: <https://doi.org/10.6315/3005-3846.2128>

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol29/iss2/4>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

Exercise Training During Hemodialysis for the Patients with End-Stage Renal Failure

Authors

Hang-Tan Lin, Chiu-Chu Lin, Yu-Lin Wang, Rong-Bin Hong, Meng-Huei Lin, Wen-Chun Huang, Li-Wen Hsien, and Wil-Ly Chou

末期腎病患者血液透析中之運動訓練

林恆騰 林秋菊¹ 王鈺霖 洪榮斌 林孟輝 黃文君
謝麗雯 周偉倪

財團法人奇美醫院復健科 高雄醫學大學護理學院¹

本研究目的為探討對末期腎病患者血液透析中運動訓練之可行性，及運動訓練對其心肺耐力與血液生化值之成效。以立意取樣方式選取南部某醫學中心的血液透析患者共 20 位，配合每週三次洗腎時間，於洗腎中第二個小時內，每次約 30 至 50 分鐘，為期十二週的有氧運動訓練。於運動訓練前和運動訓練第十二週，患者接受運動測試檢查和血液生化值檢查，以評估心肺耐力和血脂變化。研究結果顯示運動訓練患者之休息收縮壓、休息心跳率無顯著降低($p=0.328, p=0.479$)；最大攝氧率由 0.81 ± 0.21 升/分進步至 1.16 ± 0.31 升/分，上升 43.2% ($p<0.001$)、無氧閾攝氧率由 0.47 ± 0.14 升/分進步至 0.63 ± 0.19 升/分，增加 34.0% ($p<0.001$)、最大運動負荷量由 72.37 ± 17.72 瓦特進步至 89.42 ± 25.93 瓦特，上升 23.6% ($p<0.001$)，都有顯著差異；然而血液、生化、血脂並無顯著改變 ($p>0.05$)。

為期十二週，共 36 次運動訓練後，雖然少數病患曾因低血壓、脫水量太多、抽筋、太累或感冒而停止該次訓練，但整體醫囑率仍高達 94.4% 以上並且無重大併發症產生。由上得知，在血液透析中進行運動訓練以改善末期腎病患心肺功能，是個安全可行的方法，實在值得推廣。(中華復健醫誌 2001; 29(2): 91 - 98)

關鍵詞：血液透析(hemodialysis)，運動訓練(exercise training)，心肺耐力(cardiopulmonary endurance)

前 言

根據 1999 年行政院衛生署公佈台灣地區八十七年主要死亡原因統計資料，腎臟疾病是第八位^[1]，因此，腎臟疾病是國人應重視的健康問題之一。在台灣地區八十六年度透析評估工作報告資料顯示，至民國八十五年底共有 18,705 名末期腎病患者正接受長期透析治療，其中血液透析者佔有 17,576 人(93.96%)^[2]，由此可見血液透析乃為末期腎病患最主要之治療方式。

在長期透析治療下，末期腎衰竭患者常會有高血壓、左心室肥大、貧血、代謝性酸中毒、周邊神經異常、肌肉無力、自主神經失調及高血脂等併發症^[3]，往往導致體適能降低，漸漸無法從事社交活動，甚至是

一般日常活動。

美國在 1993 年成立生活選擇復健諮詢委員會(The Life Option Rehabilitation Advisory Council，簡稱 LORAC)，該委員會訂定腎臟復健的五項範疇，稱為 5Es，包括有鼓勵(encouragement)、教育(education)、運動(exercise)、就業(employment)及評價(evaluation)^[4]。透過運動訓練可改善身體功能，並有助於上述目標之達成，因此，運動訓練在血液透析病患腎臟復健中扮演著相當重要的角色。

我們都知道運動訓練，尤其是有氧運動，對人體有多方面的益處；可以改善血壓、降低血脂、增進肌力、增加體適能、改善心理狀態^[5]；此種功效，當然也適用於末期腎病患；只是每週三次，三至四小時的血液透析已耗去大半時間，要求病患另外撥出運動時

