

균형운동을 동반한 하지 근력강화운동이 슬관절골관절염 환자의 하지 기능수준과 관절가동범위, 근력, 균형 수준에 미치는 영향

박지은 · 김선엽[†]

대전보훈병원 물리치료실, ¹대전대학교 물리치료학과

Effects of Lower Extremity Strengthening Exercise Combined with Balance Exercise on Lower Extremity Function, Range of Motion, Muscle Strength, and Balance in Patients with Knee Osteoarthritis

Ji-Eun Park, PT · Sunh-Yeop Kim, PhD, PT[†]

Dept. of Physical Therapy, Daejeon Veterans Hospital

¹Dept. of Physical Therapy, Deajeon University

Received: October 9, 2017 / Revised: October 13, 2017 / Accepted: October 26, 2017

© 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: Balance exercise as well as lower extremity strengthening exercise (LESE) is known to be effective in patients with knee osteoarthritis (KOA). The purpose of this study was to investigate the effectiveness of performing LESE in conjunction with balance exercise on lower extremity function, range of motion, muscle strength, and balance in patients with KOA.

METHODS: The subjects of this study were 25 patients with KOA who were recruited and randomly divided into two groups: 1) those who performed LESE with balance exercise; and 2) those who performed only LESE. Both the groups also received general physical therapy and performed aerobic

exercise. The interventions were performed 3 times a week for 4 weeks. To determine the effectiveness of the interventions, we measured Western Ontario and MacMaster Universities Arthritis Index (WOMAC) score, numerical rating scale (NRS) score, passive range of motion (PROM), chair stand test (CST), and Berg Balance Scale (BBS) score at the initiation of the interventions and again after 4 weeks, at the time of completion of the interventions.

RESULTS: After 4 weeks of the interventions, both the groups showed significantly improved WOMAC ($p < .01$), NRS ($p < .01$), PROM ($p < .05$), CST ($p < .05$), and BBS ($p < .01$) scores. However, there was no significant difference between the groups in terms of the clinical outcomes observed.

CONCLUSION: These results suggest that the addition of balance exercise to a LESE regimen in patients with KOA did not provide any additional benefit.

Key Words: Balance, Exercise, Function, Knee osteoarthritis, Pain, Strengthening

[†]Corresponding Author : kimsy@dju.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

슬관절골관절염(knee osteoarthritis)은 관절 공간의 협착, 연골 파괴, 연골하골 비대, 새로운 골 형성 등을 유발하는 활동성 질환이다(Peat 등, 2001). 슬관절골관절염의 주요 증상에는 통증, 관절 뻣뻣함, 염발음, 관절 부종, 관절 기형, 관절의 불안정성, 관절가동범위의 감소, 근력 약화, 신체적 활동 제한 등이 있다(Kim, 2005).

슬관절골관절염의 통증은 개인마다 차이가 있으며, 휴식 시에는 감소하고 질병의 진행 중에는 점점 증가하거나 지속적으로 나타난다(Zhang 등, 2010). 슬관절골관절염의 관절가동범위 제한은 비정상적인 자세와 기능 악화를 유발하며, 근력의 감소는 낙상의 발생을 증가시키고, 이는 질병과 사망의 주된 원인이 된다(Ho 등, 1996). 슬관절골관절염의 근력 감소는 주로 슬관절 신전근, 즉 대퇴사두근에서 관찰되며 이는 통증과 신체적 기능장애의 원인으로 간주된다(O'Reilly 등, 1998). 따라서 슬관절골관절염의 치료 시 슬관절 신전근의 근력 강화가 중요하지만 나이가 들수록 슬관절 굴곡근의 근력도 감소되기 때문에 슬관절골관절염의 장기적인 치료를 위해서는 슬관절 신전근과 굴곡근 모두 강화시켜야 한다(Iwamoto 등, 2007). 슬관절골관절염 환자들에게는 균형 능력의 감소도 나타나는데, 정적 균형보다는 동적 균형의 감소가 더 크게 나타난다(Hinman 등, 2002). 또한 근력과 관절가동범위는 동적 균형과 관련된 중요한 요인들이며(Takacs 등, 2015), 균형 능력의 감소도 낙상의 발생과 관련이 있다(Maki 등, 1994).

