

운동요법이 혈액투석 환자의 체력과 건강관련 삶의 질에 미치는 효과

장은정¹ · 김희승²

¹경북대학 간호과 부교수, ²가톨릭대학교 간호대학 교수

Effects of Exercise Intervention on Physical Fitness and Health-related Quality of Life in Hemodialysis Patients

Jang, Eun-Joung¹ · Kim, Hee-Seung²

¹Associate Professor, Department of Nursing, Kyungbuk College, Pocheon

²Professor, College of Nursing, The Catholic University, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to investigate the effect of stretching, muscle strengthening, and walking exercise on the cardiopulmonary function and health-related quality of life in hemodialysis patients. **Methods:** Twenty-one patients in the intervention and the control group participated in the exercise respectively on maintenance hemodialysis at four university hospitals. The exercise was composed of 20 to 60 min per session, 3 sessions a week for 12 weeks. The effect of exercise was assessed by cardiopulmonary function (peak oxygen uptake, peak ventilation, peak respiration rate, maximal heart rate, and exercise duration) using a cycle ergometer. Grip strength was measured by dynamometer, and flexibility was measured by sit and reach measuring instrument. Health-related quality of life was measured using Medical Outcomes Study Short Form-36. **Results:** Peak oxygen uptake, peak ventilation, peak respiration rate, exercise duration, grip strength, flexibility, and physical component scale were significantly improved in the intervention group after 12 week's exercise compared to the control group. **Conclusion:** These findings indicate the exercise can improve cardiopulmonary function, grip strength, flexibility, and physical component scale of health-related quality of life in hemodialysis patients.

Key words: Exercise, Hemodialysis, Physical fitness, Quality of life

서 론

1. 연구의 필요성

우리나라의 혈액투석 환자 유병률은 2007년 말 인구 백만 명당 617.7명으로 전체 투석 환자의 63.5%를 차지하며 전년 대비 6.5% 증가하였다(End Stage Renal Disease Registry Committee, 2008). 혈액투석 환자는 만성 신부전 질환 자체로 인한

근골격계의 구조적·기능적 변화, 요독증, 빈혈, 근병증, 신경병증의 합병증으로 인해 근력, 심폐 체력, 삶의 질이 감소한다(Kopple, Storer, & Casaburi, 2005). 이러한 합병증과 체력 저하로 인해 혈액투석 환자는 재활이 어려워지고, 삶의 질은 저하된다(Oh & Yoo, 2006; Shankar, 1999).

혈액투석 환자의 합병증과 체력저하를 개선하기 위해 다양한 방법들이 보고되고 있으나 최근에는 운동요법이 강조되고 있다. 운동요법을 통해 혈액투석 환자에게서 점진적으로 진행되는 신

주요어 : 운동, 혈액투석, 체력, 건강관련 삶의 질

*본 논문은 가톨릭대학교 대학원 박사학위 논문의 일부를 발췌하여 수정한 내용임.

*This article is based on a part of the first author's doctoral thesis from the Catholic University.

Address reprint requests to : Kim, Hee-Seung

College of Nursing, The Catholic University, 505 Banpo-dong, Seocho-gu, Seoul 137-010, Korea
Tel: 82-2-2258-7408 Fax: 82-2-2258-7772 E-mail: hees@catholic.ac.kr

투고일 : 2009년 5월 9일 심사회의일 : 2009년 5월 12일 게재확정일 : 2009년 8월 3일

체적 기능 저하를 막을 수 있으며(Kouidi, Grekas, Deligianis, & Tourkantonis, 2004), 혈압을 조절하고 근력과 심폐 체력을 증진하는데도 효과가 있다(Moinuddin & Leehey, 2008). 이외에도 운동요법은 만성 신부전 환자의 운동능력을 개선하고 피로와 우울을 감소시키는데 도움이 되며(Lee & Yoo, 2004), 불면증을 감소시키고 통증을 완화하며 혈중 지질 성분을 개선시키는(Yurtkuran, Alp, Yurtkuran, & Dilek, 2007) 효과가 있다.

혈액투석 환자에게 적용되는 운동요법은 일반적으로 유연성, 근력, 심폐 운동으로 구성된다(American College of Sports Medicine [ACSM], 2001; Painter, Calson, Carey, Paul, & Myll, 2000; The Life Option Rehabilitation Advisory Council [LORAC], 1995). 혈액투석 환자를 대상으로 운동요법을 적용한 국내 연구에서 유연성과 근력 증진 운동을 4주간 적용하여 불안과 우울에서의 개선 효과를 검증하였으나 체력에 미치는 영향에 대해서는 규명하지 않았다(Kim, 1997). Cycle ergometer와 treadmill 운동을 12주간 적용하여 체력이 증진되는 연구가 있으나 사용한 운동 방법에서 고가의 운동 장비가 필요하고 환자들이 독립적으로 손쉽게 시행하기 어렵다는 제한점이 있었다(Lee, Kim, Pyo, Kim, & Ji, 2001; Suh, Jung, Kim, Park, & Yang, 2002). 이에 대한 대안으로 혈액투석 환자 스스로 운동 강도를 쉽게 조절할 수 있고 시간과 장소에 구애받지 않으면서도 비용효과적인 운동방법의 필요성이 제기되었다.

이에 본 연구자는 혈액투석 환자가 스스로 운동 강도를 조절할 수 있고 시행이 용이하며 경제적인 운동요법인 유연성, 근력 강화 및 걷기 운동을 적용하여 체력과 건강 관련 삶의 질에 대한 효과를 규명하고자 본 연구를 실시하였다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 유연성, 근력강화, 그리고 걷기 운동요법이 혈액투석 환자의 체력과 건강관련 삶의 질에 미치는 효과를 규명하고자 하며 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 운동요법이 혈액투석 환자의 심폐 기능에 미치는 효과를 파악한다.

둘째, 운동요법이 혈액투석 환자의 근력에 미치는 효과를 파악한다.

셋째, 운동요법이 혈액투석 환자의 유연성에 미치는 효과를 파악한다.

넷째, 운동요법이 혈액투석 환자의 건강관련 삶의 질에 미치는 효과를 파악한다.