投稿日期：89 年 12 月 20 日 修改日期：90 年 2 月 5 日 接受日期：90 年 2 月 13 日

抽印本索取地址：周偉倪，財團法人奇美醫學院復健科，台南縣 710 永康市中華路 901 號

電話：(06) 2812811 轉 7148

間，產生實行上的困難，然而若在冗長無聊透析中，加上運動訓練，不失為一個可行辦法。只是在血液透析中，做運動安全嗎？1998年，Moore等學者提出，在洗腎中前二個小時內，脫水量在1,356毫升/小時之下，其血流動力學是相當穩定的，施行運動訓練應是安全無虞^[6]。

因此本研究目的為探討對末期腎病患血液透析中運動訓練之可行性，及運動訓練對其心肺耐力與血液生化值之成效，作為日後慢性腎衰竭患者改善體適能常模之參考。

材料與方法

一、材料與研究設計

本研究以立意取樣，於南部某醫學中心選取年齡在18歲以上、規則接受血液透析治療至少半年以上且每週固定血液透析3次、近半年內沒有住院治療其他合併症者、無高危險性心律不整、動脈瓣狹窄、嚴重充血性心衰竭、不穩定心絞痛、頑固性的高血壓（服降壓藥後收縮壓200mmHg以上或舒張壓120mmHg以上）、急性心包炎、嚴重疼痛的神經病變、骨骼病變至無法站立或高血鉀症併T波尖銳等問題之血液透析患者。符合上述條件之患者，經解釋後採志願參與並需取得其書面同意後始得參與受試。本研究經腎臟內科專科醫師轉介符合收案條件之患者，再按個案意願來實施運動訓練。符合收案研究的研究對象共有20位，男性15位（75%）及女性5位（25%），平均年齡為40.74±12.25歲，洗腎期為45.78±36.28月。原發疾病以慢性腎小球腎炎居多（85%，如表1）。

二、心肺耐力測量

運動訓練前及運動訓練十二週之非血液透析日接受運動測試檢查（Sensorics \dot{V}_{max} series 29型、日龍公司、美國加州出產），以評值其心肺耐力之進展。於運動測試前測量休息的收縮壓、舒張壓及心跳率，運動測試檢查項目包括有最大攝氧率（maximal oxygen uptake, \dot{V}_{O_2max} ），無氧閾攝氧率（anaerobic threshold \dot{V}_{O_2} ）、最大運動負荷量（maximal workload）及最大心跳率（maximal heart rate）。測試方法為前三分鐘10瓦，之後每分鐘增加5-10瓦，踏板轉速維持每分鐘50轉，直到測得最大攝氧率（定義如下）為止，在整個測試過程中監測心電圖、心跳、動脈血氧飽和度及血壓變化。

本研究以患者符合兩項標準所測得的最高攝氧率

表1. 血液透析患者之資本資料

男性/女性	15 (75%) / 5(25%)
年齡 (歲)	40.74 ± 12.25
洗腎月數	45.78 ± 36.28
原發疾病	
慢性腎小球腎炎	17 (85%)
其他 (惡性高血壓、紅斑性狼瘡、遺傳性多囊性腎病、阻塞性腎病變)	3 (15%)
規律運動	無 15 (75%) 有 5 (25%)

($\dot{V}_{O_2 peak}$)，代表患者達到最大的運動耐力，符合症狀停止的指標：例如胸痛、胸悶、呼吸困難、蒼白、發紺及頭暈等費力症狀，ST節段下降或上升超過2mm、T波導致及多發性的心室早期收縮等心電圖異常，收縮壓大於220mmHg或舒張壓大於130mmHg、收縮壓下降20mmHg以上之血壓異常或患者因腿酸且自覺費力係數超過17分而要求停止。另外，無氧閾值由下列三項標準中至少兩項來判定：（1）換氣量增加之斜率開始偏離原來的斜率（2）氧換氣當量開始持續上升而二氧化碳當量還沒有上升之時（3）呼氣末期氧氣分壓開始上升而呼氣末期二氧化碳分壓還沒有下降之時。