슬관절골관절염은 병리적인 기전이나 정확한 치료법이 아직 명확하게 밝혀지지 않고 있기 때문에(Astephen 등, 2008) 의학적 손상수준과 신체적 증상수준 간에 특성을 고려하여 치료하고 관리하도록 권장된다(Kim 등, 2016). 현재 슬관절골관절염을 위한 치료로는 환자에게 질병의 원인과 현재 상태, 진행 상황, 좋은 자세와 나쁜 자세 등 질병에 대한 전반적인 교육을 하고, 체중 감소를 유도하며, 운동과 신체적 기능의 증진을 위한 생활 습관 개선이 권장되는데, 필요에 따라 약물치료, 수술 등이 시행되고 있다(Jang 등, 2006). 슬관절골관절염에 행해지는 물리치료에는 온열치료, 전

기치료, 광선치료, 운동치료, 도수치료 등이 있으며, 이를 통해 약물 의존성과 통증을 감소시키고 근력, 근지구력, 협응력을 향상시킬 수 있다(Han과 Bang, 2008). 최근 연구들에서는 슬관절골관절염 환자들에게 근력과 균형 능력의 중요성을 강조하고 있으며(Takacs 등, 2015), 이것은 균형 능력의 향상을 목표로 하는 경우에도 고려되고 있다(Takacs 등, 2017).

근력강화운동은 근 기능을 효과적으로 개선시킬 수 있는 운동 방법으로, 자신의 체중을 이용하는 운동 방법과 중력이나 중량기구를 이용하는 운동 방법 등의 다양한 형태의 운동이 가능하고, 적용 효과와 측정 결과의 객관성이 상대적으로 뛰어나며, 방법이 비교적 간단한 대표적인 저항운동 방법이다(KISS, 1998). Bartholdy 등(2017)이 실시한 메타분석에서 슬관절골관절염 환자들을 대상으로 실시한 근력강화운동이 슬관절 신전근의 근력을 향상시켰다고 보고하고 있다. 균형운동은 하지의 자세 안정성을 유지한 상태에서 실시하는 닫힌 사슬 근력강화운동(closed-chain strengthening exercise)을 흔히 사용한다(Moon, 2006). Al-khlaifat 등(2016)은 14명의 슬관절골관절염 환자들을 대상으로 6주간 동적 균형에 대한 운동 프로그램을 실시한 결과 동적 균형이 향상되었으며, 고관절과 슬관절의 근력, 통증, 기능수준이 개선되었다고 보고하였다. Sung(2006)의 연구에서 여성 슬관절골관절염 환자 12명을 대상으로 등속성 운동과 균형운동을 동반하여 실시한 결과 근기능, 균형 능력, 통증, 관절기능상태에 긍정적인 영향을 보였다. 이 연구에서는 운동을 위하여 등속성 근력장비와 균형운동 장비를 사용하였으며, 중재 전후에 근력, 균형 능력, 관절기능상태만을 평가하였다.

위의 연구들에 근거하여 볼 때, 하지 근력강화운동에 균형운동을 동반하는 방법이 슬관절골관절염 환자들의 하지 기능수준과 통증, 관절가동범위, 근력, 균형수준을 향상시키는데 유용할 것으로 생각된다. 또한 국내에서는 슬관절골관절염 환자들을 대상으로 근력강화운동과 균형운동의 효과를 비교한 연구(Cho, 2016)나 근력강화운동이나 균형운동 중 한 가지 운동만 실시하였을 때의 효과 연구(Jang 등, 2007)는 실시된 바 있지만 근력강화운동에 균형운동을 동반하여 실시한 연구

는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 균형운동을 동반한 하지 근력강화운동이 슬관절골관절염 환자의 하지 기능수준과 통증, 관절가동범위, 근력, 균형 수준에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

본 연구는 대전대학교 기관생명윤리위원회의 승인을 받은 후 진행되었다(IRB: 1040647-201706-HR-010-03).

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 D시에 위치한 OO병원에 입원 중인 환자 중 정형외과 전문의로부터 만성 슬관절골관절염을 진단받은 환자 25명으로 하였다.

