

## 단기간의 혈액투석 중 근력운동이 환자의 체력, 우울감과 투석 적절도에 미치는 영향

서울대학교 체육교육과<sup>1</sup>, 한양대학교 의과대학 내과<sup>2</sup>, 서울대학교 스포츠과학연구소<sup>3</sup>

이 온<sup>1</sup> · 김명희<sup>1</sup> · 이창화<sup>2</sup> · 오일환<sup>2</sup> · 김연수<sup>1,3</sup>

### Effects of Intra-dialytic, Short-term Resistance Exercise on Physical Fitness, Depression and Dialysis Adequacy

On Lee<sup>1</sup>, Myoung-Hyee Kim<sup>1</sup>, Chang-Hwa Lee<sup>2</sup>, Il-Hwan Oh<sup>2</sup>, Yeon-Soo Kim<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Education, College of Education, Seoul National University, Seoul, <sup>2</sup>Department of Internal Medicine, Hanyang University College of Medicine, Seoul, <sup>3</sup>Institute of Sport Science, Seoul National University, Seoul, Korea

This study aims to identify effects of intra-dialytic, short-term strength exercises on physical fitness, depression and dialysis adequacy. In addition, we aim to examine the minimum level of momentum that positive effect is displayed for each part. The subjects were 27 hemodialysis patients who have no disability in free living. They were allocated to a moderate amount exercise group and a low amount exercise group. Both groups joined strength exercise program during hemodialysis which was set three times a week for 4 weeks. The exercise program was progressed by warm up, main exercise, and cool down that was designed to use low limb and core muscles. Measurements were taken before and after the intervention. In physical factor, body composition, physical fitness, physical function, physical activity level and, dialysis adequacy was measured. In psychological part, depression was measured. As a results, body composition, physical function, physical activity and dialysis adequacy were not changed by exercise intervention. However, leg strength and agility was increased ( $p < 0.05$ ) after 4-week moderate amount exercise program. Also, depression was significantly improved ( $p < 0.05$ ) in both exercise group.

**Keywords:** Renal dialysis, Resistance training, Physical fitness, Depression

Received: September 24, 2016 Revised: November 16, 2016

Accepted: November 17, 2016

Correspondence: Yeon-Soo Kim

Department of Physical Education, College of Education, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea

Tel: +82-2-889-1926, Fax: +82-2-886-7804

E-mail: kys0101@snu.ac.kr

This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2014S1A5B5A07041286).

Copyright ©2016 The Korean Society of Sports Medicine

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서 론

혈액투석은 신장의 기능 이상으로 체내에 축적된 전해질과 수분, 요독을 제거하는 신 대체 요법의 하나로 전 세계적으로 백만 명 이상의 환자가 혈액투석 치료를 받고 있다. 국내에서는 2014년을 기준으로 말기신부전 환자의 71.0%인 57,256명이 혈액투석을 받고 있으며<sup>1)</sup>, 혈액투석 환자 수는 매년 5%~8% 증가하는 것으로 보고된다<sup>2)</sup>. 신 대체 요법 치료의 대중화로 만성신장 질환자의 생존율은 증가하고 있지만, 심혈관 질환, 감염, 간 질환 등과 같은 여러 가지 신체적 합병증을 앓고 있는 환자가 늘고 있다. 다른 만성질환과 마찬가지로 만성신장

질환은 노화에 따라 더 쉽게 발병하지만, 노년기 삶에 매우 부정적인 영향을 미치기 때문에 일부 연구자는 만성신장 질환에 걸리지 않은 것이 노년기 건강, 그리고 성공적인 노화라고 주장하기도 한다<sup>3)</sup>.