3. 용어 정의

1) 운동요법

신체를 단련하거나 건강을 위해서 몸을 움직이는 체계적이고 구체적인 프로그램을 말하며(The Society of Korean Language and Literature [SKLL], 2004), 본 연구에서는 LORAC (1995)에서 혈액투석 환자를 대상으로 개발한 운동 방식을 근거로 유연성, 근력 강화 및 걷기 운동으로 구성된 프로그램을 말한다.

2) 체력

몸의 작업 능력 또는 건강 장애에 대한 몸의 저항 능력을 말한다(SKLL, 2004). 본 연구에서는 운동부하에 따른 심폐기능 즉, 최고 산소섭취량, 최고 환기량, 최고 운동 시 호흡수, 최대 심박수, 운동 시간과 근력 및 유연성 측정치를 말한다.

3) 건강관련 삶의 질

대상자가 이상적이라고 인지하는 기능 상태와 비교되는 현재의 신체적, 심리적, 사회적, 인지적 기능에 대한 주관적 만족감을 말한다(Grumann, Noack, & Hoffmann, 2001). 본 연구에서는 Medical Outcomes Study Short Form-36 (MOS SF-36) (Ware, Snow, Kosinoski, & Gandex, 1993)을 Yang (2001)이 수정 보완한 도구로 측정된 점수를 말하며 점수가 높을수록 건강관련 삶의 질이 양호함을 의미한다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 운동요법이 혈액투석 환자의 체력과 삶의 질에 미치는 효과를 확인하기 위한 비동등성 대조군 전후 설계의 유사 실험 연구이다.

2. 연구 대상

서울시와 경기도 소재 4개 대학병원 인공신장실에서 2003년 10월부터 2004년 1월까지 유지 혈액투석을 받고 있는 일상적인 활동이 가능한 18세에서 64세의 성인 환자 중에서 본 연구 참여에 서면으로 동의하고 다음의 선정기준이 해당되는 자를 대상으로 하였다.

첫째, 투석 생활에 적응되었다고 판단되는 시기인 투석 기간이 3개월 이상된 자(Molsted, Eidemak, Sorensen, & Kris-

tensen, 2004; Painter et al., 2002)

둘째, 운동 중 합병증 발생의 위험을 줄이기 위해 혈색소치가 9 g/dL 이상이면서 중증 고혈압, 조절되지 않는 부정맥, 조절되지 않는 당뇨, 최근 6개월 이전의 심근 경색 병력, 신경계 이상으로 인한 기능장애가 없는 자

셋째, 운동요법 적용 전 1개월 이내에 다른 운동요법에 참여하지 않았던 자

본 연구 목적을 위해 요구되는 대상자 수는 혈액투석환자를 대상으로 운동요법을 적용하여 최고 산소섭취량을 5 mL/kg/min 증가시킨 연구(Tsuyuki et al., 2003)에서 구해진 효과크기 1.1을 기준으로 유의수준 0.05, 검정력 0.90을 유지하는 조건을 설정한 결과 t-test에 필요한 표본 크기는 각 집단에서 19명이 요구되었다. 이에 탈락률을 고려하여 대조군과 실험군으로 각각 30명을 모집하였으며 실험처치의 확산을 방지하기 위해 대조군은 화, 목, 토요일에, 실험군은 월, 수, 금요일에 혈액투석을 받는 환자로 할당하였다. 대조군 중 1명은 동정맥루 수술을 위해 입원하였고, 1명은 타 병원으로 전원되었으며, 7명은 사후 검사로 체력 측정을 거부하여 최종 대상자는 21명이었다. 실험군의 경우 4명은 발목 염좌, 망막출혈 및 유방종양 수술 등의 건강 문제로 운동이 불가능하였으며 가족 사망을 포함한 개인적인 이유로 집단 운동 출석률이 70% 미만인 5명이 제외되어 최종 대상자는 21명이었다.

3. 연구 도구

1) 체력

체력은 혈액투석 환자의 혈압과 심폐기능이 가장 안정되어 운동하기에 적합한 혈액 투석 다음날(Konstantinidou, Koukouvou, Kouidi, Deligiannis, & Tourkantonis, 2002; Kouidi et al., 2004; LORAC, 1995; Suh et al., 2002)에 서울에 소재한 국민체력센터에 의뢰하여 측정하였다.

(1) 심폐 기능

Astrand Leg Ergometry Max Protocol (Sietsema et al., 2002)에 따라 Bicycle ergometer (Cardio Bike 401 tec, Air Machine, Cesena, Italy)와 가스 분석기(Vmax 229, Sensor-Medics, Yorba Linda, California, USA)를 사용하여 최고 산소섭취량, 최고 환기량, 최고 운동 시 호흡수, 최대 심박수 등의 심폐 기능을 측정하였다. Protocol에 따라 대상자가 자전거에 앉아 3분간 안정을 취한 다음, 1분간 부하 없이 페달을 돌린 후 운동 부하를 2분마다 25 watt씩 증가시켰으며 페달의 회전 수

는 분당 60-70회를 유지하도록 하였다. 심폐 기능 검사의 종료 시점은 ACSM (2001)의 권고에 따라 검사 중 피로, 호흡곤란, 고통 등으로 인한 대상자의 중지 요청이 있을 때로 하였다.

측정 항목은 아래와 같다.

첫째, 최고 산소 섭취량(Peak oxygen uptake, VO_{2Peak}): 운동 중 1분 동안 섭취한 산소의 최고량을 mL/kg/min 단위로 측정하였다.

둘째, 최고 환기량(Peak minute ventilation, V_{Epeak}): 최고 운동 시 1분 동안의 환기량을 l/min 단위로 측정하였다.

셋째, 최고 운동 시 호흡수(Peak respiration rate, RR_{Peak}): 최고 운동 시의 분당 호흡수를 회/분 단위로 측정하였다.

넷째, 최대 심박수(Maximal heart rate, HR_{max}): 최고 운동 시의 분당 최대 심박수를 회/분 단위로 측정하였다.

다섯째, 운동 시간(Exercise duration): 운동 검사 시작부터 종료 시점까지의 시간을 초 단위로 측정하였다.