모든 연구대상자는 본 연구의 취지와 내용을 충분히 이해하고 연구의 참여에 자발적으로 동의한 자로 하였다. 대상자의 선정 기준은 3개월 이상의 만성 슬관절골관절염을 진단받은 자, 전정계 손상이나 시력 장애가 없는 자, 보조도구 없이 독립적인 기립과 보행이 가능한 자, 슬관절골관절염으로 인한 숫자통증등급(numerical rating scale; NRS)이 4-7점에 해당하는 자, 퇴행성관절염의 방사선학적 중등도 등급(Kellgren-Lawrence; K-L grade)이 3등급 이하인 자로 연구자가 지시하는 내용을 충분히 이해하고 수행할 수 있는 자를 대상으로 하였다.

대상자의 분류는 균형운동을 동반한 하지 근력강화운동을 실시하는 실험군과 하지 근력강화운동만을 실시하는 대조군으로 동전던지기를 통하여 무작위 배정한 후 각각 4주간 운동 프로그램을 실시하였다.

2. 중재 방법

전체 중재시간은 90분이며, 주 3회, 4주간 총 12회를 실시하였다. 두 군 모두 손상측 무릎에 보존적 물리치료(표충열 치료 15분, 간섭파 치료 15분)를 제공하였고, 유산소운동(고정식 자전거운동 15분, 트레드밀운동 15분)을 실시하였다. 실험군에는 하지 근력강화운동과 균형운동을 각각 15분씩 실시하였고, 대조군에는 하지 근력강화운동만 30분 실시하였다. 두 군의 운동에 대한

구체적인 방법은 다음과 같다(Fig. 1).

1) 하지 근력강화운동

운동 프로토콜은 Scopaz 등(2009)의 연구에서 슬관절골관절염 환자들의 하지 근력 강화를 위하여 제시된 운동 프로토콜을 기준으로 하여 대퇴사두근과 슬딕근의 스트레칭 및 근력강화운동 방법을 수정·보완하여 구성하였다. 운동 전후에는 경직된 근육을 이완시키고 근육통 등의 불편함을 예방하기 위하여(Jang 등, 2006) 대퇴사두근과 슬딕근에 스트레칭을 실시하였다.

대퇴사두근 스트레칭(quadiceps stretching)은 치료대에 엎드린 자세에서 한 쪽 무릎을 90°로 굴곡시킨 후 대퇴사두근에 불편감이 느껴지는 수준까지 무릎을 고관절 방향으로 굴곡시켜 30초간 유지하고 이 동작을 2회 반복하였다. 대퇴사두근의 등척성 수축운동(quadiceps setting)은 양쪽 무릎을 신전한 상태에서 한 쪽 무릎 아래에 수건을 말아서 놓았다. 통증이 발생하지 않는 수준에서 무릎으로 수건을 누르게 하였다. 이때 가능하면 발뒤꿈치가 치료대에서 떨어질 수 있도록 대퇴사두근을 등척성 수축하여 3초간 유지하도록 하였다. 누워서 다리 뻗어 올리기(supine straight leg raises)는 치료대에 등을 대고 누운 상태에서 한 쪽 무릎을 구부리고 발은 치료대 위에 편평하게 놓도록 하였다. 구부린 무릎의 높이까지 반대쪽 무릎을 완전히 편 상태로 올려 3초간 유지하도록 하였다. 슬딕근 스트레칭(hamstring stretching)은 치료대에 등을 대고 누운 자세에서 한 쪽 다리를 하지직거상 자세로 하여 고관절을 굴곡시켰다. 이때 무릎은 최대 신전 상태를 유지하면서 슬딕근에 불편감이 느껴지는 수준까지 고관절을 굴곡시켜 30초간 유지하고 이 동작을 2회 반복하였다. 엎드려서 고관절 신전(prone hip extension)은 치료대에 엎드려 누운 상태에서 한 쪽 무릎을 완전히 펴서 가능한 높이까지 다리를 들어 올려 3초간 유지하도록 하였다. 일어선서 무릎 구부리기(standing hamstring curls)는 벽이나 문을 마주본 상태에서 두 손을 짚고 한 쪽 무릎을 90°까지 구부려 3초간 유지하도록 하였다.