만성신장 질환자는 노화의 영향을 제외하고도 영양 불균형, 투석요법에 따른 근육의 이화작용, 호르몬 이상, 신체활동의 감소 등으로 인하여 근력의 감소를 경험한다<sup>4)</sup>. 근력의 감소는 신체적 기능뿐만 아니라 정서적인 측면에도 영향을 주는데 근력의 감소로 일상생활 수행능력이 떨어지고 활동반경이 좁아지면 우울한 기분을 느끼기 쉽다. 혈액투석 환자의 우울증 유병은 26.5%로 일반인보다 훨씬 높은 유병률을 보이는데<sup>5)</sup>, 환자의 우울 지수가 사망률에 미치는 영향을 조사한 연구에 따르면 우울 지수가 높을수록 생존 기간이 짧아지는 것으로 나타났다<sup>6)</sup>.

혈액투석 환자 대상의 운동요법은 정신적, 육체적으로 긍정적인 영향을 주어 삶의 질을 개선하는 것으로 보고되고 있으며<sup>7)</sup>, 선행연구를 살펴보면 만성신장 질환자 대상의 운동요법은 운동 형태에 따라 유산소 운동, 근력 운동, 그리고 복합 운동으로, 중재 장소에 따라 병원 방문 운동요법, 자가 운동요법, 투석 중 운동요법으로 구분할 수 있다. 만성신장 질환자는 투석 후 피로, 투석에 걸리는 시간, 잦은 병원 방문 등으로 투석치료 이외의 날에 운동 참여가 문제 될 수 있으며<sup>9)</sup>, 이러한 이유로 최근에는 투석 중 운동 적용이 늘고 있다. 투석 중 운동 요법에 관한 많은 연구가 특별하게 고안된 자전거를 이용하여 침대에 누운 상태에서 유산소 운동에 참여하는 형태로 수행되었고 긍정적인 결과를 나타내었다<sup>10)</sup>. 그러나 이는 고가의 장비를 필요로 하는 단점이 있어 활용에 제약이 많다. 그 외 투석 중 운동 프로그램은 장소, 투석 자세로 인한 신체활동 제한 등으로 중재할 수 있는 운동 프로그램의 한계가 있으며, 일부 선행연구에서 투석 중 상체 및 하체의 근력운동을 수행한 바 있지만<sup>11,12)</sup>, 관련 연구는 상대적으로 적은 편이다. 만성신장 질환자 대상의 운동 요법 중에서 유산소와 근력운동의 복합 운동이 가장 다양한 건강 개선 효과를 보이며<sup>7,8,10)</sup>, 운동 참여도 및 활용 가능성 등을 추가로 고려하면 투석 중 근력 운동과 일상생활 걷기 등의 신체활동 증진<sup>13)</sup>의 복합 중재를 하나의 대안으로 고려해 볼 만하다. 물론 신체활동 증진 중재에 앞서 근력운동을 통한 하지 근력 및 신체 기능성의 개선이 우선되어야 하며, 적절한 시점에서 근력 운동과 신체활동 증진 중재가 같이 적용되거나 대체될 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 만성신장 질환자를 대상으로 투석 중 근력 운동과 신체활동 증진의 복합 중재의 파일릿 테스트로 수행되었으며

신체활동 증진 중재에 앞서 단기간 투석 중 근력 운동이 환자의 하지 근력 및 신체기능성에 긍정적인 변화를 끌어낼 수 있는 최소 수준의 운동량을 확인하고자 한다. 또한, 이에 더하여 단기간 투석 중 근력 운동의 건강 개선 효과를 확인하기 위하여 신체활동 수준, 우울감과 투석효율의 변화를 확인하고자 한다.