(2) 악력

근력계(THP², NuryTec, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다. 대상자가 양발을 어깨 넓이로 벌리고 측정기를 움켜 쥔 손이 몸의 측면에 닿지 않도록 자연스럽게 벌린 상태에서 최대한 힘껏 쥐도록 하였다. 양쪽 팔에서 kg 단위로 각각 측정하여 더 높은 값을 채택하였다.

(3) 유연성

앉아 윗몸 앞으로 굽히기 계측기(THP², NuryTec, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다. 대상자가 편평한 바닥에 무릎을 꿇고 앉아서 막대자가 있는 발판에 발바닥이 직각으로 닿도록 한 후 양손바닥을 마주 붙인 상태에서 상체를 굽혀 손끝으로 밀어낸 막대 자의 길이를 cm 단위로 2회 측정하여 더 우수한 값을 채택하였다.

2) 건강관련 삶의 질

건강관련 삶의 질은 MOS SF-36 (Ware et al., 1993)을 Yang (2001)이 수정 보완한 도구로 측정하였다. 이 도구는 전반적인 건강상태를 평가하여 환자의 치료 효과를 파악하기 위한 목적으로 개발된 자가 보고형식으로 건강 수준 변화에 대한 민감도를 인정받았으며 신체적 기능 측정에 초점을 둔 도구이다(Yang, 2001). 이 도구는 신체적 요소 척도(Physical component scale, PCS)와 정신적 요소 척도(Mental component scale, MCS) 영역으로 구성되었다. PCS와 MCS 점수는 Ware 등(1993)이 제시한 Likert 척도의 점수를 100점 기준으로 환산하였으며, 점

수가 높을수록 건강 상태가 양호함을 의미한다.

4. 연구 진행 절차

1) 실험 처치

실험군에게 제공한 운동요법은 12주 동안 주 3회, 회당 20-60분의 유연성, 근력강화 및 걷기 운동이며 병원에서의 집단 운동과 가정에서의 개별 운동으로 진행하였다. 또한 운동 시 환자의 안전과 이행도를 높이기 위하여 보충적으로 교육 및 지지 간호를 병행하였다. 운동 초기 효과를 달성하기 위한 운동 기간은 8-12주가 적합하다는 보고(LORAC, 2000; Shankar, 1999)에 따라 12주로 설정하였다. 그리고 심폐 체력을 증가시키기 위한 운동 횟수와 시간은 주 3-5회, 1회 20-60분 정도로 설정하도록 한 근거(ACSM, 2001; LORAC, 1995)에 따라 주 3회, 20-60분 동안을 적용하였다. 운동 강도는 운동 자각도(Rating of Perceived Exertion, RPE)에 따라 설정하도록 권장한 근거(Fuhrmann & Krause, 2004; LORAC, 1995)에 따라 RPE 측정 점수를 적용하였다. 또한 운동요법의 지속성을 증가시키기 위한 전략으로 집단과 개별 운동을 모두 포함하는 것이 바람직하다는 견해(Kouidi, 2002)에 따라 주 1회의 집단 운동과 2회의 개별 운동 형태로 제공하였다.

운동요법은 LORAC (2000)에서 개발한 A Guide for the People on Dialysis 내용을 연구자가 번역하여 일부를 발췌하여 사용하였으며 이에 대해 신장내과 전문의 2명, 운동 처방사 2명으로부터 내용타당도를 검정받았다.

(1) 운동요법

운동요법의 구성은 ACSM (2001)과 LORAC (1995)의 지침에 따라 준비 운동, 본 운동, 정리 운동을 기본 요소로 하였다. 준비 운동과 정리운동은 각각 유연성 운동으로 하였으며, 본 운동으로는 근력 강화 운동과 걷기운동으로 구성하였다(LORAC, 2000). 준비운동인 유연성 운동은 목, 손과 손목, 어깨, 등, 가슴, 대퇴부, 다리, 다리와 발목의 순서에 따라 각 부위별로 경직된 근육과 관절 접합부위가 충분히 늘어나도록 10초 동안 3회씩 반복하여 5분간 실시하는 것으로 운동 강도는 RPE 8-9점(매우 쉽다)의 강도를 유지하도록 하였다. 본 운동 중 근력강화 운동은 운동 초기 단계(1-4주)에는 상완, 대퇴부, 다리, 골반, 복부 부위의 9가지 기본 운동을 실시하고 운동 숙달 단계(5-8주)에는 중등도 운동인 상완, 흉부, 대퇴부 부위의 5가지 운동을 기본 운동과 함께 실시하며 운동 강화 단계(9-12주)에는 모래주머니와 아령 등을 사용한 부하 운동을 실시하였다. 초기 단

계에는 운동 횟수나 시간을 늘리고 이후에는 운동 강도를 증가시키는 것이 바람직하다는 ACSM (2001)의 권고에 따라 근력 강화 운동 횟수를 1주에 2회로 시작하여 매주 3회씩 증가시켜 최고 15회까지 증가시켰으며, 운동 시간도 10분에서 시작하여 20분까지 점진적으로 증가시켰다. 본 운동 중 걷기운동은 환자 개인이 시행하는 개별 운동으로서 투석 다음날에 주 3회 개별적으로 환자 자신의 가정 주변 장소를 빠르게 걷도록 하였다. 운동 시작 첫 주에는 10분 동안 걷게 하고 2주 간격으로 5분씩 연장하여 최종 30분 동안 걷도록 하였다. 본 운동의 강도는 RPE 12-13점(약간 힘들다)을 유지하도록 하였다. 정리운동은 본 운동 시의 운동 강도를 서서히 낮추어 유연성 운동을 5분 동안 RPE 8-9점의 강도로 실시하였다.

(2) 진행 과정

단계별로 제공한 교육 내용과 지지간호는 다음과 같다

- 제1주 도입 단계: 운동의 필요성을 설명하고 운동의 동작, 순서, 강도, 횟수, 시간, 주의사항 등에 대한 운동방법을 교육하였다. 운동방법이 그림으로 설명된 유인물을 제공하고 운동일지를 배부하여 환자가 가정에서 시행한 운동내용과 운동 시 발생한 문제점을 기록하여 집단 운동 시 가져오도록 하였다.

- 제2-4주 학습단계: 운동의 필요성과 유익성에 대하여 반복적으로 교육하였다. 매주 집단 운동을 통해 운동 동작과 순서의 오류를 확인하고 교정해주었다. 가정에서 개별 운동 후 기록한 운동일지를 검토하여 운동 수행상태, 운동 방법과 운동 시 발생한 문제점을 확인하고 적절한 격려와 해결책을 제공하였다.