모든 운동은 양쪽 다리에 번갈아 실시하였다. 운동의 난이도는 1주 간격으로 재평가하여 총 4주간 환자의





















Quadriceps strengthening exercises		Hamstring strengthening exercises	
Start	Finish	Start	Finish
A. Quadriceps stretching		D. Hamstring stretching	
			
B. Quadriceps setting		E. Prone hip extension	
			
C. Supine straight leg raises		F. Standing hamstring curls	
			
Balance exercises			
Start	Finish	Start	Finish
G. Slide step forward/backward		H. Step forward/backward	
			
I. Single leg stance		J. Squats	
			

Fig. 1. Knee strengthening exercise and balance exercise programs for knee osteoarthritis patients

상태에 따라 다르게 적용하였다. 운동횟수는 운동의 각 동작별로 10회에서 30회까지 점진적으로 늘어나가면서 실시하였다. 환자가 30회를 할 수 있으면 한 쪽 발목에 1 kg 정도의 커피웨이트를 적용하여 운동 강도를 높였다. 운동간 휴식시간은 30초로 하였다.

2) 균형운동

실험군에게 적용한 균형운동 프로토콜은 Gstoettner 등(2011)이 슬관절골관절염 환자들의 균형 능력을 향상시키기 위하여 제시된 운동 프로토콜을 기준으로 수정·보완하여 구성하였다. 모든 운동은 양쪽 무릎을 약 70°로 구부린 상태에서 시작하였다. 앞뒤로 발 내밀기 (slide step forward/backward)는 다리를 들지 않고 한 쪽 발을 앞으로 천천히 내민 다음 뒤로 천천히 당기도록 하였다. 앞뒤로 발 내딛기(step forward/backward)는 한 쪽 다리의 고관절을 구부리고 무릎을 약 90°로 구부린 상태에서 허리 높이까지(지면과 허벅지가 평행하도록) 올린 다음 발을 앞으로 내딛도록 하였다. 이 때 먼저 발뒤꿈치를 바닥에 내딛은 후 모든 발가락을 완전히 접촉하도록 하였다. 그런 다음 뒤로 내딛을 때는 발가락을 먼저 접촉한 후 발뒤꿈치를 완전히 접촉하도록 하였다. 앞뒤로 발 내밀기와 내딛기는 10회에서 15회까지 실시하였으며, 움직임의 속도와 범위를 점진적으로 늘려나가도록 하였다. 한 다리로 서기(single leg stance)는 한 쪽 다리의 고관절을 구부리고 무릎을 약 90°로 구부린 상태에서 허리 높이까지(지면과 허벅지가 평행하도록) 올려 최소 10초간 유지하도록 하였다. 앞뒤로 발 내밀기와 내딛기, 한 다리로 서기는 양쪽 다리에 번갈아 실시하였다. 쪼그려 앉기(squats)는 고관절을 구부리고 무릎을 고관절보다 높이 올려 무릎의 간격을 약 30 cm로 유지한 후 양쪽 다리에 체중을 완전히 지지하여 최소 10초간 유지하도록 하였다.

모든 운동은 맨발로 실시하였으며, 환자의 상태에 따라 딱딱한 바닥에서 시작하여 가능하면 밸런스 패드 (Balance-pad, Airex AG, Switzerland) 위에서도 실시하였다. 필요하면 균형 유지를 위해 손으로 벽이나 다른 지지대를 짚도록 하였다. 운동 중에는 상체를 곧게 편 상태에서 발을 보지 않고 정면을 보도록 하였다. 모든 운동은

눈을 뜬 상태에서 실시하였으며, 아무런 문제가 없다면 눈을 감은 상태에서도 실시하였다. 운동의 난이도는 1 주 간격으로 재평가하여 총 4주간 환자의 상태에 따라 다르게 적용하였다. 운동간 휴식시간은 30초로 하였다.

3. 측정 도구 및 평가 방법

각 운동의 효과를 알아보기 위하여 중재 전후에 하지 기능수준, 슬관절의 통증과 관절가동범위, 하지 근력, 균형 수준을 평가하였다.