## 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 한양대학교 병원에서 혈액투석을 시작한 지 3개월 이상이면서 독립적인 보행과 자가 간호가 가능하고 연구 참여에 동의한 사람으로 하였다. 또한, 전문적인 관리나 치료가 필요한 다른 신체적·정신적 질환이 있거나 최근 1개월 이내 다른 운동 프로그램에 참여한 경험이 있는 사람은 제외하였다. 연구대상은 중도 탈락을 고려하여 중재 집단 별 16명씩 총 32명을 모집하였다. 집단의 할당은 대상자가 투석치료를 위해 병원을 방문하는 일정을 고려하여, 대상자가 집단의 차이를 모르는 상태에서 화·목·토의 일정으로 병원을 방문하는 대상자를 중 운동량 중재집단으로, 월·수·금의 일정으로 병원을 방문하는 대상자를 저 운동량 중재집단으로 배정하였다. 운동 프로그램 효과 확인을 위한 대상자의 분석 포함 기준은 프로그램 참석률 75% 이상으로 결정하였으며, 이 기준에 미달한 중 운동량 중재집단 3명(허리통증과 저혈압 증상 2명, 출석 미달 1명), 저 운동량 중재집단 2명(감기에 의한 운동 참여 거부 1명, 출석 미달 1명)을 제외하여 최종대상자는 총 27(남자 12명, 여자 15명)명이었다. 집단 별 연구대상자의 신체적, 임상적 특성의 차이는 나이를 제외하고 유의하지 않았으며 그 내용은 Table 1과 같다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 투석 중 운동프로그램

본 연구에서 시행한 근력운동 프로그램은 준비 운동, 정리 운동을 포함하여 혈액투석 중 주 3회, 4주간 시행하였다. 운동 프로그램은 선행연구<sup>11,14)</sup>를 바탕으로 본 연구의 목적에 맞게 재구성하였는데, 손목·발목 돌리기와 스트레칭 같은 준비 및 정리운동을 각각 5분 정도 실시하고 본 운동에서는 Borg 20단계 운동자각도(ratings of perceived exertion, RPE) 11(가볍다)-15(힘들다)에 해당하는 하지와 복부 근육 위주의 체중 부하 운동을 중재 집단과 주차에 따라 구분하여 실시하였다.

**Table 1.** Homogeneity test for demographic and clinical characteristics among exercise group

Characteristics	Moderate EG (n=13)	Low EG (n=14)	t/z/x <sup>2</sup>	p-value
Age (yr)	61.84±7.29	55.36±9.87	-2.261	0.024*
Sex			0.03	0.863
Male	6	6		
Female	7	8		
Marriage status			0.054	0.816
Yes	5	6		
No	8	8		
Job			0.016	0.615
Yes	4	4		
No	9	10		
Economic status			0.304	0.581
Upper	6	5		
Lower	7	9		
Duration of hemodialysis (yr)	3.86±2.74	9.20±9.57	-1.261	0.207*
Height (cm)	160.88±8.15	163.06±9.91	0.622	0.540 <sup>†</sup>
Weight (kg)	63.94±11.86	58.59±12.41	-1.143	0.264 <sup>†</sup>
Muscle mass (kg)	25.02±5.71	25.51±7.61	0.186	0.854 <sup>†</sup>
Fat mass (kg)	20.06±9.88	14.14±4.82	-2.002	0.056 <sup>†</sup>

Values are presented as mean±standard deviation.

EG: exercise group.

\*By independent t-test; <sup>†</sup>Mann-Whitney test.

**Table 2.** Exercise program in hemodialysis

Exercise	Moderate EG	Light EG
Warm-up	Wrist circle 20 rep (without arteriovenous-fistula hand) Ankle plantar/dorsi-flexion 20 rep (both side) Ankle circle 20 rep (both side)	
Main exercise (each week)	1. One leg knee up, 8-12 rep 2 set (both side) 2. Leg raise, 12-15 rep, 2 set 3. One leg extension, 15-18 rep, 2 set (both side) 4. Bridge, 18-22 rep, 2 set	1. One leg circle, 8-12 rep (both side) 2. Trunk twist, 12-15 rep 3. Straight one leg raise, 15-18 rep (both side) 4. Crunch, 18-22 rep
Stretching	Up & down side wrist, 20 sec (without arteriovenous-fistula hand) Up & down side ankle, 20 sec Pull knee towards up-side with supine tailor sitting, 20 sec (both side) Pull knee towards chest, 20 sec (without arteriovenous-fistula hand)	

EG: exercise group, rep: repetition.