- 제5-8주 강화숙달단계: 집단 운동 시 운동 동작, 순서, 강도, 횟수, 시간 등을 점검하고 안전하고 효과적인 걷기 운동 방법을 교육하였다. 친밀감을 높이고 프로그램에 대한 호응을 높이기 위해서 매달 전화 연락을 하고 운동 8주째에는 건강투석을 희망하는 안부카드를 발송하였다. 가정에서 작성한 운동일지를 점검하고 피드백을 제공하였다.

- 제9-12주 강화 및 유지단계: 운동 소도구로 모래주머니를 사용하여 근력강화 운동 시 부하를 증가시키고 만보계를 사용하여 걷기 운동 시의 흥미를 지속하도록 하였다.

집단 운동은 4개 병원의 실험군 30명을 8개 집단으로 나누어 인공 신장실 근무 경력이 7년으로 이들 환자의 특성을 잘 알고 있는 본 연구자가 보조 연구원과 함께 진행하였다. 혈액투석 시의 수분 제거에 따른 심혈관계 영향을 고려하여 혈액 투석 환자의 운동 시기는 투석 다음날이 가장 적합하지만(LORAC, 1995), 혈액투석일 이외에 운동하기 위해 별도로 병원을 방문하는 부담을 줄이기 위해 혈액 투석 당일에 주 1회 병원 강당이나 소회

의실에서 실시하였다. 오전 투석환자들은 투석 종료 후 1시간 이상의 휴식 시간을 가진 후 실시하였고, 오후 투석 환자들은 투석 전에 실시하였다. 병원 환경상 집단 운동 시에는 준비 운동, 본 운동 중 걷기 운동을 제외한 근력강화 운동과 정리 운동을 실시하였다. 대상자들에게 운동 방법을 숙지시키고, 안전을 위해 집단 교육과 추가적인 개별 교육을 실시하였으며 이행을 높이고 탈락을 방지하기 위해 지지 간호를 제공하였다.

개별운동으로는 최적의 대사, 생리 상태를 보이는 혈액투석 다음날에 준비 운동, 본 운동인 근력강화와 걷기 운동, 정리 운동을 가정에서 실시하도록 하고 운동 결과와 문제점을 운동일지에 기록하게 하였다.

운동요법을 진행하는 전 기간 동안 운동 시 나타난 증상과 문제점에 대하여 담당 의료진과의 긴밀한 연계를 통해 즉각적으로 대처하고 해결하였다.

2) 자료 수집 방법

서울과 경기도 소재 대학병원 4곳의 인공신장실 관리 책임자에게 연구 목적을 설명하고 연구 진행을 허락받았다. 예비조사로서 실험처치를 시작하기 4주 전에 혈액투석 환자 5명을 대상으로 운동요법의 적용 가능성을 확인하였다. 본 조사로 연구 대상 선정 기준에 적합한 환자에게 연구의 목적을 설명하고 자료 수집의 협조를 구하였다. 인구학적 특성과 임상적 특성을 조사한 후 운동요법을 시작하기 전에 사전 검사로 국민체력센터에서 체력과 건강관련 삶의 질을 측정하였다. 대조군에게는 일상적인 투석치료와 간호를 제공하였으며 실험군에게는 실험처치로 12주간 주 3회씩 총 36회의 운동을 실시하였다. 12주간 운동요법 적용 후 사후 검사로서 체력과 건강관련 삶의 질을 사전검사와 동일한 방법으로 측정하였다.

5. 자료 분석 방법

수집된 자료는 SAS 프로그램(version 8)을 이용하였다. 중요 종속변수의 정규 분포를 확인한 후, 대조군과 실험군의 인구학적 특성, 임상적 특성, 체력과 건강관련 삶의 질은 실수 및 백분율, 빈도와 평균을, 두 군 간의 동질성을 검정하기 위해서 χ^2 test와 Fisher's exact test 및 t-test를 이용하였다. 대조군과 실험군의 실험 전후 체력과 건강관련 삶의 질의 차이는 paired t-test로 분석하였으며, 실험 전후 차이에 대한 집단 간 비교는 unpaired t-test로 검정하였다.

연구 결과

1. 대상자 특성

평균 연령은 대조군 48.7세, 실험군 46.7세이었고, 남자가 대조군은 57.1%, 실험군은 61.9%이었다. 평균 혈액투석 기간은 대조군이 61.1개월, 실험군 61.7개월이었다. 평균 혈액소치는 대조군 10.0 g/dL, 실험군 10.5 g/dL이었다. 실험전 대조군과 실험군의 인구학적 특성, 임상적 특성, 심폐기능, 악력, 유연성 및 건강관련 삶의 질은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다 (Table 1, 2).

2. 체력

1) 심폐 기능

최고 산소섭취량의 실험 전후 변화 정도는 대조군이 2.0 mL/kg/min 감소하였고 실험군이 2.6 mL/kg/min 증가하였다(p =

Table 1. Homogeneity Test for Demographic and Clinical Characteristics in the Control and Experimental Groups

Characteristics	Control group (n=21)	Experimental group (n=21)	χ^2/t	p
	Mean \pm SD/n (%)	Mean \pm SD/n (%)		
Age (yr)	48.7 \pm 12.2	46.7 \pm 9.8	0.57	.571
Gender				
Male	12 (57.1)	13 (61.9)	0.09	.753
Female	9 (42.9)	8 (38.1)		
Educational level				
Below middle school	11 (52.4)	7 (33.3)	0.21	.175
Above high school	10 (47.6)	14 (66.7)		
Job				
Yes	2 (9.5)	4 (19.0)		.240*
No	19 (90.5)	17 (81.0)		
Spouse				
Yes	18 (85.7)	15 (71.4)		.162*
No	3 (14.3)	6 (28.6)		
Perceived economic status				
Middle and high	12 (57.1)	16 (76.2)	1.71	.190
Low	9 (42.9)	5 (23.8)		
Duration of hemodialysis (month)	61.1 \pm 70.3	61.7 \pm 50.0	0.03	.976
Hemoglobin (g/dL)	10.0 \pm 1.3	10.5 \pm 1.4	1.23	.976
Hematocrit (%)	29.7 \pm 3.6	31.0 \pm 4.1	1.09	.282
Diabetes				
Yes	4 (19.0)	4 (19.0)		.652*
No	17 (81.0)	17 (81.0)		
Dry weight (kg)	54.8 \pm 10.4	53.0 \pm 8.4	0.59	.558

*Fisher's exact test.