1) 하지 기능수준

하지 기능수준을 평가하기 위해 한국판 웨스턴 온타리오와 맥마스터 대학교 관절염 지수(Western Ontario and MacMaster Universities Arthritis Index; WOMAC)를 이용하였다. WOMAC은 슬관절골관절염 환자의 통증(5개의 항목), 뻣뻣함(2개의 항목), 신체적 기능(17개의 항목)을 평가하는 도구로, 총 24개의 항목으로 구성되어 있다(Kutlay 등, 2011). 이 질문지는 리커트(Likert)형 5점 척도(0=없음, 1=약함, 2=보통, 3=심함, 4=극심함)를 사용한다(Bae 등, 2001). 각 영역의 총점은 통증 20점, 뻣뻣함 8점, 신체적 기능 68점이며, 평가 소요시간은 3분 정도이다. 한국판 WOMAC의 급간내상관계수 (intra-class correlation coefficient; ICC)는 .79~.89이며, 내적일치도인 Chronbach α 는 .97이다(Koh와 Yi, 2007). 또한 환자의 통증과 일반적인 평가들과의 상관계수를 구해본 결과 구성 타당도는 .30이며, 신체 전반적 기능수준과의 상관계수는 .41이다(Bae 등, 2001).

2) 슬관절 통증

슬관절 통증은 숫자통증등급(NRS)을 이용하여 중재 전후에 평가하였다. NRS는 환자에게 0에서 10까지의 숫자를 선택하게 함으로써 통증의 심각성을 평가하는 도구이다(Salaffi 등, 2004). 0점은 '통증이 없음', 10점은 '상상할 수 없을 정도의 통증'을 의미하며, 4점 이하는 경도, 4~7점은 중등도, 7점 이상은 중증의 통증이다. NRS의 재검사 신뢰도는 .95~.96이며, 구성 타당도는 .86이상으로 신뢰도와 타당도가 매우 높은 편이다(Hawker 등, 2011).

3) 슬관절 관절가동범위

슬관절 관절가동범위는 손상측과 비손상측 모두 측정하였으며, 양쪽 무릎이 아플 경우 더 아픈 쪽을 손상측으로 정하였다. 슬관절의 굴곡과 신전에 대한 수동 관절가동범위를 중재 전후에 각각 2회씩 측정하여 그 평균값을 계산한 후 평균 굴곡 각도에서 평균 신전 각도를 뺀 값을 슬관절 관절가동범위의 변화값으로 정하여 이 값을 통계분석에 사용하였다. 측정방법은 다음과 같았다(Clarkson, 1999). 환자는 바로 눕고 해부학적 위치에서 고관절과 슬관절을 신전하였다. 수건을 대퇴 원위부 밑에 대고, 환자의 체중에 의해 골반이 고정되도록 하였다. 치료사는 대퇴를 고정시키고, 대퇴의 외측 상과 위에 각도기 축을 놓았다. 고정자는 대전자를 향하여 대퇴의 수직축에 평행하도록 하고, 가동자는 외과를 향하여 비골의 장축에 평행하도록 하였다. 슬관절 신전의 시작 자세에서 고관절과 슬관절이 굴곡되도록 하고, 슬관절의 굴곡 한계까지 발뒤꿈치를 둔부 쪽으로 움직였다. 대퇴를 고정시키고 하퇴를 0° 신전 이상 앞쪽으로 움직였다. 0~10°까지의 과신전이 나타날 수 있었다. 슬관절의 관절가동범위 측정에 대한 측정자간 신뢰도는 .98(ICC=.99)이며, 타당도는 .97~.98(ICC=.98~.99)로 신뢰도와 타당도 모두 높은 편이다(Gogia 등, 1987).