중재 집단에 따라 운동량을 다르게 구성하였는데, 중 운동량 중재 집단은 체중 부하 운동 두 세트를, 저 운동량 중재 집단은 한 세트를 각각 수행하였다. 점진적인 운동량의 증가를 위하여 주차 별로 반복횟수를 늘려 진행하였으며 구체적인 프로그램의 구성은 Table 2와 같다. 운동 프로그램 진행은 환자의 안전과 참여 호응도 유지를 위해 전문교육을 이수한 운동 치료 전문가의 지도와 감독 하에 시행되었다.

## 2) 연구변인의 측정 방법

신체조성은 Bio-Impedance Analysis (InBody 370, Biospace, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다. 신체기능을 평가하는 검사로 short physical performance battery (SPPB)를 사용하였다. SPPB는 직립 균형, 보행 속도, 의자에서 일어나기 등의 3가지 항목으로 구성되어 있으며, 항목 당 수행 불능 '0'점에서 최대 '4'점까지 점수를 부여한다. 민첩성은 10 step-test를 사용하였다. 측정 방법은 대상자가 10 cm 높이의 발판에 두 발끝을

붙이고 선 상태에서 측정자의 시작 소리와 함께 양쪽 발을 최대한 빠르게 번갈아 올렸다 내리기를 반복하는 것으로 2번 측정하여 가장 빠른 기록을 사용한다<sup>15)</sup>. 유연성 측정은 앉아 윗몸 앞으로 굽히기 검사를 하였다. 평형성 검사는 족압 및 보행 측정기(Gativie, alFOOTs, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 측정 방법은 대상자가 장비 위에 올라서서 외발 서기를 수행하고 2번 측정하여 높은 점수를 사용하였다. 하지 근력은 각근력계(TKK-5402; TAKEI, Niigata, Japan)를 의자에 부착한 형태의 장비를 사용하여 측정하였다. 이 검사는 대상자가 각근력계가 부착된 의자에 앉아 양발 무릎 펴 동작으로 약 120° 무릎관절 내각에서 등척성 최대 근력을 발휘하도록 하여 2회 측정으로 큰 값을 사용한다<sup>16)</sup>. 우울감 측정은 Lee와 Song<sup>17)</sup>에 의해 번안된 Beck's depression inventory를 사용하였다. 이 척도는 21문항으로 각 문항에 대한 응답을 '0'점에서 '3'점까지 채점하고 이를 합산하여 우울 증상을 진단한다. 20점 이상부터 가벼운 우울 증상이 있는 것으로 구분한다. 신체활동은 GT3X+ (ActiGraph, Pensacola, FL, USA)를 사용하여 측정하였다. 연구 대상자는 중재 전후로 연속하여 만 5일 동안 가속도계를 착용하고 생활하였고, 3일 이상 착용한 대상자만 분석에 사용되었다.

또한, 투석 적절도 산출은 single pool Kt/V를 활용하였다. K는 투석막의 요소 청소율, t는 투석 시간, V는 요소 분포 용적으로 K와 t를 곱한 후 V로 나누면 Kt/V가 계산되고 이는 1회 혈액투석 시에 이루어진 투석의 양을 나타내며 계산식을 사용하여 구하였다<sup>18)</sup>.

### 3. 통계 분석

본 연구에서 측정된 모든 변인의 값은 SPSS ver. 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 제시하였다. 연구 변인의 사전 값으로 one sample Kolmogorov Smirnov test를 수행하여 정규성을 검증하였고 정규성이 가정되는 경우 모수통계분석을, 그렇지 못한 경우에는 비모수통계분석을 수행하였다. 운동 집단의 신체적 및 임상적 특성의 차이를 확인하기 위하여 변인의 특성에 따라 independent t-test 또는 Mann Whitney test와 chi-square test를 수행하였다. 운동 중재의 효과를 확인하는 데 있어 정규성 여부에 따라 변인 별로 paired t-test 또는 Wilcoxon's signed-ranks test를 수행하고 사전과 비교하여 사후 측정에 긍정적으로 유의한 변화가 있을 시에 이를 운동 중재의 효과로 간주하여 분석하였다. 모든 통계 검증의 유의 수준은  $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

