

걷기운동이 복막투석 환자의 건강에 미치는 효과

연세대학교 BK21 의과학 사업단*, 연세대학교 의과대학 내과학교실†, 연세대학교 간호대학‡,
서울대학교병원 건강증진센터§, 국민건강보험공단 일산병원 신장센터

이숙정* · 김형종† · 유지수† · 한지원§ · 박양숙
정문영 · 신은아 · 강이화 · 신석균

〈요약〉

배경 : 투석 환자들은 운동능력이 저하되어 있으며, 일상 생활하는데 있어서도 어려움을 호소하는 경우가 많다. 본 연구에서는 복막투석 환자들에게 12주간의 걷기운동에 대한 운동교육 및 상담을 실시하여 운동능력의 향상 및 영양 지표 요소의 변화를 관찰해 보고자 하였다.

방법 : 2002년 12월부터 2003년 6월까지 국민건강보험공단 일산병원 신장센터에서 지속성 외래성 복막투석을 시행받고 있는 환자들 중에서 본 연구에 동의한 40명의 환자를 대상으로 하였으며, 대상 환자는 운동군과 대조군으로 20명씩 나누어 비교 분석하였다. 운동군은 걷기운동 프로그램 시작 전에 1회의 운동교육과 주 1회 전화상담과 2주 1회 환자 면담을 시행하여 순응도를 확인하였으며, 걷기운동 프로그램을 12주간 실시한 후 운동능력검사와 혈액검사를 시행하였다. 대조군은 걷기운동 프로그램 실시 없이 12주 후 운동능력검사와 혈액검사를 시행하였다. 운동군이 실시한 걷기운동 프로그램은 개인에 따라 약간 차이가 있었으나, 주 2~4회의 걷기운동을 시행하였으며, 걷기운동 1회의 시간은 20~60분 이상 (단계적으로 증가시킴)으로 하였다. 운동강도의 측정을 위해 심박측정기 (Polar A1)를 이용하였으며, 운동 강도는 최대 운동 강도의 약 40~60%를 유지하였다.

결과 : 연구 전, 운동군과 대조군의 일반적 특성, 생화학적 검사 결과, 투석적절도 및 영양상태 지표에는 유의한 차이가 없었다. 걷기운동 프로그램 시행 후, 신체적 기능정도와 최대 산소 섭취량의 변화는 대조군과 운동군 간에 통계학적으로 의미있는 차이를 보였다 (신체적 기능정도: exerciser vs. control, 8.6 ± 1.2 vs. 0.3 ± 0.9 ; p=0.03) (최대 산소 섭취량: exerciser vs. control, 1.2 ± 3.2 vs. -2.1 ± 1.7 ; p=0.01). 걷기운동 프로그램 시행 후, 혈중 알부민 농도의 변화는 대조군과 운동군 간에 통계학적으로 의미있는 차이를 보였다 (exerciser vs. control, 0.06 ± 0.42 vs. 0.31 ± 0.39 ; p=0.02). 걷기운동 프로그램 시행 후, 지질대사의 변화는 운동군과 대조군 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

결론 : 12주간의 걷기운동 프로그램을 시행한 복막투석 환자는 걷기운동 프로그램을 시행하지 않은 대조군과 비교하여 운동능력과 혈청 알부민 수치의 변화에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과로 복막투석 환자에서 걷기운동 프로그램이 환자의 운동능력 향상 및 영양상태 호전에 도움을 줄 것이라 생각되며, 지질대사의 변화는 두 군간 차이가 없었으므로 보다 장기간의 걷기운동 프로그램을 통한 연구가 필요하다고 생각된다.

접수: 2004년 7월 23일, 승인: 2004년 11월 19일
책임자: 신석균 경기도 고양시 일산구 백석동 1232
국민건강보험공단 일산병원 신장센터
Tel : 031)900-0256, Fax : 031)900-3286
E-mail : sskyun@hotmail.com

서 론

투석환자들은 운동능력이 저하되어 있고, 또한 점

차적으로 활동량이 줄어들면서 다양한 일상 활동과 철고 단순한 운동에도 어려움을 호소하게 된다¹⁾. 투석 환자에서 운동능력의 지표가 되는 최대 산소 섭취량 ($\text{VO}_2 \text{ max}$: maximal oxygen uptake)은 같은 연령 대비 정상인의 40~60% 정도에 불과하며^{2, 3)}, 이는 심장 기능저하와 함께 전신 근력의 약화로 인해 근육에서 산소 섭취가 감소되어 있음을 반영하는 것이다⁴⁾. 또한 투석환자의 활동 정도가 비당뇨 투석환자의 40%와 당뇨 투석환자의 77%가 자신을 돌보는 것 이상의 활동을 할 수 없는 것으로 나타난 여러 연구결과에서 운동능력의 제한이 계속적인 투석환자의 활동 감소를 유발할 것임을 알 수 있다^{5, 6)}. Painter 등⁷⁾은 조혈 호르몬 투여로 빈혈을 교정하면 운동능력의 향상을 가져올 수 있다고 보고하였으나, 빈혈 교정만으로는 근본적으로 투석환자에서의 근력 감소 문제를 해결할 수는 없다고 생각된다. 또한, Harter 등⁸⁾과 Koufaki 등⁹⁾의 연구에 의하면 비록 정상인 수준으로 운동능력이 회복될 수는 없을지라도 적절한 활동과 운동을 하는 것이 투석환자에서 운동능력의 저하를 방지하고 또한 저하된 운동능력을 향상시킬 수 있다고 주장하였다. 그런데 투석환자들의 기본적인 신체적 상태는 고강도의 운동을 하기에는 제한이 많고¹⁰⁾, 저강도의 운동을 시작하더라도 지속적으로 유지하기 어려운 것이 현실이다¹¹⁾. 그 이유는 동기결여, 또는 상황적 어려움이나 편의성의 제한 때문이다^{12, 13)}, 이는 국내 복막투석 환자들에서 건강증진 생활양식 중 운동영역이 가장 낮은 실천행위 영역으로 나타난 결과에서도 쉽게 파악할 수 있다¹⁴⁾. 그런데, 운동을 포함한 건강행위에 영향을 주는 요인에 대한 많은 연구들은 자기효능감 (self-efficacy)이 건강행위의 변화 및 유지와 상관관계가 있다고 보고하고 있다¹⁵⁾. 자기효능감이란 어떤 결과를 야기하는 행위를 수행할 수 있다는 자신의 능력에 대한 신념¹⁶⁾을 의미하며, 투석환자의 운동에 대한 소극적인 면은 자기효능감과 유의한 관계가 있는 것으로 보고 된 바¹⁷⁾, 운동이행을 증진시키기 위해서는 교육제공과 동시에 자기효능감을 증진시키는 프로그램이 함께 제공되는 것이 효과적이라고 생각된다.