4) 하지 근력

하지 근력을 평가하기 위하여 의자에서 일어나기 검사(chair stand test; CST)를 실시하였다. CST는 일상 생활동작(의자에서 일어나기, 계단 오르기, 침대로 옮겨가기)을 결정짓는 하지의 근력을 평가할 때 사용되는 중요한 검사 중 하나이다(Jones 등, 1999). 평가는 중재 전후에 각각 2회씩 실시하여 그 평균값을 통계분석에 사용하였다. 대상자는 등받이(약 40 cm)가 있는 의자의 중간 부분에 앉고 양 발을 바닥에 놓은 상태에서 허리를 곧게 펴고 양 팔을 가슴 앞에 교차시켜 30초 동안 의자에서 일어났다 앉기를 실시한 후 그 횟수를 기록하였다. CST의 급간내상관계수(ICC)는 .84~.92이며, 하지 근력에 대한 타당도는 .71~.78이다(Rikli와 Jones, 2001).

5) 균형 수준

균형 능력은 버그균형척도(Berg Balance Scale; BBS)를 이용하여 중재 전후에 평가하였다. BBS는 정적 균형 능력과 동적 균형 능력을 평가하는 척도로서 앉기, 서기, 자세 변화의 3개 영역으로 나뉘며 14개의 세부항목으로 구성되어 있다(Hwang과 Lee, 2004). 최소 0점에서 최고 4점까지 5점 척도로 구성되어 있으며 총점은 56점이다. BBS의 측정자내 신뢰도는 .99이며, 측정자간 신뢰도는 .98로 신뢰도가 높은 편이다(Bogle Thorbahn과 Newton, 1996).

4. 분석 방법

수집된 모든 자료의 통계처리는 윈도우용 SPSS version 20.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 실험군과 대조군의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 분석하였고, 측정된 모든 변수의 평균과 표준편차를 산출하였다. 측정된 변수들의 정규성 검정을 위하여 샤피로-윌크검정(Shapiro-Wilk test)을 시행하였다. 실험군과 대조군의 군내 중재 전후 차이 비교는 대응표본 t-검정(paired t-test)을, 군간 차이 비교는 독립표본 t-검정(independent t-test)과 중재 전에 두 군 간에 차이가 있었던 연령을 공변량으로 처리한 개체간 요인이 있는 공분산분석(analysis of covariance; ANCOVA)을 이용하여 분석하였다. 통계학적 유의수준 α 는 .05로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

전체 연구대상자 중 실험군은 12명, 대조군은 13명이었다. 두 군 간에 대상자들의 성별, 신장, 체중, 손상측 분포, 유병기간, K-L 등급은 유의한 차이가 없었으나 ($p>.05$), 연령은 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 1).

2. 두 군 간에 중재 전후의 하지 기능수준 비교

중재 전후에 실험군과 대조군의 WOMAC 지수의 세부항목인 통증, 뻣뻣함, 신체적 기능의 각 점수와

Table 1. General characteristics of subjects

Variables (units)	Experimental group (n ₁ =12)	Control group (n ₂ =13)	t / χ^2	p	
Gender (male/female)	11/1	11/2	.29	.59	
Age (years)	75.42±7.87 ^b	68.85±3.56	2.65	.02*	
Height (cm)	162.83±5.65	165.23±8.19	-.84	.41	
Weight (kg)	68.00±8.83	68.08±10.60	-.02	.98	
Involved side (%)	Right	3 (25.00) ^c	2 (15.38)	.38	.83
	Left	3 (25.00)	4 (30.77)		
	Both	6 (50.00)	7 (53.85)		
Duration (month)	44.08±27.04	50.62±31.15	-.56	.58	
K-L ^a grade (%)	1	8 (66.67)	10 (76.92)	1.18	.55
	2	3 (25.00)	3 (23.08)		
	3	1 (8.33)	0 (.00)		
	4	0 (.00)	0 (.00)		

^a Kellgren-Lawrence, ^b Mean±standard deviation, ^c Thenumbersofsubjects(%).

*p<.05

WOMAC 지수의 총점은 모두 유의하게 감소되었다 (p<.01). 그러나 중재 전에 두 군 간에 유의한 차이가 있었던 연령을 공변량으로 처리한 공분산분석을 시행한 결과 WOMAC 지수의 변화 양상은 두 군 간에 유의한 차이는 없었다(Table 2).