.001). 최고 환기량의 실험 전후 변화 정도는 대조군이 8.0 L/min 감소하였고 실험군이 7.8 L/min 증가하였다($p=.001$). 최고 운동 시 호흡수의 실험 전후 변화 정도는 대조군이 1.2회/분 감소하였고, 실험군이 4.1회/분 증가하였다($p=.002$). 최대 심

Table 2. Homogeneity Test for Physical Fitness and Health-related Quality of Life in the Control and Experimental Groups

Variables	Control group (n=21)	Experimental group (n=21)	t	p
	Mean ± SD	Mean ± SD		
Physical fitness				
Cardiopulmonary function				
$\dot{V}O_{2peak}$ (mL/kg/min)	24.0±5.8	24.9±5.7	0.52	.606
\dot{V}_{Epeak} (l/min)	45.6±17.6	43.6±17.8	0.37	.716
RR_{peak} (frequency/min)	29.9±5.1	32.0±8.5	0.97	.340
HR_{max} (beat/min)	132.5±23.0	124.5±24.2	1.09	.282
Exercise duration (sec)	176.8±89.5	167.3±96.1	0.33	.744
Grip strength (kg)	30.2±11.0	28.4±9.2	0.56	.580
Flexibility (cm)	3.6±10.4	3.2±9.8	0.09	.282
Quality of life				
PCS (score)	56.1±20.4	49.2±11.3	1.36	.181
MCS (score)	56.1±21.4	53.2±15.0	0.50	.621

$\dot{V}O_{2peak}$ =peak oxygen uptake; \dot{V}_{Epeak} =peak minute ventilation; RR_{peak} =peak respiration rate; HR_{max} =maximal heart rate; PCS=physical component scale; MCS=mental component scale.

Table 3. Changes of the Cardiopulmonary Function, Grip Strength, and Flexibility in Control and Experimental groups

Variables/group	Pretest	Posttest	t*	p	Difference (Posttest-Pretest)	t†	p
	Mean ± SD	Mean ± SD					
Cardiopulmonary function							
$\dot{V}O_{2peak}$ (mL/kg/min)							
Cont.	24.0±5.9	22.0±6.1	1.98	.061	-2.0±4.6	3.48	.001
Exp.	24.9±5.7	27.5±6.0	3.05	.006	2.6±3.9		
\dot{V}_{Epeak} (L/min)							
Cont.	45.7±17.6	37.7±14.7	3.77	.001	-8.0±9.6	4.62	.001
Exp.	43.6±17.8	51.4±18.5	2.91	.008	7.8±12.2		
RR_{peak} (frequency/min)							
Cont.	29.9±5.1	28.7±4.6	1.35	.191	-1.2±4.2	3.29	.002
Exp.	32.0±8.5	36.1±7.9	3.06	.006	4.1±6.2		
HR_{max} (beat/min)							
Cont.	132.5±23.0	128.8±24.4	1.02	.316	-3.1±16.6	0.81	.423
Exp.	124.5±24.2	126.7±32.2	0.34	.733	2.2±29.1		
Exercise duration (sec)							
Cont.	176.8±89.5	171.7±96.3	0.04	.665	-5.1±53.2	3.34	.001
Exp.	167.3±96.1	218.6±118.1	4.17	.001	51.3±56.3		
Grip strength (kg)							
Cont.	30.2±11.0	28.4±10.3	2.97	.008	-1.8±2.7	3.46	.001
Exp.	28.4±9.2	30.5±9.4	2.22	.037	2.1±4.3		
Flexibility (cm)							
Cont.	3.5±10.4	3.6±10.3	0.19	.849	0.1±3.2	3.41	.002
Exp.	3.2±9.8	6.8±9.0	4.43	.001	3.6±3.7		

*Paired t-test; †Independent t-test.

Cont.=control group (n=21); Exp.=experimental group (n=21); $\dot{V}O_{2peak}$ =peak oxygen uptake; \dot{V}_{Epeak} =peak minute ventilation; RR_{peak} =peak respiration rate; HR_{max} =maximal heart rate.

박수의 실험 전후 변화 정도는 차이가 없었다($p=.423$). 운동시 간의 실험 전후 변화 정도는 대조군 5.1초 감소하였고 실험군이 51.3초 증가하였다($p=.001$) (Table 3).

2) 악력

악력의 실험 전후 변화 정도는 대조군이 1.8 kg 감소하고 실험군은 2.1 kg 증가하여 두 군 간에 유의한 차이가 있었다($p=.001$) (Table 3).

3) 유연성

유연성의 실험 전후 변화 정도는 대조군이 0.1 cm 증가한데 비해 실험군은 3.6 cm 증가하여 유의한 차이를 나타냈다($p=.002$) (Table 3).

3. 건강관련 삶의 질

신체적 요소 척도 점수(PCS)의 실험 전후 변화 정도는 실험군이 11.7점 증가하여, 대조군에서의 1.5점보다 증가 폭이 컸다($p=.033$). 정신적 요소 척도 점수(MCS)의 실험 전후 변화 정도는 두 군 간의 유의한 차이가 없었다($p=.882$) (Table 4).

Table 4. Changes of the Quality of Life in Control and Experimental Groups

Variables group	Pretest	Posttest	t*	p	Difference (Posttest-pretest)	t [†]	p
	Mean ± SD	Mean ± SD					
PCS (score)							
Cont.	56.1 ± 20.4	57.6 ± 23.6	0.45	.659	1.5 ± 15.0	2.22	.033
Exp.	49.2 ± 11.3	60.9 ± 16.9	3.58	.002	11.7 ± 15.0		
MCS (score)							
Cont.	56.1 ± 21.4	63.5 ± 20.1	1.96	.064	7.4 ± 17.3	0.15	.882
Exp.	53.2 ± 15.0	61.5 ± 18.9	1.97	.063	8.2 ± 19.1		

*Paired t-test; [†]Independent t-test.