三、運動訓練

病人接上血液透析器（Troay 321型）之後約半個小時，確定病患無任何不適，且血壓及心跳率均正常，令病患坐在直立式腳踏車上（Bio Gear 956MB型），進行心肺耐力訓練；以心肺運動測試所得結果中最大功率的60%~85%，及自覺勞累係數量表，12-16之間為運動強度，給予漸進等張性運動，每週三次，每次40分鐘（包括5至10分鐘熱身、20至30分鐘運動訓練及5至10分鐘冷身）；運動訓練中有心跳、心電圖及動脈血氧濃度監視。並且每5分鐘監測記錄血壓、心跳、血氧、及自覺勞累係數量表一次。

若病人EKG有嚴重ST節段上升或下降（大於2mm）或心律不整如心房心室阻滯，血壓大於240/120mmHg、血壓不升反降（如收縮壓降低超過20mmHg），血氧濃度小於88%或太喘、太累，則暫停該次運動訓練。

四、資料分析

本研究的資料結果採用 SPSS for Windows Release 8.0 版套裝軟體進行統計分析，以 paired-t test 檢定病患運動前後心肺耐力、血壓、心跳以及血液生化值之成效。並以 Pearson correlation 分析血球容積比與最高攝氧量之關係。

結 果

20 位末期腎病患於十二週運動訓練中，曾有 16 人次因脫水量太多產生低血壓，2 人次因為心律不整、6 人次因為腿抽筋、6 人次因為感冒及 10 人次因為太累，而暫停該次訓練，然而個別完成率有 9 成以上，而整體完成率高達 94.4%。

以 paired-t 分析，休息血壓、心跳並無明顯變化 ($p=1.328/0.120$ 及 0.479)；在心肺耐力測量上，最大攝氧率(公升/分鐘)由 0.81 ± 0.21 進步至 1.16 ± 0.31 ，上升 43.2% ($p<0.001$)、無氧閾攝氧率(公升/分鐘)由 0.47 ± 0.14 進步至 0.63 ± 0.19 ，增加 34.0% ($p<0.001$)、最大運動負荷量(瓦特)由 72.37 ± 17.72 進步至 89.42 ± 25.93 ，上升 23.6% ($p<0.001$)，都有顯著差異(如表 2)；然而血液、生化、血脂並無顯著改變($p>0.05$) (如表 3)。

以 Pearson correlation 分析，運動訓練前後血球容積比與最高攝氧率，無明顯相關(運動訓練前 $r = -0.145$ $p=0.553$ ，運動訓練後 $r=0.423$ $p=0.071$) (圖 1)。

綜合上述統計分析結果，透過十二週的運動訓練可顯著改善血液透析患者之最大攝氧率、無氧閾攝氧率、最大運動負荷量；然而，休息舒張壓及收縮壓、心跳、生化值、血糖，則未達統計顯著差異。

討 論

由非血液透析期施予運動測試的結果所定出來的運動強度用於血液透析進行中或許會有爭議。然而在 1993 年，Moore 曾提出，在血液透析進行第 30 至 60 分鐘，其最高攝氧量 ($\dot{V}O_2$ peak) 與非進行血液透析期所測得的最高攝氧量是差不多的 ($p<0.05$)，但是其最大心跳率卻只有非進行血液透析期測得之 77%^[7]，又由於病患自主神經受損，最大心跳值鈍化^[3]，及進行血液透析時脫水對心跳速率影響，以目標心跳值來訂定運動強度可能不妥，故以最大功率^[8] (maximal workload) 60% 至 85%，加上自覺係數表量值在 12~16 之間，作為對運動強度訂定，應是較合理可行方式。