## 결 과

### 1. 신체조성, 체력 및 신체 기능성의 변화

4주간의 근력 운동 중재 후 신체조성과 체력의 변화는 Table 3과 같다. 신체조성의 변화는 통계적으로 유의하지 않았으나 중 운동량 중재집단에서는 근육량의 증가와 체지방량의 감소가 동반하여 나타났다. 체력변인에서는 중 운동량 중재집단에서 민첩성과 하지 근력이 유의하게 증가하였으나, 저 운동량 중재집단에서는 유의한 변화가 나타나지 않았다. 신체 기능성

**Table 3.** Changes of the body composition and physical fitness among exercise groups

Variable	Light EG (n=14)		p-value	Moderate EG (n=13)		p-value
	Pre-test	Post-test		Pre-test	Post-test	
Body composition (kg)						
Muscle mass	25.51±7.61	24.91±7.07	0.180*	25.02±5.71	25.70±7.21	0.354*
Fat mass	14.14±4.82	14.51±4.42	0.533*	20.06±9.88	18.88±8.79	0.296*
Physical fitness						
Flexibility (cm)	1.05±9.21	-0.83±9.23	0.270*	7.47±10.11	10.26±8.96	0.065*
Physical function (score)	11.21±1.42	11.43±1.40	0.180 <sup>†</sup>	10.69±1.80	11.15±1.07	0.098 <sup>†</sup>
Agility (sec)	16.43±2.69	16.50±4.50	0.964*	16.18±3.46	12.39±1.85	0.004*
Balance (sec)	49.08±56.62	72.31±23.02	0.270 <sup>†</sup>	56.00±37.13	74.56±40.86	0.110 <sup>†</sup>
Leg strength (kg)	40.18±15.06	40.79±13.21	0.793	47.50±14.32	54.05±14.62	0.000*
Physical activity						
Mod-vigorous activity (min)	n=7			n=7		
	135.83±126.80	96.50±79.38	0.091*	232.52±119.69	188.76±113.10	0.236 <sup>#</sup>

Values are presented as mean±standard deviation.

EG: exercise group.

\*By paired t-test; <sup>†</sup>By Wilcoxon's signed-rank test.

**Table 4.** Changes of the depression and dialysis efficacy among exercise groups

Variable	Light EG (n=14)		p-value	Moderate EG (n=13)		p-value
	Pre-test	Post-test		Pre-test	Post-test	
Depression	41.69±9.59	36.54±9.53	0.041*	38.17±10.79	34.42±11.13	0.021*
Dialysis efficacy (Kt/v)	1.624±0.418	1.629±0.097	0.937*	1.460±0.418	1.476±0.361	0.703*

Values are presented as mean±standard deviation.

EG: exercise group, K: dialyzer clearance of urea, t: dialysis time, v: volume of distribution of urea.

\*By paired t-test.

(SPPB)은 두 집단 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다. 신체 활동은 두 집단 모두 사전에 비해 감소하였으나, 통계적으로 유의하지 않았다.

## 2. 우울감과 투석 효율의 변화

4주간 근력 운동 중재 후 우울감과 투석 적절도의 변화는 Table 4와 같다. 두 중재 집단 모두 우울감이 유의하게 개선되었다. 투석효율에서는 투석 적절도는 증가하였으나 두 집단 모두 통계적으로 유의한 변화를 나타내지 않았다.