Cont.=control group (n=21); Exp.=experimental group (n=21); PCS=physical component scale; MCS=mental component scale.

논 의

혈액투석 환자의 운동 능력의 저하는 재활을 어렵게 할 뿐만 아니라 삶의 질을 낮추고 사망률을 증가시키는 요인이 된다. 혈액투석 환자에게 운동 요법을 적용하면 체력, 지단백, 당 대사, 인슐린 민감성, 혈압, 빈혈, 최대 산소섭취량 및 삶의 질이 개선된다(Molsted et al., 2004; Painter et al., 2000; Park et al., 2002). 이러한 효과에도 불구하고 혈액투석 환자들은 만성 신부전 질환 자체와 질환으로 인한 심장 및 근골격계 합병증, 인식 결여, 시간 부족 및 피로 등의 이유로 국내에서는 운동요법의 적용이 활성화되어 있지 못하는 실정이다. 따라서 투석 환자의 특성을 충분히 고려하여 안전하면서도 편리하고 효과적인 운동요법이 개발되어야 한다.

혈액 투석 환자에게 운동요법을 적용할 때에는 성별, 연령 외에도 심부전증과 당뇨 유무, 혈액소치, 투석 기간에 따라 운동 기능의 차이가 있으므로 운동 방법과 진행 정도가 달라져야 한다. 또한 환자들의 복용 약물과 체액 상태에 따라서 운동 시 심장 반응이 영향을 받을 수 있으므로 일반적으로 이용되는 심박수 측정제에 의한 운동 강도 설정 방법은 적합하지 않다(LORAC, 1995). 또한 낮은 강도에서 점진적으로 운동 강도를 증가시키고, 운동에 대한 이행도를 높이기 위해서는 의료진의 관리가 필요하다(Kouidi, 2002).

본 연구에서 운동요법 적용 후 심폐 기능 중 최고 산소섭취량은 실험군에서 유의하게 증가하였다. 이는 규칙적인 심폐 지구력 운동 후 최고 산소섭취량이 유의하게 상승된 연구(Kouidi et al., 2004; Suh et al., 2002; Tsuyuki et al., 2003)와 유사한 결과이다. ACSM (2001)에 따르면, 투석 환자의 평균 최대 산소섭취량은 약 20 mL/kg/min이며, 심폐 지구력 운동을 통해 20~25% 정도 증가될 수 있다고 하였다. 본 연구에서 21명의 실험군 중 16명에서 실험 전보다 최고 산소섭취량이 증가하였고, 실험군에서의 운동 후 평균 최고 산소섭취량은 27.5

mL/kg/min로 운동전보다 10.5% 상승하였다. 최고 산소섭취량은 가장 널리 사용되는 심폐 체력 측정 방법으로서 심박출량과 동정맥 간 산소차에 의해 결정되고, 체내에서 사용되는 산소의 총량을 의미한다(ACSM, 2001). 따라서 실험군에서 최고 산소섭취량이 증가된 것은 운동요법 적용 후 최대 유산소 능력이 개선됨을 나타내는 것이다.

본 연구에서 실험군의 최고 환기량은 유의하게 증가하여 20주 동안 걷기 및 자전거 타기 등의 운동 훈련 후에 환기량이 증가하였다는 선행 연구(Konstantinidou et al., 2002; Tsuyuki et al., 2003)와 유사한 결과이었다. 운동 중에는 환기량, 1회 환기량 및 호흡수가 증가되어, 운동군이 대조군보다 운동 시 분당 환기량이 증가된다(ACSM, 2001). 따라서 본 연구에서의 최대 환기량 증가는 지속적인 운동에 의해 1회 환기량과 호흡수가 상승된 결과로서, 환자의 심폐 기능 향상에 기여하였다고 사료된다(Jun, Woo, & Kim, 2000).

본 연구에서 실험군의 최고 운동 시 호흡수는 유의하게 증가하였다. 운동시 최고 환기량은 안정 시보다 15~24배 증가하는데 약하거나 보통의 운동 강도에서는 1회 환기량이 증가함에 따라 총 환기량이 상승하지만 강한 강도에서는 호흡수의 증가에 의해 상승한다(ACSM, 2001). 따라서 실험군의 최고 호흡수 증가는 운동요법 적용 후 높은 운동 강도에서 환기가 증가된 것을 의미하는 것이다.

최대 운동 시 대조군의 최대 심박수는 3.72회/분 감소하고 실험군은 2.19회/분 증가하는 경향이었으나 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 이는 유산소 운동과 근력 강화 운동을 실시한 후 최대 심박수에는 변화가 없었다는 연구 결과(Konstantinidou et al., 2002)와는 유사하였으나 유산소 운동과 근력강화 운동 후 최대 심박수가 감소되었다는 연구 결과(Park et al., 2002)도 있어서 연구 간에 차이가 있었다. 이처럼 연구 간 결과에 차이를 보인 것은 만성신부전 환자들이 흔히 경험하는 자율신경장애로 인해 운동 시 교감신경 활성화가 방해받음으로써 심박수가 증가하지

않았을 수 있으며, 이들이 복용하는 교감신경 차단제의 작용으로 심박수의 증가가 뚜렷하지 않았던 것으로 사료되었다.

운동 시간은 대조군에서는 감소한 반면, 실험군에서는 증가하여 선행 연구(Konstantinidou et al., 2002; Kouidi et al., 2004; Lee et al., 2001; Suh et al., 2002)와 유사한 결과를 보였다. 더욱이 운동 검사 시 운동 시간에 따라 점진적으로 부하를 증가시켰던 점을 감안할 때, 실험군에서의 운동 시간의 증가는 실험 후 운동 내성이 상당히 증가되었음을 알 수 있었다.