病患在進行血液透析中好發的併發症如低血壓、

抽筋、心律不整、缺氧…等現象，皆會影響運動訓練；本研究中的病患也曾發生嚴重低血壓，腳抽筋…等情形。低血壓部份，除了可減少脫水量，增加透析次數，增加透析液鈉離子濃度，改用生化透析膜，使用升壓藥或強心劑來幫忙外^[9]，也可延長暖身時間來改善^[10]；至於抽筋方面，可能是骨骼肌缺氧導致，可使用高滲透壓或碳酸緩衝透析液，減少透析水量及速度，或加上夜間使用奎寧(260-325 mg)或維他命 E(400 IU)^[9]，皆可改善骨骼肌缺氧情形，使血液透析中抽筋現象減少。

末期腎病患因疾病本身導致貧血、自律神經功能障礙、新陳代謝失常、心臟血管病變，骨骼肌肌病變 (myopathy) 再加上長久不活動之併發症，往往導致體適能變差^[11]。而運動訓練，可使骨骼肌利用氧率 (O_2 extraction) 提高，和心輸出量增加，使最大攝氧量 ($\dot{V}O_2$ max) 增加，並使其他併發症減輕^[12]。更由於在冗長血液透析時進行運動訓練打發時間，病人配合度高，此高醫囑率，使病人更容易訓練成功。本研究中在最大攝氧量方面，上升高達 43.2%，且有統計上意義。此結果與 Painter^[13] 等人 (1986)、Moore^[14] 等人 (1993)、及 Karmiel^[15] (1996) 之研究結果相似。但是否以人類紅血球生成素來改善貧血情形 (提升血比容積至 30% 左右)，才使最大攝氧量得以上升呢？儘管施打紅血球生成素，使血紅素上升，可達最大攝氧量上升；但過去文獻告訴我們血紅素高低與最大攝氧量無明顯正關係^[16]，反而與下肢肌力大小有關^[17]，因此施打紅血球生成素對本研究結果影響不大，本研究亦發現血比容積與最大攝氧量並沒有相關 (圖 1)。在 1994 年，Painter 學者在「運動訓練對末期腎病患之重要性」中亦指出，雖然提升血紅素，使動脈含氧量增加，卻沒有增加動靜脈氧差 (a-v O_2 difference)，而且動靜脈氧差才是真正反應骨骼肌利用氧率的情形^[18]，所以可以推知最大攝氧量增加的主因，應是有氧運動訓練改善骨骼肌對血氧利用能力的結果。

在休息心跳方面，並沒有顯著下降。與 Deligiannis 等人^[19] 在 1999 年指出運動訓練可強化副交感神經功能，減少心律不整的發生，使休息時心跳下降，並不一致。在休息時血壓方面，也沒有下降情形；此結果與 Painter 等人^[13] 所做結果不同。他們當時推測運動訓練降低血壓及心跳的機轉有二：(一) 血漿量下降，(二) 運動直接對自律神經系統、腎素血管收縮素 (renin-angiotensin) 系統和周邊血管阻力的效應。然而本研究中發現血漿量並沒有下降 (表 3)；再者由於本研究選取之病患原來血壓並非過高者 (149.00 ± 23.09 mmHg/ 85.42 ± 15.67 mmHg)，因此十二週運動訓