현재 복막투석 환자의 운동에 관한 국내연구는 거의 없으며, 외국의 연구도 대부분이 혈액투석 환자를 대상으로 하였을 뿐 복막투석 환자에 대한 운동연구는 극히 드물다. 이에 본 연구는 복막투석 환자들에게 걷기운동, 운동교육 및 자기효능감 증진을 위한 상담

으로 이루어진 12주간의 걷기운동 프로그램을 시행한 후 환자의 운동능력, 혈중 알부민 수치의 변화 및 지질대사량에 미치는 효과를 분석하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2002년 12월 3일부터 2003년 6월 15일까지, 국민건강보험공단 일산병원 신장센터에서 통원치료를 받고 있는 복막투석 환자 중 다음의 선정 기준에 합당한 환자 20명씩 각각 운동군과 대조군으로 배정하였고, 그 중 중도 탈락한 4명을 제외하여 최종 대상자는 운동군 19명과 대조군 17명을 비교 분석하였다.

대상환자 선정 기준

- 18~75세의 복막투석치료를 받고 있는 환자
- 보조기구나 타인의 도움 없이 스스로 일상 활동이 가능한 환자
- 질문지를 이해하고 답할 수 있으며, 연구 참여에 동의한 환자
- 정신병력이 없는 환자
- 규칙적인 운동을 하지 않았던 환자
- 심각한 합병증이 없으며 기타 운동이 금기가 되는 특수한 질환이 없는 환자
- 최근 허혈성 심장질환이 없는 환자
- 불안정 고혈압이 없는 환자
- 투석전 지속적인 고칼륨혈증 없는 환자
- 시력상실이 없는 환자

2. 방법

본 연구는 기본검사로 모든 대상환자에서 혈색소, blood urea nitrogen (BUN), creatinine, 복막투석 적절도 (weekly Kt/V), normalized protein catabolic rate (nPCR), 혈중 알부민, 총콜레스테롤, 중성지방, 고비중 (HDL) 콜레스테롤, 저비중 (LDL) 콜레스테롤, C-reactive protein (CRP) 등의 혈액검사와 신체적 기능 정도에 관한 설문지 조사 및 운동능력검사를 실시하였고, 운동군은 걷기운동 프로그램을 12주간 실시한 후 기본 검사를 실시했고, 대조군은 걷기운동 프로그램 없이 12주 후에 기본 검사를 시행하였다. 부종 여부와 복막염의 발생여부는 걷기 운동이 끝난 후의 무기록 검토를 통하여 확인하였다.

걷기운동 프로그램은 12주간의 걷기운동 프로토콜

에 의한 운동 교육과 자기효능감을 높이기 위한 주기적 상담을 실시하여 가정에서 각자 겸기 운동하도록 이루어진 것이다. 본 연구에서는 자기 효능감 상승을 위하여 언어적 설득과 대리경험을 통하여 운동을 지속할 수 있는 의지를 갖도록 하였다. 운동 처방은 평소 운동습관과 운동능력에 따라 주 2~4회, 1회 20~60분, 운동강도 40~60% 강도로 처방하였고, 심박측정기(polar A1)를 착용하여 운동강도를 유지하였으며 4주 간격으로 운동시간을 단계별로 증가시켰다 (Table 1).

운동교육은 운동의 중요성과 원칙, 운동강도, 운동시간, 운동빈도, 운동시 주의사항, 운동의 방법, 운동강도 조절을 위한 심박 측정기 사용방법과 준비운동, 정리운동을 개별 교육하였다.

상담은 전화 상담이나 환자 면담을 12주간 격주로 실시하였다. 운동 경험을 중심으로 피드백(feed-back) 및 모델링(modeling)을 통한 정보 교환과 신체적 정신적 상태를 반영하여 설명을 해줌으로써 자기효능감을 증진시키고, 운동시 환자들이 경험하는 문제점과 장애점을 해결해 줌으로써 지속적인 운동이행을 격려하였다. 상담시간은 5분에서 20분 정도, 운동 교육은 실험 시작 전 30~60분간 1회 실시하였다.

3. 평가항목

1) 운동능력은 SF-36 (Short Form-36)¹⁸⁾의 36문항 중 신체적 기능 10문항과 최대 산소 섭취량을 측정한 점수로 평가하였다. SF-36은 외국은 물론 국내에서도 그 타당도와 신뢰도가 검증된 삶의 질을 파악하기 위한 도구이며, SF 36의 구성은 신체적 기능, 사회적 기능, 신체적 역할 제한, 감정적 역할 제한, 정신건강, 활력, 통증, 일반 건강, 건강변화 등 총 36문항으로 구성되어 있다. 본 논문에서 사용한 “신체적 기능” 10문항은 상체, 하체 움직임에 초점을 둔 활동

을 평가하는 것이다. 10항목은 3개의 서열 척도로서 “지장이 많다 (0점), 약간 지장이 있다 (50점), 전혀 지장이 없다 (100점)”으로 나누어져 있으며, 점수를 합산하여 평균을 낸다. 신체적 기능 점수에서 0점은 가장 나쁜 점수를 나타내며, 100점은 가장 좋은 점수를 나타낸다. 낮은 점수는 모든 신체적 활동 즉, 걷기, 총계 오르기, 시장보기, 목욕 및 웃입기 등 수행에 어려움이 있음을 나타내며, 높은 점수는 제한되는 활동이 없는 상태로 대부분의 신체적 활동이 가능함을 의미한다. 도구의 신뢰도 Cronbach's α 는 0.93이고 본 연구에서 신뢰도 Cronbach's α 는 0.84이었다. 본 연구에서 사용된 도구 신뢰도 Cronbach's α 는 내적 일관성을 보는 것으로 척도를 여러 번 동일 대상에게 적용했을 때 동일한 결과를 나타내면 척도의 신뢰성을 인정받게 되며, 한 척도내에서 각 문항간의 평균 상관 계수에 기초하여 신뢰도를 측정하며 Cronbach's α 값이 1에 가까울 수록 신뢰도가 높음을 의미한다.