악력은 실험군에서 유의하게 증가하여, 근력강화 운동 후 근력이 유의하게 증가되었다는 여러 다른 연구(Park et al., 2002; Yurtkuran et al., 2007)의 결과와 유사하였다. 전완의 근력을 나타내는 악력은 근력 측정 항목의 하나로 널리 이용되며, 전신의 근력과 상관관계가 매우 높다. 또한 근력은 투석 환자의 심폐 기능에 대한 주요 예측인자로서 근력의 감소로 발생하는 허약감은 혈액투석 환자의 운동 내성을 제한하는 주요 요인이라고 하였다(Diesel, Novakes, Swanepoel, & Lambert, 1990). 본 연구에서 실험군에서의 운동 후 평균 악력은 30.5 kg로 운동전보다 10.8% 증가하였다. 이러한 악력의 증가는 근력 강화 운동 중 등척성 수축 운동과 등장성 수축 운동을 통해 경부, 견부, 흉부, 상완 및 전완의 근육이 고루 발달한 결과로서 투석 환자의 운동 내성이 개선되었음을 알 수 있었다.

실험군에서 유연성이 유의하게 증가하여 스트레칭 및 유연체조 후 유연성이 증가하였다는 선행 연구(Lee et al., 2001)의 결과와 유사하였다. 투석환자에서도 연령이 증가함에 따라 관절염 발생 빈도가 높아져 신체 가동범위가 제한되므로(Shankar, 1999) 유연성 운동을 통해 관절운동 범위를 증가시키는 것이 좋다. 특히 본 연구에서 유연성 측정 도구로 사용한 앉아 엳몸 앞으로 굽히기 측정방법은 등과 대퇴부의 유연성을 평가할 수 있는 방법이므로 유연성 운동을 통해 경부, 견부, 배부, 슬와부, 대퇴부의 유연성이 증가한 것으로 사료되었다.

본 연구에서 운동 실험 후 건강 관련 삶의 질 중 PCS가 실험군에서 유의하게 증가하였는데, 이러한 결과는 5개월의 자전거 운동 후 '신체적 기능' 영역이 개선되었고(Molsted et al., 2004; Painter et al., 2002), 3개월 동안의 투석 중 자전거 운동과 슬개 전진근 강화 운동 후 PCS가 개선된 결과(Park et al., 2002)와 유사하였다. MOS SF-36은 만성 신부전 환자나 다른 만성 질환자의 건강 사정을 위해 널리 사용되고 있으며, 그 중 PCS는 혈액투석 환자의 사망률이나 입원율의 유의한 예측인자로 알려져 있다(DeOreo, 1997). 따라서 운동요법이 실험군의 체력을 향상시킬 뿐 아니라 건강 관련 삶의 질 중 PCS에서의 개선에도 효과가 있음은 중요한 의미가 있다고 할 수 있다.

실험 후 건강 관련 삶의 질 중 MCS는 두 군 간에 차이가 없었는데, Painter 등(2000)도 운동 후 MCS는 차이가 없었다고 하여 본 연구 결과와 유사하였으나 Park 등(2002)의 연구 결과에서는 운동 후 MCS가 유의하게 증가되었다. Park 등(2002)의 실험군에서 측정된 운동 전 MCS가 48.7점으로 본 연구 실험군의 53.2점보다 낮은 점수 분포를 보였는데 MCS 점수가 낮았던 대상자에게서 운동에 따른 개선 효과가 더 뚜렷하게 나타났을 것으로 추측된다.

운동이 효과가 있음에도 불구하고 실제로 대부분의 혈액투석 환자들은 운동의 필요성을 심각하게 고려하지 않고 있었으며 필요성을 인식하더라도 자신에게 적합한 운동 방법을 모르거나 운동 시간을 따로 할애해야 한다는 심리적인 부담을 가지고 있었다. 본 연구에서 적용한 운동요법은 언제 어디서나 쉽게 적용할 수 있는 방법으로 구성하였고 환자의 체력에 따라 운동의 강도를 스스로 조절하도록 하였는데, 이렇게 운동의 강도를 다양하게 함으로서 운동의 동기화를 유발하고 운동 중 합병증 발생을 줄일 수 있었다. 또한 모래 주머니와 만보계 등의 간단한 운동 소도구를 사용하여 운동 방법에 변화를 준 것이 운동 효과를 증가시키는데 도움이 되었다. 본 운동요법의 12회의 집단 운동 중 전체 탈락률은 30%로서 12주의 실험처치 기간 동안 비교적 이행도가 양호하였다. 이는 집단 운동일과 혈액투석일이 같아서 운동 대상자들의 이동 시간에 따른 심리적 부담을 줄인 점이 탈락률을 낮추었을 것으로 생각된다. 전체 탈락자 9명의 시기별 탈락 분포는 8주 이후의 탈락자가 6명으로 가장 많았다. 또한 12주의 운동 기간 동안 근육 경련, 투석 후 혈압 저하, 출혈, 혈관 통로 관리 등 투석 관련 문제 이외에도 가벼운 상기도 감염, 근육통, 허약감, 어지럼증과 추운 날씨에 지속적인 운동을 방해하는 요인이었다. 그러나 운동 초기에 흔히 호소하던 근육통과 허약감은 프로그램 중반부터는 현저히 감소하였으며 일부의 환자들은 프로그램 종료 후에도 운동요법이 지속되기를 희망하는 등 운동에 대한 적극성을 나타냈다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 본 운동요법은 혈액투석 환자의 최고 산소섭취량, 최고 운동시 환기량, 최고 호흡수와 운동 시간을 유의하게 증가시켰으며 악력, 유연성 및 PCS도 개선시키는 효과가 있었다.

결론

본 연구는 유연성, 근력강화 및 걷기 운동이 혈액투석 환자의 체력과 건강관련 삶의 질에 미치는 효과를 규명하고자 비동등성 전후 설계로 실시되었다.

본 연구에서 혈액투석 환자의 체력 및 건강관련 삶의 질 중 PCS가 운동요법을 통해 호전되는 효과가 검증되었으므로, 운동요법은 혈액투석 환자의 낮은 체력과 건강관련 삶의 질을 개선하는 유익한 간호중재로 실무에서 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다. 첫째, 본 운동요법을 복막투석 환자에게도 확대 실시하여 그 효과를 검증하고 혈액투석 환자와 비교하는 반복 연구가 필요하다. 둘째, 적극적인 치료방법의 하나로 운동요법을 적용할 수 있도록 지역사회 및 병원에서의 행정적인 지원과 다양한 교육매체의 개발이 필요하며 이에 대한 적용 효과를 측정하는 추후 연구가 필요하다.