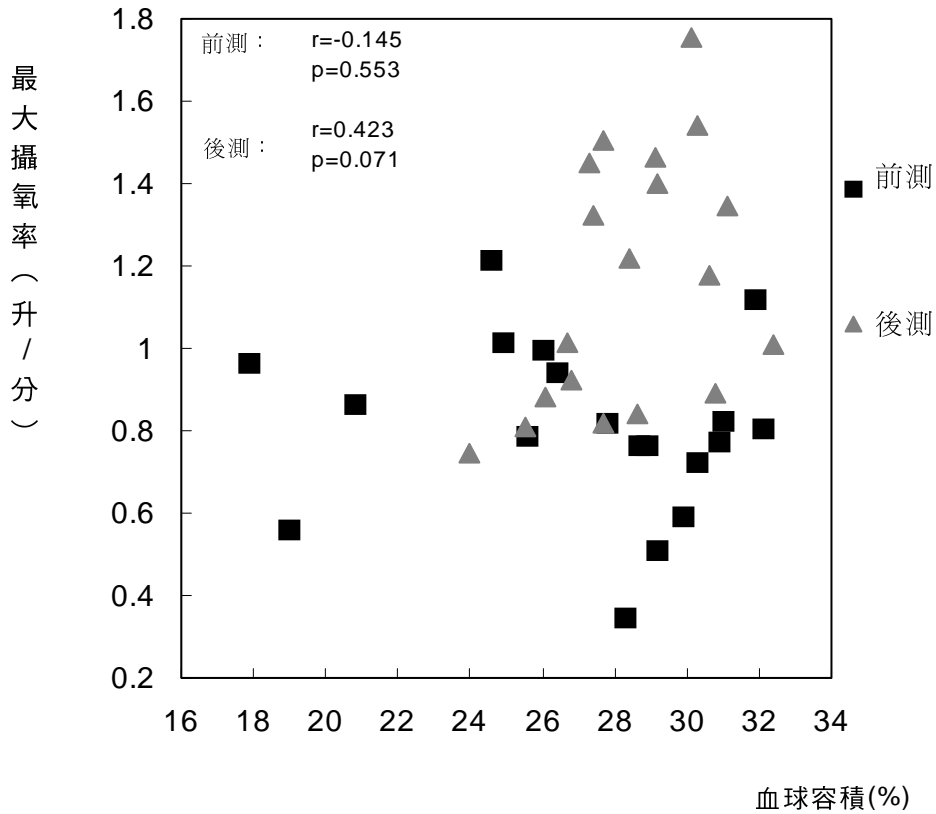


圖 1. 病患運動訓練前後，血球容積比與最高攝氧率關係。

表 2. 運動訓練前後之心肺功能檢查及心跳、血壓比較

	前測	後測
無氧閾最大攝氧值 (升/分)	0.47 ± 0.14	0.63 ± 0.19***
最大攝氧率 (升/分)	0.81 ± 0.21	1.16 ± 0.31***
最大心跳率 (次/分)	147.42 ± 17.20	147.95 ± 16.14
最大負荷量(瓦特)	72.37 ± 17.72	89.42 ± 25.93***
最大攝氧率預測值(%)	30.16 ± 9.44	38.37 ± 9.09**
心跳 (次/分)	96.89 ± 13.12	94.84 ± 9.13
收縮壓(mmHg)	149.00 ± 23.09	154.53 ± 23.50
舒張壓(mmHg)	85.42 ± 15.67	94.84 ± 9.13

Paired-t test: *** P<0.001, ** P<0.01

表 3. 運動訓練前後實驗室血液生化值比較

	前測	後測
紅血球(10^6 /毫升)	2.94 ± 0.44	3.06 ± 0.35
血球容積(%)	27.06 ± 4.17	28.41 ± 2.15
血紅素(g/dl)	9.12 ± 1.41	9.61 ± 0.86
尿素氮(mg/dl)	77.59 ± 22.87	72.94 ± 17.90
肌酸酐(mg/dl)	12.68 ± 2.74	12.97 ± 2.52
尿酸(mg/dl)	7.81 ± 1.34	8.00 ± 1.73
三酸甘油酯(mg/dl)	209.82 ± 104.57	182.26 ± 94.76
膽固醇(mg/dl)	172.94 ± 45.99	174.42 ± 32.12
低密度脂蛋白(mg/dl)	102.84 ± 27.44	105.58 ± 22.21
高密度脂蛋白(mg/dl)	39.02 ± 12.01	40.15 ± 11.93
血糖(mg/dl)	113.91 ± 33.71	112.06 ± 40.07