3. 두 군 간에 중재 전후의 슬관절 통증 비교

슬관절에 통증 수준은, 중재 전후에 두 군 모두 유의하게 감소되었다(p<.01). 그러나 중재 전후에 차이값은 두 군 간에는 유의한 차이가 없었고, 연령을 공변량으로 처리한 공분산분석을 시행한 결과 통증 수준의 변화 양상은 두 군 간에 유의한 차이는 없었다(Table 2).

4. 두 군 간에 중재 전후의 슬관절 관절가동범위 비교

손상측 슬관절의 관절가동범위는 중재 전후에 실험군(p<.01)과 대조군(p<.05) 모두 유의하게 증가되었으나, 비손상측 슬관절의 관절가동범위는 유의한 차이가 없었다. 중재 전후에 슬관절 관절가동범위의 차이값은 손상측과 비손상측에서 모두 두 군 간에 유의한 차이는 없었고, 연령을 공변량으로 처리한 공분산분석을 시행한 결과 관절가동범위의 변화 양상은 두 군 간에 유의한

차이는 없었다(Table 2).

5. 두 군 간에 중재 전후의 하지 근력과 균형 수준의 비교

중재 전후에 실험군과 대조군의 하지 근력을 평가하기 위해 실시한 CST 결과는 모두 유의하게 증가되었다 (p<.05). 그러나 중재 전후에 차이값은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 중재 전후에 두 군의 균형 수준은 모두 유의하게 증가되었다(p<.01). 그러나 중재 전후에 차이값은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 연령을 공변량으로 처리한 공분산분석을 시행한 결과 하지 근력과 균형 수준의 변화 양상은 모두 두 군 간에 유의한 차이는 없었다(Table 2).

IV. 고 찰

본 연구는 균형운동을 동반한 하지 근력강화운동이 슬관절골관절염 환자의 하지 기능수준과 슬관절 통증, 관절가동범위, 근력, 균형 수준에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였으며, 중재 전후에 실험군과 대조

Table 2. Comparison of pre-post WOMAC, NRS, PROM, CST, and BBS between experimental group and control group

Variables (units)		Experimental group (n ₁ =12)	Control group (n ₂ =13)	t (between groups)	F [†] (group×time)	
WOMAC ^a (score)	Pain	Pre	9.25±3.49 [§]	10.54±3.31	-.95	.02
		Post	4.75±3.17	7.00±4.47	-1.44	.44
		t	5.249**	3.667**		
		Diff ^f	-4.50±2.97	-3.54±3.48	-.74	.40
	Stiffness	Pre	3.67±1.92	5.00±1.91	-1.74	.81
		Post	1.92±1.16	3.00±1.47	-2.03	1.94
		t	3.924**	3.172**		
		Diff	-1.75±1.54	-2.00±2.27	.32	.01
	Physical function	Pre	34.00±8.70	35.92±6.33	-.64	.05
		Post	19.92±8.76	22.92±6.25	-.99	.67
		t	8.226**	9.502**		
		Diff	-14.08±5.93	-13.00±4.93	-.50	2.56
Total	Pre	46.92±13.28	51.46±10.27	-.96	.00	
	Post	26.58±11.84	32.92±9.38	-1.49	1.00	
	t	8.298**	7.721**			
	Diff	-20.33±8.49	-18.54±8.66	-.52	1.52	
NRS ^b (score)	Pre	5.42±1.08	5.69±1.03	-.65	.49	
	Post	3.42±1.56	3.85±1.14	-.79	.34	
	t	4.342**	4.951**			
	Diff	-2.00±1.60	-1.85±1.34	-.26	.00	
PROM ^c (degree)	Involved side	Pre	114.25±13.34	116.08±16.85	-.30	.39
		Post	127.33±9.43	122.77±13.95	.48	.04
		t	-4.298**	-2.222*		
		Diff	13.08±10.54	8.85±14.35	.84	.89
	Uninvolved side	Pre	123.67±10.62	124.92±14.78	.18	.24
		Post	129.08±11.60	125.46±8.83	.88	.05
		t	-1.859	-.885		
		Diff	5.42±10.09	2.69±10.96	.64	.61
CST ^d (count)	Pre	10.08±3.85	8.23±3.17	1.32	1.04	
	Post	11.50±4.60	10.69±2.81	.53	.09	
	t	-2.609*	-2.684*			
	Diff	1.42±1.88	2.46±3.31	-.96	.81	
BBS ^e (score)	Pre	35.50±12.35	40.23±6.85	-1.20	.27	
	Post	42.75±10.21	48.62±4.15	-1.91	.97	
	t	-5.886**	-7.698**			
	Diff	7.25±4.27	8.38±3.93	-.69	.29	