REFERENCES

- American College of Sports Medicine. (2001). *ACSM's resource manual for guides for exercise testing and prescription* (4th ed). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- DeOreo, P. B. (1997). Hemodialysis patient-assessed functional health status predicts continued survival, hospitalization, and dialysis-attendance compliance. *American Journal of Kidney Disease, 30*, 204-212.
- Diesel, W., Novakes, T. D., Swanepoel, C., & Lambert, M. (1990). Isokinetics muscle strength predicts maximal exercise tolerance in renal patients on chronic hemodialysis. *American Journal of Kidney Disease, 16*, 109-114.
- End Stage Renal Disease Registry Committee. (2008). Current renal replacement therapy in Korea -Insan memorial dialysis registry 2007-. *Korean Journal of Nephrology, 27*(Suppl. 2), 437-465.
- Fuhrmann, I., & Krause, R. (2004). Principles of exercising in patients with chronic kidney disease, on dialysis and for kidney transplant recipients. *Journal of Clinical Nephrology, 61* (Suppl. 1), 14-25.
- Grumann, M. M., Noack, E. M., & Hoffmann, I. A. (2001). Comparison of quality of life in patients undergoing abdominoperitoneal extirpation or anterior resection for rectal cancer. *Annals of Surgery, 233*, 149-156.
- Jun, T. W., Woo, J. H., & Kim, Y. S. (2000). Effect of basic military training on cardiopulmonary function of midshipmen. *Journal of Korean Exercise Academy, 9*, 347-354.
- Kim, J. S. (1997). *The effect of exercise program on depression and anxiety in hemodialysis*. Unpublished master's thesis, Korea University, Seoul.
- Konstantinidou, E., Koukouvou, G., Kouidi, E., Deligiannis, A., & Tourkantonis, A. (2002). Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: Comparison of three rehabilitation programs. *Journal of Rehabilitation Medicine, 34*, 40-45.
- Kopple, J. D., Storer, T., & Casaburi, R. (2005). Impaired exercise capacity and exercise training in maintenance on hemodialysis patients. *Journal of Renal Nutrition, 15*, 44-48.
- Kouidi, E. (2002). Exercise training in dialysis patients: Why, when, and how? *Artificial Organs, 26*, 1009-1013.
- Kouidi, E., Grekas, D., Deligiannis, A., & Tourkantonis, A. (2004). Outcomes of long-term exercise training in dialysis patients: Comparison of two training programs. *Journal of Clinical Nephrology, 61* (Suppl. 1), 31-38.
- Lee, S. J., & Yoo, J. S. (2004). The effects of a physical activity reinforcement program on exercise compliance, depression, and anxiety in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *Journal of Korean Academy of Nursing, 34*, 440-448.
- Lee, Y. K., Kim, C., Pyo, J. H., Kim, C. H., & Ji, J. W. (2001). Endurance exercise training before hemodialysis: An effective therapeutic modality for end stage renal disease patients. *Korean Journal of Nephrology, 20*, 290-297.
- Moinuddin, I., & Leehey, D. J. (2008). A comparison of aerobic exercise and resistance training in patients with and without chronic kidney disease. *Advances in Chronic Kidney Disease, 15*, 83-96.
- Molsted, S., Eidemak, I., Sorensen, H. T., & Kristensen, J. H. (2004). Five months of physical exercise in hemodialysis patients: Effects on aerobic capacity, physical function and self-rated health. *Nephron Clinical Practice, 96*(3), 76-81.
- Oh, S. H., & Yoo, E. K. (2006). Comparison of quality of life between kidney transplant and hemodialysis patients. *Journal of Korean Academy of Nursing, 36*, 1145-1153.
- Painter, P., Carlson, L., Carey, S., Paul, S. M., & Myll, J. (2000). Low functioning hemodialysis patients improve with exercise training. *American Journal of Kidney Disease, 36*, 600-608.
- Painter, P., Moore, G., Carlson, L., Paul, S., Myll, J., Phillips, W., et al. (2002). Effects of exercise training plus normalization of hematocrit on exercise capacity and health-related quality of life. *American Journal of Kidney Disease, 39*, 257-265.
- Park, O. M., Fast, S., Lynn, R., Frei, G., Drenth, R., & Zohman, L. (2002). Exercise for the dialyzed: Aerobic and strength training during hemodialysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 81*, 814-821.
- Shankar, K. (1999). *Exercise prescription*. Philadelphia, PA: Hanley & Belfus Inc.
- Sietsema, K. E., Hiatt, W. R., Enne, E., Adler, S., Amato, A., & Brass, E. P. (2002). Clinical and demographic predictors of exercise capacity in end-stage renal disease. *American Journal of Kidney Disease, 39*, 76-85.
- Suh, M. R., Jung, H. H., Kim, S. B., Park, J. S., & Yang, W. S. (2002). Effects of regular exercise on anxiety, depression, and quality of life in maintenance hemodialysis patients. *Renal Failure, 24*, 337-345.
- The Life Options Rehabilitation Advisory Council. (1995). *Exercise: A prescribing guide*. Madison, WI: Amgen Inc.

- The Life Options Rehabilitation Advisory Council. (2000). *Exercise: A guide for the people on dialysis*. Madison, WI: Amgen Inc.
- The Society of Korean Language and Literature. (2004). *Korean Language Dictionary*. Seoul: Minjunggogwan.
- Tsuyuki, K., Kimura, Y., Chiashi, K., Matsushita, C., Ninomiya, K., Choh, K., et al. (2003). Oxygen uptake efficiency slope as monitoring tool for physical training in chronic hemodialysis patients. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*, 7, 461-467.
- Ware, J. E., Snow K. K., Kosinski, M., & Gandek, B. (1993). *SF-36 health survey manual and interpretation guide*. Boston, MA: New England Medical Center, The Health Institute.
- Yang, J. S. (2001). *A trial for development of health profile (KHP1.0) to measure the self-perceived health status of Korean*. Unpublished doctoral dissertation, Inje University, Gimhae.
- Yurtkuran, M., Alp, A., Yurtkuran, M., & Dilek, K. (2007). A Modified yoga-based exercise program on hemodialysis patients: A randomized controlled study. *Complementary Therapies in Medicine*, 15, 164-171.