Paired-t test: $P > 0.05$

練可能無法達到降低的效應^[13]；最後加上血液透析病患常因體液容積過量、腎素活性過高、或交感神經異常導致兒茶酚胺 (catecholamine)、腎素 (renin) 濃度過高，以及壓力受器 (Baro-receptor) 敏感度下降^[3]，使血壓無法下降。也許日後可以針對高血壓病患，並且事先評估其自律神經功能、血中兒茶酚胺、腎素濃度以及壓力受器敏感度，再來探討運動訓練對血壓之影響。

在血球檢查方面，雖然過去文獻指出在非進行血液透析中的運動訓練可增加紅血球存活率、血球容積、紅血球數目、紅血球合成與減少破壞^[20,21]；但本研究卻沒有紅血球數目、血紅素、血球容積明顯上升情形 (表 3)。推測可能因為末期腎病患本身紅血球生成素減少^[23]，進而影響其血球增生效果；也可能是運動時間僅三個月太短，不及 Goldberg^[12]等人為期 12 個月的運動訓練，故無法達到此效果；此外，現在血液透析病人只要血球容積比小於 30%，腎臟科醫師即會給予紅血球生成素^[23]，也會干擾運動訓練對此效應之觀察。

在血脂方面，雖然學者提出運動訓練可提昇脂蛋白之活性，增加三酸甘油酯清除與減少合成，並降低肝脂酶 (hepatic lipase) 之活性^[21]，及興奮交感神經以刺脂肪代謝，促使胡蘿蔔素 (carotene) 增加，而胡蘿蔔素又是促進脂肪代謝之重要物質之一^[24]。但本研究中血脂並沒有顯著降低，可能是運動訓練前病患在飲食方面已經相當注意 (如降低飽合脂肪酸食物及減少

醴與脂肪攝取量)，使得血脂控制不錯，如本研究中，20 位病患血脂方面幾近正常範圍。而且過去研究亦指出運動訓練時間必須長達一年，其效果才會顯現^[12]，因此本研究中無法達到預期改善血脂效果是可以接受的。未來研究可針對高血脂血液透析病患，在飲食控制一致性下，加以長時間縱貫式研究，來探討病患在血液透析中的運動訓練對血脂肪之影響。

在血糖方面，雖然學者提出運動訓練可以改善葡萄糖耐受力和胰島素敏感性、增加葡萄糖消耗率、改善胰島素接受器的結合^[25]，但由於病患胰島素接受器的缺陷，造成胰島素阻抗性，使用周邊組織 (如骨骼肌) 不能好好利用葡萄糖^[26]，導致運動訓練後血糖值無明顯改變^[12]，本研究中運動訓練前後血糖值無顯著降低，或許與本研究病患原先血糖值就不高 (113.91 ± 33.71 mg/dl) 有關，所以十二週運動訓練也難達到降低血糖效果。在其他生化檢查方面，血尿氮素、肌甘酸、尿酸在運動訓練後並無明顯變化，顯示運動訓練沒有如 Malik 等學者所言會因為運動破壞骨骼肌，造成腎功能惡化^[27]。

由於國內末期腎病患對血液透析中進行運動訓練之可行性、安全性、成效仍持懷疑，甚至腎臟科醫師與透析單位醫護人員對整個訓練過程也不甚了解，因此在研究對象選取上只能以立意選取而無法隨機選取，當然本研究之對照組更不易取得；但是 Goldberg^[25]等人，Moore^[14]等人，周^[22]等人，所作研究也沒有對照組來作比較，但他們研究所得結果仍與其他學者