최대 산소 섭취량은 자전거 에르고미터(콤비 에어로바이크 75XL)를 타는 최대한 운동 부하 검사를 통해 측정하였다. 자전거 에르고미터에 체중, 나이를 입력한 후 50 RPM (revolutions per minute)의 강도를 유지하면서 연령 비례 최대 심박수의 75%에 이를 때 까지 검사를 시행하였다.

2) 건강상태 평가를 위해 운동 시작 전과 운동 시작 12주 후에 혈중 알부민 수치와 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤 등을 측정하였다. 환자들의 혈액을 채취하여 진단검사의학과에 의뢰하여, 혈중 알부민은 bromoresol green method, 총콜레스테롤은 enzymatic colorimetry method, 중성지방은 lipase GK, GPO, POD method, 고밀도 지단백 콜레스테롤은 direct immunoinhibition method, 저밀도 지단백 콜레스테롤은

Table 1. Walking Exercise Protocol

| Exercise capacity | Exercise duration | Exercise content | Exercise frequency | Exercise time | Exercise intensity | RPE | Heart rate range |
|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|---------------|--------------------|-------|---|
| Weak | 4 week | walking | 2/week | 20 min | 40~50% | 11~12 | (Max. HR-Resting HR)×Ex. Intensity + Resting HR |
| | 8 week | fast walking | 2~3/week | 30 min | 40~55% | 11~13 | |
| | 12 week | fast walking | 2~3/week | 30~40 min | 40~60% | 11~14 | |
| Average | 4 week | walking | 3/week | 30 min | 40~55% | 11~13 | |
| | 8 week | fast walking | 3~4/week | 30~40 min | 40~60% | 11~14 | |
| | 12 week | fast walking | 3~4/week | 30~60 min | 40~60% | 11~14 | |

Abbreviations : HR, heart rate; RPE, rating of perceived exertion; Max., maximum; Ex., exercise

enzymatic direct method로 측정하였다.

3) 염증 여부를 알아보기 위한 C-reactive protein 측정은 환자의 혈액을 채혈하여 진단검사의학과에 의뢰하여 latex immunotubidmetry로 측정하였고, 투석 적절도를 알아보기 위하여 Kt/V와 nPCR을 실험 전과 실험시작 6개월 후에 측정하였다. 실험이 끝난 후 의무기록 검토를 통하여 3개월 내 복막염, 출구감염 여부 및 부종 여부를 확인하였다.

4. 통계학적 분석방법

모든 기술적 자료 (descriptive data)는 평균±표준 편차 및 백분율 (%)로 나타내었으며, 걷기운동 프로그램 전 운동군과 대조군의 운동능력, 생화학 검사, 투석효율성의 동질성 분석을 위해 χ^2 -test, Mann Whitney U-test를 실시하였고, p 값이 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의한 차이가 있는 것으로 간주하였다. 걷기운동 프로그램을 시행한 운동군과 시행하지 않은 대조군의 운동능력과 건강상태의 비교는 χ^2 -test, Mann Whitney U-test를 시행하였다. 모든 자료의 통계처리는 SPSS for window 10.0을 이용하여 수행하였다.

결 과

1. 운동군과 대조군의 일반적 특성

운동군 대상자들의 평균 연령은 48.8±13.5세였고, 남자 12명 (63.2%), 여자 7명 (36.8%)으로 총 19명이

었다. 원인질환은 사구체 신염 9명 (47.4%), 당뇨병 4명 (21.2%), 고혈압 5명 (26.3%), 원인불명 1명 (5.3%)이었고, 1일 투석 교환 횟수는 3.6±0.7회였고 복막 투석을 실시한 기간이 평균 22.3±7.2개월이었다.

대조군의 평균 연령은 49.8±10.3세이었으며, 남자 11명 (64.7%), 여자 6명 (35.3%)으로 총 17명이었다. 대조군의 원인질환은 사구체 신염 5명 (29.4%), 당뇨병 7명 (41.2%), 고혈압이 5명 (29.4%)이었고, 1일 투석 교환 횟수는 3.5±0.7회였으며 복막투석을 실시한 기간은 평균 19.3±14.7개월이었다. 이상에서 두 군 간의 기초 자료는 모든 변수에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

3개월 후에 대조군의 일부만 수차가 통계적으로 유의하게 감소를 보인 것이 염증 및 부종과 관련이 있는지 파악하기 위하여 의무기록 검토를 해본 결과, 3개월 연구기간 중 출구감염은 실험군에서 6명 (31.6%), 대조군에서는 8명 (47.1%)으로 두 군간 통계적 차이는 없었다. 3개월 간 복막염의 발생은 운동군 2명 (10.5%), 대조군 2명 (11.8%)으로 두 군 간에 차이는 없었다. 실험 시작 달에 부종 여부는 운동군 2명 (10.5%), 대조군 3명 (17.6%)이었고, 3개월 후 부종 여부는 운동군 1명 (5.3%), 대조군은 3명 (17.6%)으로 대조군이 많았으나 통계적 유의한 차이는 없었다 (Table 2).

Table 2. Clinical Characteristics of the Study Patients

| Characteristics | Exerciser (%) (n=19) | Control (%) (n=17) | p |
|-------------------------|----------------------|----------------------|------|
| Sex (M : F) | 12 (63.2) : 7 (36.8) | 11 (64.7) : 6 (35.3) | 1.00 |
| Age (years)* | 48.8±13.5 | 49.8±10.3 | 0.85 |
| Underlying disease | | | |
| Chronic GN | 9 (47.4) | 5 (29.4) | 0.44 |
| DM | 4 (21.1) | 7 (41.2) | |
| Hypertension | 5 (26.3) | 5 (29.4) | |
| Unknown | 1 (5.3) | 0 | |
| PD cycles per day* | 3.6±0.7 | 3.5±0.7 | 1.00 |
| Duration on PD (month)* | 22.3±7.2 | 19.3±14.7 | 0.20 |
| Exit site infection | 6 (31.6%) | 8 (47.1%) | 0.34 |
| Peritonitis | 2 (10.5%) | 2 (11.8%) | 0.91 |
| Edema (Pre-exercise) | 2 (10.5%) | 3 (17.6%) | 0.54 |
| Edema (Post-exercise) | 1 (5.3%) | 3 (17.6%) | 0.24 |

*mean±SD, Abbreviations : PD, peritoneal dialysis; DM, diabetes mellitus; GN, glomerular nephritis