## 고 찰

단기간의 투석 중 근력운동의 효과를 확인하기 위해서 체력, 신체기능성 및 신체활동 수준, 우울감과 투석효율 등의 변화를 관찰하였으며 이에 관하여 논하고자 한다. 혈액투석 환자의 체력은 일반인의 절반 수준에 불과하며, 이를 개선하려는 방안으로 운동요법이 강조되고 있다. 특히 투석치료를 받는 만성신장 질환자 중에 도움 없이 일상생활을 수행하지 못하는 경우가 1/3에 해당한다는 보고가 있을 정도로 투석치료 환자의 신체기능성은 매우 제한적이다<sup>19)</sup>. 본 연구에서는 보행으로 대표되는 환자의 신체 기능성 강화를 목표로 하지와 복부 근육을 중심으로 근력운동을 실시하였으며, 개선을 위한 최소 수준의 운동량을 확인하기 위하여 집단 별 운동 중재의 양에 차등을 두었다.

본 연구에서는 중 운동량 중재집단에서 하지 근력과 민첩성이 통계적으로 유의하게 증가하였으나 저 운동량 중재집단에서는 그렇지 않았다. 기존의 만성신장 질환자 대상의 근력운동에 관한 연구가 대부분 12주 이상의 중재 기간과 투석 시간 외에 수행되어 본 연구의 결과와 비교하기에는 제한점이 있으며, 일부 비교가 가능한 선행연구의 결과는 다음과 같다. Cheema 등<sup>11)</sup>의 연구에서 투석 중 12주 동안 탄력 밴드와 모래주머니를 추가한 고강도(RPE, 15-17) 체중 부하 근력운동을 주 3회, 8회 반복, 2세트를 수행하여 근력 및 신체 수행력의 유의한 향상을 보고하였으며, Chen 등<sup>20)</sup>의 연구에서 투석 중

24주 동안 발목 모래주머니를 사용한 중강도(OMNI scale 6) 하지 근력 운동을 주 2회, 8회 반복, 2세트를 수행하여 삶의 질, 신체기능성의 유의한 향상을 보고하였다. 단기간 만성신장 질환자 대상의 근력 운동에 해당하는 de Lima 등<sup>21)</sup>의 연구에서 8주간의 1 repetition maximal의 40% 정도의 15회 반복, 3세트의 하지 근력 운동으로 근력의 향상을 보고하였다. 또한, 근손실 및 쇠약 등의 특성이 유사한 노인 대상의 연구를 살펴보면, 근력 운동의 효과에 관한 체계적 문헌고찰에서 12주 이하의 근력 운동으로 인한 하지 근력 향상의 효과 크기는 0.62로 12주 이상 중재의 0.77보다는 작지만, 효과가 있는 것으로 나타난다<sup>22)</sup>. 이를 바탕으로 효과적인 투석 중 근력운동의 방법은 주 2-3회, 중강도 이상의 근력운동으로 8회 반복, 2세트 이상이 필요한 것으로 판단되며, 중재 기간에 관한 부분은 추가적인 연구가 더 필요할 것으로 보인다. 본 연구에서 중 운동량 중재집단의 경우, 하지근력과 민첩성이 유의하게 증가하였으나 신체 기능성의 유의한 증가가 나타나지 않았다. 이는 사전 SPPB 점수에서 확인할 수 있듯이 연구대상자가 신체 기능성에 문제를 겪고 있지 않았기 때문에 운동 중재를 통한 향상의 폭이 작고 통계적인 유의성이 나타나지 않은 것으로 판단된다. 또한, 신체활동은 사전과 비교하면 감소하였는데, 통계적으로 유의하지 않았다. 본 연구에서는 대상자에게 투석 중 근력운동에 참여하는 동안 일상적인 신체활동 수행에 관한 추가적인 요구를 하지 않았으나 투석 중 운동 참여에 따른 피로감, 또는 심리적 보상 등으로 대상자들의 일상적인 신체활동 수준에 부정적인 영향을 준 것으로 예상된다.