所作有對照組的研究結果相似^[11,13,15,16,18]；可見血液透析病患其最大攝氧量、血壓心跳、血液生化值並不會隨病程進行而自然改善。

結 論

雖然本研究 20 位病患在血液透析中，曾因低血壓、心律不整、腿抽筋、感冒或太累而暫停運動訓練，但整體完成率仍高達九成以上；其實運動訓練中，有專業人員指導，以及完整儀器監測，其安全性應是無庸置疑。更好的是，病患往往在運動訓練後，其往後血液透析中發生低血壓、腿抽筋之比例，也會降低^[13]。

運動訓練不管是在非血液透析日或血液透析日中，對攝氧量增加都是有目共睹的^[11,14,15,16,18]。血液透析中進行運動訓練對心跳血壓、血球、血脂生化影響，仍有待進一步探討^[13,18]。或許日後，可採真實驗性設計方式，增加運動訓練時間，選取高血壓、高血脂之病患，來探討運動訓練之直接效應。

目前國內心肺復健仍偏向心臟及肺部病患，而腎臟病患亦屬心血管疾高危險群之一，卻尚未普遍需要運動訓練之觀念。因此我們建議，心肺復健團隊應與腎臟科醫師合作，經由透析單位醫護人員和病患及家屬舉辦座談會、專題演講或參觀心肺復健中心，以使護理人員與病患對運動訓練有具體、深入的認識，進而落實腎臟病患運動訓練之常模，提高醫療品質。

參考文獻

1. 行政衛生署：衛生統計。台北：行政院衛生署；1999：p.1-3。
2. 賴永勳、黃尙志、楊五常等：台灣地區八十六年度透析評估工作報告。中華民國腎臟醫學會雜誌 1997；11：177-212。
3. Moore GE. Exercise prescription in renal failure. In: Shankar K, editor. Exercise prescription. 1st ed. Philadelphia: Hanley & Belfus; 1998. p.144-51.
4. Crampton K, Solomon-Dimmitt R, Intrieri DS, et al. Renal rehabilitation: Keys to success case study of the anemic patients. Am J Nephro 1998;25:248-51.
5. Harter HR. Exercise in the dialysis patient. Semin Dialysis 1994;7:192-8.
6. Moore GE, Painter PL, Brinker KR, et al. Cardiovascular response to submaximal stationary cycling during hemodialysis. Am J Kidney Dis 1998; 31:631-7.
7. Moore GE, Brinker KR, Stray-Gundersen J, et al. Determinants of $\dot{V}O_{2peak}$ in patients with end-stage renal disease: on and off dialysis. Med Sci Sports Exerc 1993;25:18-23.
8. Flores AM, Zohman LR. Rehabilitation of the cardiac patient. In: DeLisa JA, editor. Rehabilitation medicine: principle and practice. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven;1998.p.1348-9.
9. Lazarus JM, Denker BM, Owen WF. Hemodialysis. In: Brenner BM, editor. The kidney, 5th ed. Philadelphia: WB Saunders; 1996. p.2472-8.
10. Painter PL. Renal failure. In: American College of Sports Medicine. ACSM's Exercise management for persons with chronic diseases and disabilities. 1st ed. Champaign, IL: Braun-Brum-Brumfield; 1997. p.83-9.
11. Painter P, Zimmerman SW. Exercise in end-stage renal Disease. Am J Kid Dis 1986;7:386-94.
12. Goldberg AP, Geltman EM, Hagberg, JM, et al. Therapeutic benefits of exercise training for hemo-dialysis patients. Kidney Int 1983;24(suppl 16):303-9.
13. Painter PL, Nelson-Worel, JN, Hill MM, et al. Effects of exercise training during hemodialysis. Nephron 1986;43:87-92.
14. Moore GE, Parsons DB, Stray-Gundersen J, et al. Uremic myopathy limits aerobic capacity in hemodialysis patients. Am J Kidney Dis 1993;22:272-87.
15. Karmiel J C. The easy bike program: an exercise-during-dialysis program. Top Clin Nutri 1996;12:74-8.
16. Marco M, Giuseppe C, Giovanni LC, et al. Improvement in exercise capacity after correction of anemia in patients with end-stage renal failure. Am J Cardiol 1991;68:1060-6.
17. Diesel W, Noakes TD, Swanepoel C, et al. Isocontractile muscle strength predicts maximum exercise tolerance in renal patients on chronic hemodialysis. Am J Kidney Dis 1990;16:109-14.
18. Painter PL. The importance of exercise training in rehabilitation of patients with end-stage renal disease. Am J Kidney Dis 1994;124 (Suppl):S2-9.
19. Deligiannis A, Kouidi E, Tourkantonis A. The effects of physical training on heart rate variability in hemodialysis patients. Am J Cardiol 1999;84:197-202.