2. 운동능력, 생화학 검사, 투석효율성에 대한 운동군과 대조군의 비교

신체적 기능 정도와 최대산소 섭취량으로 운동능력을 보았다. 신체적 기능정도는 운동군은 72.6 ± 18.3 점, 대조군은 68.8 ± 20.7 점으로 두 군간 유의한 차이가 없었고, 최대산소 섭취량은 자전거 에르고미터로 측정하였는데 신체적인 상태 때문에 자전거 에르고미터를 끝까지 완료하지 못하는 환자 및 자전거 검사를 거절하는 환자가 있어 운동군은 14명 (73.7%), 대조군은 12명 (66%)에서만 검사할 수 있었다. 운동군의 최대 산소 섭취량 평균은 24.1 ± 6.0 mL/kg/min, 대조군은 24.9 ± 6.3 mL/kg/min으로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

생화학적 검사에서 혈중 알부민 수치는 운동군 3.76 ± 0.28 mg/dL, 대조군 3.61 ± 0.50 mg/dL로 운동군이 약간 높았으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 지질 대사는 실험기간 동안 지질 관련 약을 복용하지 않았거나, 약을 복용하고 있어도 실험기간 동안 약 용량의 변화가 없었던 환자들만을 조사하였고, 운동군 14명, 대조군 16명이었다. 중성지방은 운동군 151.4 ± 67.9 mg/dL, 대조군 142.7 ± 63.3 mg/dL, 콜레스테롤은 각각 176.6 ± 31.4 mg/dL, 176.2 ± 32.1 mg/dL, 고밀도 지단백 콜레스테롤은 각각 35.0 ± 6.2 mg/dL, 41.9 ± 17.4 mg/dL, 그리고 저밀도 지단백 콜레스테롤은 운동군에서 99.9 ± 28.0 mg/dL, 대조군에서 $94.7 \pm$

27.5 mg/dL으로 측정되었다. 운동군과 대조군의 혈액 검사 수치에 있어서는 혜모글로빈은 각각 10.5 ± 1.1 g/dL, 10.3 ± 1.5 g/dL이었고, BUN은 51.9 ± 13.4 mg/dL, 55.2 ± 14.9 mg/dL이었다. 또한 creatinine은 운동군 13.5 ± 18.7 mg/dL, 대조군 14.3 ± 21.0 mg/dL로 측정되어 두 군 간에 통계학적으로 차이가 없었으며, 투석효율성을 나타내는 Kt/V (weekly)는 운동군 2.3 ± 0.4 , 대조군 2.5 ± 0.5 로 두 군 모두 적절한 효율로 투석이 이루어지고 있었으며, nPCR은 운동군 1.0 ± 0.2 g/kg/day, 대조군 1.0 ± 0.3 g/kg/day로 두 군 간에 차이가 없었다. 따라서 운동능력, 생화학적 검사, 투석효율성에 대한 두 군 간의 차이는 없었다 (Table 3).

3. 걷기운동 프로그램이 운동능력에 미치는 효과

SF-36으로 측정한 신체적 기능 척도 10분항의 평균 점수를 비교한 결과 운동군은 운동 전에 비해 운동 후 8.6 ± 1.2 점이 증가하여 운동 전후에 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p=0.01$). 10분항의 신체적 기능 척도중 시장보기는 15.8점 증가 ($p=0.06$), 한꺼번에 두 세 계단 오르기 47.4점에서 15.8점 증가 ($p=0.06$), 한 계단씩 오르기 21점 증가 ($p=0.01$), 30분 걷기 7.9점 증가 ($p=0.08$)하였다. 대조군은 실험 후에 평균 0.3 ± 0.9 점이 증가하여 두 군 간의 신체적 기능 정도 변화의 차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p=0.03$) (Fig. 1, 2).

Table 3. Comparison of The Baseline Exercise Capacity, Biochemical Parameter and Dialysis Adequacy between Exerciser and Control Group

| | | Exerciser (n=19) | Control (n=18) | p |
|---------------------|--------------------------------------|------------------|------------------|------|
| Exercise capacity | Physical function (score) | 72.6 ± 18.3 | 68.8 ± 20.7 | 0.66 |
| | VO _{2Max} * (mL/kg/min) | 24.1 ± 6.0 | 24.9 ± 6.3 | 1.00 |
| Biochemical profile | Albumin (mg/dL) | 3.76 ± 0.28 | 3.61 ± 0.50 | 0.36 |
| | Triglyceride [†] (mg/dL) | 151.4 ± 67.9 | 142.7 ± 63.3 | 0.45 |
| | Cholesterol [†] (mg/dL) | 176.6 ± 31.4 | 176.2 ± 32.1 | 0.45 |
| | HDL cholesterol [†] (mg/dL) | 35.0 ± 6.2 | 41.9 ± 17.4 | 0.35 |
| | LDL cholesterol [†] (mg/dL) | 99.9 ± 28.0 | 94.7 ± 27.5 | 1.00 |
| | Hemoglobin (g/dL) | 10.5 ± 1.1 | 10.3 ± 1.5 | 0.95 |
| | BUN (mg/dL) | 51.9 ± 13.4 | 55.2 ± 14.9 | 0.55 |
| | Creatinine (mg/dL) | 13.5 ± 18.7 | 14.3 ± 21.0 | 0.95 |
| Dialysis adequacy | Kt/V (weekly) | 2.3 ± 0.4 | 2.5 ± 0.5 | 0.65 |
| | nPCR (g/kg/day) | 1.0 ± 0.2 | 1.0 ± 0.3 | 0.14 |

*Exerciser group n=14, Control group n=12, [†]Exerciser group n=14, Control group n=16

Abbreviations: VO₂ Max, maximal oxygen uptake; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; BUN, blood urea nitrogen; nPCR, normalized protein catabolic rate

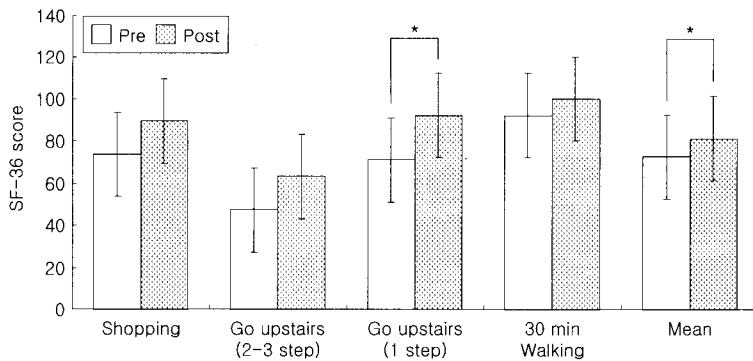


Fig. 1. Change of physical function in exerciser ($N=19$). Mean: mean of physical function score on SF-36, Pre: pre-exercise, Post: post-exercise, * $p<0.05$.