운동을 통한 만성신장 질환자의 우울감 개선은 대표적인 중재 효과로 많은 연구에서 보고되었으나 대부분 유산소 운동에 관한 연구가 많고 근력 및 복합 운동에 관한 연구는 적은 편이다<sup>8,23)</sup>. 본 연구에서는 단기간 근력운동 중재 후 두 운동 집단 모두 사전과 비교하면 유의하게 우울감이 개선되었다. 일반인을 대상으로 우울감 개선을 위한 적정 운동방법에 관한 연구결과는 아직 논란이 있지만<sup>24)</sup>, 일반 성인 대상의 선행연구에서 4주 이상의 단기간에서도 효과가 있었다고 보고된 적이

있다<sup>25)</sup>. 혈액투석 환자에게서도 단기간 근력운동이 우울감 개선 효과가 있다는 사실은 고무적인데, 이는 혈액투석 환자의 우울감이 삶의 질과 부적인 상관을 보여주고 있고<sup>26)</sup>, 혈액투석 환자의 경우 다른 만성질환과 달리 생명 연장 개념의 치료를 받고 있어서 일상생활에 많은 지장을 받아 삶의 질이 매우 낮으므로 이를 관리하는 것이 중요하기 때문이다<sup>27)</sup>. 또한, 연구결과 투석 적절도는 향상되었으나 통계적인 의미가 없었다. 선행 연구에 따르면 6개월 동안의 투석 중 자전거 에르고미터(ergometer)를 이용한 유산소 운동에서 의미 있는 개선을 보였고<sup>28)</sup>, 7-8주 정도의 단기간 운동 요법에서는 나타나지 않았다<sup>29,30)</sup>. 복합 운동을 통한 투석 적절도 개선에 관한 연구는 찾아보기 어려우며, 추후 투석 적절도 향상을 위한 운동 중재에 관하여 더 많은 연구가 필요할 것으로 보인다.

본 연구의 수행 간 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 체중 부하 근력 운동의 강도를 설정함에 운동자각도를 활용하였으나, 근거가 충분하지 않다. 둘째, 만성신장 질환자를 대상으로 여러 체중 부하 근력운동 동작의 수행 가능여부 확인을 목적으로 중재집단 별로 동일한 근육군의 부하를 제공하는 다른 운동 동작을 중재하여 운동 강도의 차이가 발생할 수 있다. 마지막으로 신체활동을 제외하고 연구결과에 영향을 줄 수 있는 혼동 변인을 통제하지 못하였다.

**Conflict of Interest**

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

**References**

1. ESRD Registry Committee, the Korean Society of Nephrology. Current renal replacement therapy in Korea [Internet]. Seoul (KR): The Korean Society of Nephrology; c2015 [cited 2015 May 31]. Available from: <http://www.ksn.or.kr>.
2. Jin DC. Current status of dialysis therapy for ESRD patients in Korea. *J Korean Med Assoc* 2013;56:562-8.
3. Arora P, Vasa P, Brenner D, et al. Prevalence estimates of chronic kidney disease in Canada: results of a nationally representative survey. *CMAJ* 2013;185:E417-23.
4. Rhee CM, Alexander EK, Bhan I, Brunelli SM. Hypothyroidism and mortality among dialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol* 2013;8:593-601.
5. Hedayati SS, Bosworth HB, Kuchibhatla M, Kimmel PL, Szczech LA. The predictive value of self-report scales