20. Paunter P, Zimmerman SW. Exercises in end-stage renal disease. *Am J Kidney Dis* 1986;7:386-94.
21. Harter HR, Goldberg AP: Endurance exercise training: an effective therapeutic modality for hemodialysis patients. *Med Clin N Am* 1985;69:159-75.
22. 周偉倪、張光遜、龍淑慧等。尿毒病患血液透析中之運動訓練：病例報告。中華復健醫誌 1998；26：95-101.
23. 黃志強：血液透析學。台北：合記。1994：p.325-30。
24. Brass EP, Hiatt WR. Carnitine metabolism during exercise. *Life Sci* 1994; 54:138.
25. Goldberg AP, Hagberg JM, Delmez JA, et al. Metabolic effect of exercise training in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1980;18:754-61.
26. Smith D, Defronzo RA. Insulin resistance in uremia mediated by post binding defects. *Kidney Int* 1982; 22:54-62.
27. Malik GH, Sirwal IA, Reshi AR, et al. Acute renal failure following physical torture. *Nephron* 1993;63: 434-7.

Exercise Training During Hemodialysis for the Patients with End-Stage Renal Failure

Hang-Tan Lin, Chiu-Chu Lin,¹ Yu-Lin Wang, Rong-Bin Hong, Meng-Huei Lin,
Wen-Chun Huang, Li-Wen Hsien, Willy Chou

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chi-Mei Foundation Hospital, Tainan;
¹College of Nursing, Kaohsiung Medical University, Kaohsiung.

The purposes of this study were to explore the feasibility of exercise training during hemodialysis for end-stage renal failure patients, and the effect of exercise training on cardiopulmonary endurance, blood and biochemical changes. The purposive sample was recruited from a medical center in southern Taiwan. A total of 20 hemodialysis patients underwent a 30-50 minutes stationary bicycle training (3 times a week for 12 weeks) within the first two hours of the hemodialysis period. Exercise testing was administered to measure cardiopulmonary endurance and the change of blood and biochemical data before and after the 12-weeks exercise training program. Results of this study showed no significant change of the resting systolic blood pressure and heart rate ($p=0.328, 0.479$); the $\dot{V}O_2$ max increased from 0.81 ± 0.21 l/min to 1.16 ± 0.31 l/min which a 43.2% increasement ($p<0.001$), the anaerobic threshold $\dot{V}O_2$ max increased from 0.47 ± 0.14 to 0.63 ± 0.19 l/min with a 34.0% increasement ($p<0.001$), and the maximal workload raised from 72.37 ± 17.72 watts to 89.42 ± 25.93 watts with a 23.6% increasement ($p<0.001$). But, no significant difference was noted in the blood or biochemical data.

During the 12 weeks of exercise training, some patients had experienced hypotension, dehydration, cramps, exhaustion and flu, so we had to cancel the exercise training. But the overall patients' compliance rate was up to 94% without any major complications. We can conclude that exercise training performed in end-stage renal failure patients is a safe and feasible method to improve cardio-pulmonary endurance and maybe worthwhile to be integrated in the routine care of such patients. (J Rehab Med Assoc ROC 2001; 29(2): 91 - 98)

Key words: hemodialysis, exercise training, cardiopulmonary endurance