최대 산소 섭취량은 걷기운동 프로그램 시작 전에 운동군 14명, 대조군 12명에서 측정할 수 있었다. 그러나 운동 후 검사에서는 운동군 14명 모두 재검사 완료가 가능했으나, 대조군에서는 1명이 건강상태 악화로 제외되었고, 2명은 재검사를 완료하지 못해 총 9명만이 검사 할 수 있었다. 운동군의 최대 산소섭취량은 걷기운동 프로그램 전 24.1 ± 6.0 mL/kg/min에서 25.2 ± 4.3 mL/kg/min으로 4.8% 증가했으나, 대조군에서는 각각 24.9 ± 7.2 mL/kg/min에서 22.9 ± 5.5 mL/kg/min으로 8.4% 감소를 보여 ($p=0.01$), 운동군과 대조군간 최대 산소섭취량의 변화에는 유의한 차이를 나타내었다 ($p=0.01$). 이러한 결과를 통해 운동군에서 최대 산소 섭취량이 유의하게 증가하지는 않았지만, 운동을 규칙적으로 하지 않던 대조군에서 유의하게 감소함을 볼 수 있었다 (Fig. 3).

4. 걷기운동 프로그램이 혈중 알부민, 지질대사, 투석 적절도에 미치는 효과

운동군에서는 걷기운동 프로그램 전 혈중 알부민 수치가 3.76 ± 0.28 mg/dL에서 운동 후 3.82 ± 0.51 mg/dL로 0.06 ± 0.42 mg/dL의 증가를 보였고, 대조군에서는 연구 시작 전 3.61 ± 0.50 mg/dL에서 12주 후 3.30 ± 0.61 mg/dL로 0.31 ± 0.39 mg/dL의 감소를 보여, 두 군 간의 변화에는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p=0.02$). 운동군에서 걷기운동 프로그램 후 혈중 알부민 수치는 전과 유사했으나, 대조군에서 감소하였기 때문에 이러한 결과가 나타난 것으로 보인다.

콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤 수치는 걷기운동 3개월 내

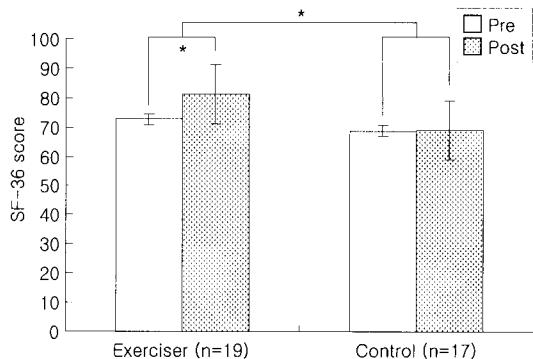


Fig. 2. Effects of walking exercise program on physical function. Pre: pre-exercise, Post: post-exercise, * $p<0.05$.

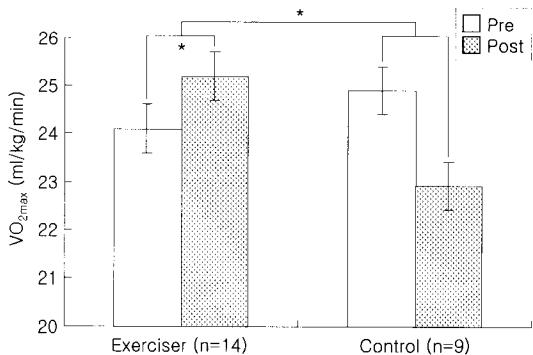


Fig. 3. Effects of walking exercise program on VO_2 Max. VO_2 Max: maximal oxygen uptake, Pre: pre-exercise, Post: post-exercise, * $p<0.05$.

에 지질대사에 영향을 미칠 만한 항지질약물을 복용한 사람은 제외하였으며, 운동군 14명, 대조군 16명만

Table 4. Effects of Walking Exercise Program on Biochemical Profiles

| | | Exerciser (n=19) mean±SD | Control (n=18) mean±SD | p |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------|------|
| Albumin (mg/dL) | Pre | 3.76±0.28 | 3.61±0.50 | 0.02 |
| | Post | 3.82±0.51 | 3.30±0.61 | |
| | Post-Pre | 0.06±0.42 | -0.31±0.39 | |
| Cholesterol [†] (mg/dL) | Pre | 176.6±31.4 | 176.2±32.1 | 0.95 |
| | Post | 176.6±26.3 | 180.1±37.0 | |
| | Post-Pre | 0.0±36.9 | 3.9±45.0 | |
| Triglyceride [†] (mg/dL) | Pre | 151.4±67.9 | 142.7±63.3 | 0.88 |
| | Post | 134.7±50.9 | 135.5±62.5 | |
| | Post-Pre | -16.6±84.7 | -7.2±48.6 | |
| HDL cholesterol [†] (mg/dL) | Pre | 35.0±6.2 | 41.9±17.4 | 0.42 |
| | Post | 44.1±7.4 | 45.8±10.2 | |
| | Post-Pre | 9.1±6.6* | 3.9±16.7 | |
| LDL cholesterol [†] (mg/dL) | Pre | 99.9±28.0 | 94.7±27.5 | 0.85 |
| | Post | 110.1±22.9 | 107.9±33.4 | |
| | Post-Pre | 10.1±31.5 | 13.2±40.5 | |
| CRP (mg/dL) | Pre | 0.2±0.3 | 0.2±0.23 | 0.96 |
| | Post | 0.3±0.3 | 0.3±0.2 | |
| | Post-Pre | 0.0±0.6 | 0.0±0.3 | |
| nPCR (g/kg/day) | Pre | 1.0±0.2 | 1.0±0.3 | 0.14 |
| | Post [†] | 1.2±0.3 | 1.1±0.3 | |
| | Post-Pre | 0.2±0.3 | 0.1±0.3 | |

[†]Exerciser group n=14, Control Group n=16, [†]6 month after intervention starting

Abbreviations: HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; CRP, C-reactive protein; nPCR, normalized protein catabolism

*p<0.05

을 비교하였다. 콜레스테롤의 변화, 중성지방의 변화와 저밀도 지단백 콜레스테롤 변화에는 두 군 간에 차이가 없었고, 고밀도 지단백 콜레스테롤 수치는 운동군에서 걷기운동 프로그램 전, 후 통계적으로 유의하게 9.07±6.56 mg/dL로 증가하였으나 ($Z=-4.168$, $p=0.00$), 대조군과는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. CRP 수치 및 nPCR 결과도 운동 전, 후 실험군과 대조군간 유의한 차이가 없었다 ($p=0.96$, $p=0.4$) (Table 4).