- compared with physician diagnosis of depression in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2006;69:1662-8.
6. Deborah AK, Risucci DA, Mark WB, Fred AL. ASSET: an effective educational experience for practicing surgeons. *Bull Am Coll Surg* 2012;97:31-5.
7. Segura-Orti E. Exercise in haemodialysis patients: a literature systematic review. *Nefrologia* 2010;30:236-46.
8. Lee JY, Ko IT, Choi SW. Review on the exercise of hemodialysis patients. *Korea J Sports Sci* 2016;25:1101-8.
9. Painter P, Ward K, Nelson RD. Self-reported physical activity in patients with end stage renal disease. *Nephrol Nurs J* 2011;38:139-47.
10. Sheng K, Zhang P, Chen L, Cheng J, Wu C, Chen J. Intradialytic exercise in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Am J Nephrol* 2014;40:478-90.
11. Cheema B, Abas H, Smith B, et al. Randomized controlled trial of intradialytic resistance training to target muscle wasting in ESRD: the Progressive Exercise for Anabolism in Kidney Disease (PEAK) study. *Am J Kidney Dis* 2007;50:574-84.
12. Johansen KL, Painter PL, Sakkas GK, Gordon P, Doyle J, Shubert T. Effects of resistance exercise training and nandrolone decanoate on body composition and muscle function among patients who receive hemodialysis: a randomized, controlled trial. *J Am Soc Nephrol* 2006;17:2307-14.
13. Pongneon O, Chaunchaiyakul R, Vareesangthip K, Lumlertgul D, Nakum S, Jalayondeja W. Home-based walking program increases leg muscle strength in hemodialysis patients. *J Phys Ther Sci* 2011;23:345-8.
14. Cheema BS, Smith BC, Singh MA. A rationale for intradialytic exercise training as standard clinical practice in ESRD. *Am J Kidney Dis* 2005;45:912-6.
15. Miyamoto K, Takebayashi H, Takimoto K, Miyamoto S, Morioka S, Yagi F. A new simple performance test focused on agility in elderly people: the ten step test. *Gerontology* 2008;54:365-72.
16. Rhi SY, Lee O, Kim YS, Chung JS. Reliability of isometric maximal voluntary contraction test and regression equations to predict one repetition maximal strength in women. *Korean J Phys Educ* 2011;50:433-9.
17. Lee YH, Song JY. A study of the reliability and the validity of the BDI, SDS, and MMPI-D Scales. *Korean J Clin Psychol* 1991;10:98-113.
18. Hemodialysis Adequacy 2006 Work Group. Clinical practice guidelines for hemodialysis adequacy, update 2006. *Am J Kidney Dis* 2006;48 Suppl 1:S2-90.
19. Ifudu O, Paul H, Mayers JD, et al. Pervasive failed re-

- habilitation in center-based maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 1994;23:394-400.
20. Chen JL, Godfrey S, Ng TT, et al. Effect of intra-dialytic, low-intensity strength training on functional capacity in adult haemodialysis patients: a randomized pilot trial. *Nephrol Dial Transplant* 2010;25:1936-43.
  21. de Lima MC, Cicotoste Cde L, Cardoso Kda S, Forgiarini LA Jr, Monteiro MB, Dias AS. Effect of exercise performed during hemodialysis: strength versus aerobic. *Ren Fail* 2013; 35:697-704.
  22. Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59: 48-61.
  23. Smart N, Steele M. Exercise training in haemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Nephrology (Carlton)* 2011;16:626-32.
  24. Kang JH. The effect of levels of exercise participation on depression and anxiety in adults. *Korean Soc Sports Sci* 2011;20:645-54.
  25. Kim JS. The effect of an exercise program on depression and anxiety in hemodialysis patients [dissertation]. Seoul: Korea University; 1997.
  26. Cha J, Yi M. Relationships between treatment belief, personal control, depressive mood and health-related quality of life in patients with hemodialysis. *Korean J Adult Nurs* 2014;26: 693-702.
  27. Kimmel PL, Cohen SD, Weisbord SD. Quality of life in patients with end-stage renal disease treated with hemodialysis: survival is not enough! *J Nephrol* 2008;21 Suppl 13:S54-8.
  28. Załuska A, Załuska WT, Bednarek-Skublewska A, Ksiazek A. Nutrition and hydration status improve with exercise training using stationary cycling during hemodialysis (HD) in patients with end-stage renal disease (ESRD). *Ann Univ Mariae Curie Skłodowska Med* 2002;57:342-6.
  29. Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. The effect of an exercise program during hemodialysis on dialysis efficacy, blood pressure and quality of life in end-stage renal disease (ESRD) patients. *Clin Nephrol* 2004;61:261-74.
  30. Fried LP, Ferrucci L, Darer J, Williamson JD, Anderson G. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004;59:255-63.