고 찰

복막투석 환자들은 신체적 활동능력이 매우 저하되어 있는 것으로 보고되고 있으며, 운동이 이들의 신체적, 기능적, 정신적 건강상태를 증진시킬 수 있음에도 불구하고 복합적인 원인 때문에 환자들의 운동이행 정도가 떨어져 있다. 이에 본 연구는 복막투석 환자들에게 운동교육과 운동에 대한 자기 효능감을 높여 운

동이행을 증진시키고 건강상태를 증진시키기 위하여 12주간의 전화상담 및 면담을 실시하는 걷기운동 프로그램을 적용하였다. 그 결과 운동군에서는 운동능력과 혈중 알부민 수치 및 지질대사가 부분적으로 향상되었거나 현재 상태로 유지할 수 있었다.

본 연구에서는 대조군에서는 신체적 기능정도가 실험 전후 유사한 점수를 나타내었으나, Tawney 등^[19]의 연구에서는 대조군은 오히려 6.9%가 감소하여 활동량이 적은 투석환자들은 신체적 기능정도가 감소될 수 있음을 보고하였다. 한편 본 연구의 대상자들이 비해 Tawney 등^[19]의 연구 대상자인 혈액투석 환자는 평균 61점, 대상자가 복막투석 환자인 Lo 등^[20]의 연구에서는 평균 78.8점으로 본 연구와 차이가 있었는데 그것은 대상자의 나이, 투석 방법의 차이 때문이라고 생각된다.

본 연구에서는 3개월의 걷기운동 프로그램 후에 운동군에서 최대 산소 섭취량이 4.8% 증가하였으나, Moore 등^[4], Shalom 등^[12]과 Kouidi 등^[21]의 연구에서

나타난 13.3-42% 상승률에 비하면 아주 낮은 수치이다. 그러나 위 연구들에서는 대상자의 연령을 비롯해 운동 기간이 3개월에서 12개월로 다양하였고, 3개월 후에 효과를 보았던 연구들은 운동강도와 시간이 본 연구에 비해 높았으며, 체육관에서 운동전문가의 모니터를 받으면서 이루어진 운동이었으므로, 가정 내에서 각자 운동하는 형태보다는 좀 더 강도 있고 정확한 운동 범위를 유지했으리라 생각된다. 그러나 Painter 등¹¹⁾의 연구에서 운동군이 3개월 후에 최대 산소 섭취량이 2.8% 증가하였다고 한 결과와 Koufaki 등⁹⁾의 연구에서와 같이 3개월까지는 변화가 없었다는 결과와 비교할 때, 3개월이라는 기간은 저강도의 운동에서 최대 산소 섭취량의 변화에는 큰 효과를 기대하기는 어려운 기간이라고 보여진다. 반면 Panter 등¹¹⁾의 연구결과에서는 운동이 5개월간 지속되었을 때 최대 산소 섭취량이 15.7% 상승하였고, 운동 강도는 최대 심박수의 70%, 운동자각도 (rating of perceived exertion)가 12-14이었음과 비교해보면 본 연구 대상자의 조건과 상당히 유사하므로 본 연구 대상자도 지속적인 운동으로 더 큰 효과를 기대 할 수 있다고 생각된다. 그리고, 대조군에게 있어서는 최대 산소 섭취량이 8.4% 감소했는데 운동을 하지 않는 것은 운동능력 감소에 영향을 준다고 생각되며, 이는 기존의 연구결과들과 일치하는 결과이다^{11, 20)}. 또한 정상 범위의 사회 활동을 하기 위해서는 전신 및 근지구력이 호전되어야 하며, 이것은 평지를 걷는 수준의 일상 활동으로는 호전되지 않는다. 본 연구의 대조군 중 1일 20,000보 가량 보행 활동을 하는 환자가 자전거 애르고미터 검사를 끝까지 할 수 없을 정도의 근력 약화를 보인 것이 한 예로 볼 수 있다. 또한 걷기운동 프로그램 시작 전에 시행한 운동능력 검사 이후 활동량이 많이 늘었다고 자가 평가한 대조군 환자들도 최대 산소 섭취량은 오히려 떨어진 결과를 보여, 전신 지구력의 지표인 최대 산소 섭취량을 높이거나, 근력을 증가시키려면 일상 활동 이상의 운동 강도를 유지해야 한다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 36명 중에 23명 (63.8%)만이 걷기운동 프로그램 전, 후의 자전거 애르고미터로 운동부하 검사를 완료할 수 있었다. 본 프로그램을 투석환자에 적용하면서 가장 어려웠던 점은 자전거 검사과정 동안 환자들이 다리의 피로를 호소하는 경우와 12주 후 운동부하 검사를 시행할 때 대조군 환자들이 자전

거 검사를 거부하거나, 타다가 중단하는 경우로, 이는 근육에서 산소 흡수가 충분히 되기 전에 다리에 피로가 오기 때문이라고 생각되며, 따라서 투석환자들에게는 최대 산소 섭취량으로 운동능력을 측정하기보다는 일상생활 수행에 기초를 둔 평가가 바람직하다고 생각된다.

Goldberg 등²¹⁾의 보고에 따르면 운동은 저밀도 지단백 콜레스테롤을 낮추고 고밀도 지단백 콜레스테롤을 높이는 작용을 한다고 하며, 본 연구에서는 걷기운동 프로그램 후 운동군에서 고밀도 지단백 콜레스테롤이 25% 증가하였다. 이러한 결과는 9-12개월간 혈액투석 환자에게 운동을 실시하여 고밀도 지단백 콜레스테롤이 21% 증가하였다는 Goldberg 등²³⁾의 연구와 유사한 결과이다. 그러나 총콜레스테롤은 변화가 없었고 저밀도 지단백 콜레스테롤이 유의하게 변하지 않았으므로 지질대사를 나타내는 지표가 함께 좋아진 것이 아니기 때문에 운동이 지질대사에 효과적이었다고 하기는 어렵다고 생각된다. 6개월간 운동을 시행한 Painter 등²⁴⁾의 연구에서도 지질대사의 변화가 없었다는 것으로 보아 운동지속 기간이나 식이, 약물 또는 대상자 수의 크기 등을 고려할 필요가 있다고 생각된다.

혈청 알부민은 영양 상태의 중요한 지표로 알려져 있으며, 본 연구에서는 운동군에서 혈청 알부민 수치가 걷기운동 전과 후에 $3.76 \pm 0.28 \text{ mg/dL}$ 에서 $3.82 \pm 0.51 \text{ mg/dL}$ 으로 유의한 변화가 없었으나, 대조군에서는 $3.61 \pm 0.50 \text{ mg/dL}$ 에서 $3.30 \pm 0.61 \text{ mg/dL}$ 로 유의하게 감소하여 저알부민혈증을 나타내었고 두 군 간에 유의한 차이를 보였다 ($Z=-2.246$, $p=0.02$). 혈청 알부민 농도에 영향을 미치는 요인들은 크레아티닌, 연령, 혜마토크리트, 당뇨병, 중성지방, 혈청 요소질소, 총 콜레스테롤과 심혈관계 질환의 합병증 등²⁶⁾과 염증여부 및 수분과잉 상태²⁷⁾와 관련이 된다고 알려져 있다. 본 연구에서는 이 모든 요인들이 두 군 모두에서 통계적 차이가 없는 것으로 나타났다. 단지 당뇨병 환자의 비율이 운동군은 4명 (21.1%)이고 대조군은 7명 (41.2%)으로 대조군에서 더 높았고, 부종이 있던 대상자가 대조군에서 실험 첫 달과 마지막 달에 3명 (17.6%)으로 전후에 차이가 없었지만, 실험군과 비교하면 첫 달에는 1명이 더 많고, 마지막 달에는 2명이 더 많았다. 혈청 알부민 수치는 세포외액의 증가와 역의 상관관계가 있다²⁷⁾는 결과를 통해 본 연구에서도

혈청 알부민 감소와 부종과의 관련성을 생각해 볼 수 있다. 한편 여러 변수가 두 군 간에 통계적인 차이를 나타내지 않은 상태에서 운동 프로그램 후 실험군은 알부민 수치에 실험전후 차이가 없었지만, 대조군에서 실험 후 알부민 치의 감소를 보인 것은 운동과 관련이 있다고 생각할 수도 있겠다. 본 프로그램은 기존의 치료방침은 그대로 유지하면서 운동과 상담을 침가하는 식으로 운영되었고, 식이에 대한 통제가 없었음에도 운동군 대상자 대부분이 식욕이 좋아졌다고 한 평가들은 걷기 운동이 운동군의 영양상태를 유지하는데 기여한 것으로 생각할 수 있다. 그러나 여러 요인을 고려했다 하더라도 12주간의 관찰에서 운동하지 않은 군의 알부민 수치의 감소가 운동부족이나 부종과 관련이 있을 것이라는 근거를 밝히기는 어렵다. 이에 대한 확실한 근거는 좀 더 많은 수의 환자를 대상으로 하거나 cross-over design 및 장기간의 중재를 통해 입증할 필요가 있다고 생각한다.

본 연구에서 걷기운동 프로그램을 통하여 운동군에서 신체적 기능정도가 약 10% 상승하였고, 걷기, 총계 오르기, 시장보기 등이 유의하게 좋아졌다. 이는 Tawney 등¹⁹⁾의 연구에서 혈액투석 환자를 6개월 재활 프로그램을 실시한 후 실험군이 59.4점에서 62.3점으로 4.8% 유의하게 상승한 것에 비하면 더 좋은 결과이며, 복막투석 환자를 대상으로 한 Lo 등²⁰⁾의 연구와 혈액투석 환자를 대상으로 한 Cowen 등²¹⁾의 연구와 일치하는 결과이다. DeOreo²²⁾는 SF-36에서 신체적 기능을 포함한 신체적 건강상태 점수 (physical component scale)가 5점 올라가면 사망률이 10%로 감소한다고 보고하고 있어 본 걷기운동 프로그램이 매우 바람직한 효과를 얻었다고 생각되며 복막투석 환자의 운동효과를 입증한 것이라고 생각한다.

본 연구의 의의는 운동을 하면 건강상태가 좋아진다는 일반적인 사실에도 불구하고 복막투석 환자들은 투석액 교환과 감염예방과 같은 고도의 질병관련 행위에 관심이 집중되고, 걷기 운동과 같은 사소한 일상의 가치를 감지하지 못하고 있기 때문에 적극적으로 운동을 하는 대상자가 많지 않고, 의료진 또한 다른 치료 행위와 비교하여 운동의 필요를 강조하지 않고 있는 상황에서 운동의 중요성을 강조하면서, 운동에 대한 자기효능감을 상승시키기 위한 주기적인 전화상담 및 교육을 통해 아주 사소한 걷기 운동의 가치를 알게 하고 꾸준히 지속할 수 있도록 했다는 것이

다. 또한 복막투석 환자치료에서 막연하게 강조되던 운동이라는 자기관리를 구체적이고 체계적인 프로그램으로 적용함으로써 복막투석 환자들에게 지속적인 운동을 실천하도록 하는 근거를 제공하였다는데 의의가 있다고 본다. 본 연구결과는 3개월이라는 최소한의 운동기간 이었지만, 이를 근거로 지속성을 가지고 운동을 한다면 신체적 기능상태의 증진에 큰 효과가 있으리라고 생각되며 앞으로 보다 다수의 환자들에게 지속적 운동교육을 통해, 본 연구에서 검증하지 못한 건강지표들의 변화를 밝혀내는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

= Abstract =

Effects of Walking Exercise Program for Health Status in Patients on Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis

Suk Jeong Lee, Ph.D.*, Hyung Jong Kim, M.D.†
Ji Soo Yoo, Ph.D.†, Ji Won Han, M.S.‡
Yang Suk Park, R.N., Moon Young Jung, R.N.
Eun A Shin, R.N., Ea Wha Kang, M.D.
and Suk Kyun Shin, M.D.

Department of Brain Korea 21 Project for Medical Science, Yonsei University*, Department of Internal Medicine, College of Medicine, Yonsei University†,
College of Nursing, Yonsei University‡,
Department of Health Promotion Center, Seoul National University Hospital §,
Department of Kidney Center,
NIHC Ilsan Hospital, Ilsan, Korea

Background : It is necessary to exercise in Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis (CAPD) patients but it's difficult because of their physical condition and little motivation. The purpose of this study was to evaluate the effects of the walking exercise program on health status in CAPD patients.

Methods : A nonequivalent control group with pre- and post-test was designed to examine the effects of the program. Data collection was done from December, 2002 to June, 2003. The study participants were selected according to the criteria among the patients who were receiving CAPD at the department of Kidney Center, NIHC Ilsan hospital. The walking exercise program was consisted of an exercise education protocol, an exercise prescription, and a counselling protocol based on a framework of self-efficacy promotion. The exerciser group which was

composed of 19 participants was educated based on an exercise education protocol and carried out walking exercise for two to four times a week upon taking verbal persuasion biweekly through telephone or face-to-face interview for 12 weeks, while 17 participants in control group were received no intervention.

Results : There was significant differences between two groups; the exerciser group showed better physical function ($p=0.03$), higher $\text{VO}_2 \text{ max}$ ($p=0.01$) and higher serum albumin level ($p=0.02$) than the results of control group. However, there were no differences in lipid metabolism.

Conclusion : The walking exercise program was found to have an effect to increase health status of CAPD patients. The results provided evidences for the importance of continuous physical activity in CAPD patients. (**Korean J Nephrol** 2005;24(1):126-136)

Key Words : Exercise, Continuous ambulatory peritoneal dialysis, Health status

참 고 문 헌

- 1) Kutner NG, Zhang R, McClellan WM: Patients reported quality of life early in dialysis treatment: effects associated with usual exercise activity. *Nephrol Nurs J* 27:357-367, 2000
- 2) Mercer TH, Crawford C, Gleeson NP, Naish PF: Low-volume exercise rehabilitation improves functional capacity and self-reported functional status of dialysis patients. *Am J Phys Med Rehabil* 81:162-167, 2002
- 3) Heiwe S, Tollback A, Clyne N: Twelve weeks of exercise training increase muscle function and walking capacity in elderly predialysis patients and healthy subjects. *Nephron* 88:48-56, 2001
- 4) Moore GE, Parsons DB, Stray-Gunderson J, Painter PL, Brinker KR, Mitchell JII: Uremic Myopathy limits aerobic capacity in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 22:277-287, 1993
- 5) Gutman RA: Characteristics of long term (14 years) survivors of maintenance dialysis. *Nephron* 33:111-115, 1983
- 6) Painter P, Carlson L, Carey S, Paul SM, Myll J: Physical functioning and health-related quality-of-life changes with exercise training in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 35:482-492, 2000
- 7) Painter P, Carlson L: Case study of the anemic patient: epoetin alfa-focus on exercise. *ANNA J* 21:304-307, 1994
- 8) Harter HR, Goldberg AP: Endurance exercise training. An effective therapeutic modality for hemodialysis patients. *Med Clin North Am* 69:159-175, 1985
- 9) Koufaki P, Mercer TH, Naish PF: Effects of exercise training on aerobic and functional capacity of end-stage renal disease patients. *Clin Physiol Funct Imaging* 22:115-124, 2002
- 10) Williams A, Stephens R, McKnight T, Dodd S: Factors affecting adherence of end-stage renal disease patients to an exercise program. *Br J Sports Med* 25:90-93, 1991
- 11) Painter P, Moore G, Carlson L, Paul S, Myll J, Phillips W, Haskell W: Effects of exercise training plus normalization of hematocrit on exercise capacity and health-related quality of life. *Am J Kidney Dis* 39:257-265, 2002
- 12) Shalom R, Blumenthal JA, Williams RS, McMurray RG, Dennis VW: Feasibility and benefits of exercise training in patients on maintenance dialysis. *Kidney Int* 25:958-963, 1984
- 13) Konstantinidou E, Koukouvolou G, Koudi E, Deliannis A, Tourkantonis A: Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis comparison of three rehabilitation programs. *J Rehabil Med* 34:40-45, 2002
- 14) 김영순, 정은순, 김정순: 복막투석 환자의 건강증진 생활양식과 관련요인 연구. 보건교육 건강증진학회지 18:17-33, 2001
- 15) McAuley E, Lox C, Duncan TE: Long-term maintenance of exercise, self-efficacy, and physiology change in older adults. *J Gerontol* 48:218-224, 1993
- 16) Bandura, A.A.: Self efficacy toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review* 84:191-215, 1977
- 17) Devins GM, Blink YM, Gorman P, Dattel M, McClosky B, Oscar G, Briggs J: Perceived self-efficacy, outcome expectancies, and negative mood states in end-stage renal disease. *J Abnorm Psychol* 91:241-244, 1982
- 18) Ware JE Jr.: Standards for validating health measures: definition and content. *J Chronic Dis* 40:473-480, 1987
- 19) Tawney KW, Tawney PJ, Hladic G, Hogan SL, Falk RJ, Weaver C, Moore DT, Lee MY: The life readiness program: a physical rehabilitation program for patients on hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 36:581-591, 2000
- 20) Lo CY, Li L, Lo WK, Chan ML, So E, Tang S, Yuen MC, Cheng IK, Chan TM: Benefits of exercise training in patients on continuous ambula-

- tory peritoneal dialysis. *Am J Kidney Dis* **32**: 1011-1018, 1998
- 21) Kouidi E, Iacovides A, Iordanidis P, Vassiliou S, Deligiannis A, Ierodiakonou C, Tourkantonis A : Exercise renal rehabilitation program: psychosocial effects. *Nephron* **77**:152-158, 1997
- 22) Goldberg L, Elliot DL : The effect of exercise on lipid metabolism in men and women. *Sports Med* **4**:307-321, 1987
- 23) Goldberg AP : A potential role for exercise training in modulating coronary risk factors in uremia. *Am J Nephrol* **4**:132-133, 1984
- 24) Painter PL, Nelson-wore JN, Hill MM, Thornberry DR, Shelp WR, Harrington AR, Weinstein AB : Effects of exercise training during hemodialysis. *Nephron* **43**:87-92, 1986
- 25) 권건호, 노현진, 박형천, 이인희, 강신욱, 최규현, 이호영, 한대석 : 지속성 외래 복막투석 환자에서 이환율과 사망률의 예측인자로서 혈청 알부민의 의미. *대한신장학회지* **66**:290-301, 1997
- 26) Cowen TD, Huang CT, Lebow J, DeVivo MJ, Hawkins LN : Functional outcomes after inpatient rehabilitation of patients with end-stage renal disease. *Arch Phys Med Rehabil* **76**:355-359, 1995
- 27) Jones CH, Smye SW, Newstead CG, Will EJ, Davison AM : Extracellular fluid volume determined by bioelectric impedance and serum albumin in CAPD patients. *Nephrology Dialysis Transplantation* **13**:393-397, 1998
- 28) DeOreo PB : Hemodialysis patient-assessed functional health status predicts continued survival, hospitalization and dialysis-attendance compliance. *Am J Kidney Dis* **30**:204-212, 1997