^a Western Ontario and MacMaster Universities Arthritis Index, ^b Numerical rating scale, ^c Passive range of motion,

^d Chair stand test, ^e Berg Balance Scale, ^f Difference, [§] Mean±standard deviation.

[†] Analysis of covariance (ANCOVA) with age covariance.

*p<.05, **p<.01

군의 하지 기능수준(WOMAC), 슬관절 통증(NRS), 관절가동범위(PROM), 근력(CST), 균형 수준(BBS)을 평가하였다.

Jang 등(2006)은 여성 슬관절골관절염 환자 30명을 대상으로 6주간 하지 근력강화운동을 실시한 결과 환자의 통증, 기능 수행수준, 균형 능력 그리고 인지 능력이 유의하게 개선되었다고 보고하였다. Iwamoto 등(2007)은 26명의 슬관절골관절염 환자들에게 3~6개월간, 주 1회 무릎 운동기를 이용한 근력강화운동과 일 1회 등척성 근력강화운동을 실시한 결과 슬관절 굴곡근과 신전근의 근력이 향상되었다고 보고하였다. Cho (2016)는 26명의 슬관절골관절염 환자를 13명씩 실험군과 대조군으로 각각 무작위 배정하여 8주간 실험군에는 동적 균형훈련기를 이용한 시각적 피드백 균형운동을, 대조군에는 탄성밴드를 이용한 근력증진운동을 실시한 결과 환자들의 통증, 신체기능, 보행능력, 동적 균형 능력이 유의하게 개선되었지만 두 군 간에 유의한 차이는 없었다고 보고하였다. 그리고 Al-khlaifat 등(2016)은 14명의 슬관절골관절염 환자들을 대상으로 6주간 동적 균형에 대한 운동 프로그램을 실시한 결과 동적 균형, 고관절과 슬관절의 근력, 통증, 기능수준이 유의하게 개선되었다고 보고하였다.

위의 연구들에 결과들을 비교하여 볼 때, 슬관절골관절염 환자들을 대상으로 근력강화운동과 균형운동의 효과를 비교한 연구나 근력강화운동이나 균형운동 중 한 가지 운동만 실시하였을 때의 효과에 대한 연구는 많이 있지만 근력강화운동과 균형운동을 동반하여 실시한 연구는 부족한 실정이었다. Ahmed (2011)가 40명의 여성 슬관절골관절염 환자를 각각 20명씩 나누어 6주간 대조군에서 전통적인 운동 프로그램을, 실험군에서는 전통적인 운동 프로그램에 균형운동을 추가하여 실시한 결과 실험군이 대조군에 비해 균형과 기능적 활동 수준이 유의하게 향상되었다고 보고하였다. 이는 균형운동의 추가가 환자의 균형과 기능수준에 긍정적인 효과를 나타낸다고 볼 수 있다. Sung (2006)은 여성 슬관절골관절염 환자 12명을 대상으로 8주간 등속성운동과 균형운동을 병행한 등속성운동을 실시한 결과 근기능, 균형 능력, 기능적 능력, 통증 그리고 관절기능

상태에 긍정적인 영향을 보였다고 보고하였다. 특히 균형 능력은 등속성운동과 균형운동을 병행한 군에서 유의한 개선이 있었고, 이는 균형운동을 병행하는 것이 균형 능력의 회복에 더 유리하다는 것을 뜻한다. 그러므로 슬관절골관절염 환자들의 운동 프로그램에 근력강화운동뿐만 아니라 균형운동을 동반하여 실시한다면 슬관절의 통증과 전반적인 상태, 근력, 균형 등 다양한 측면에서 보다 유의한 효과를 볼 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서도 균형운동을 동반한 하지 근력강화운동을 실시한 실험군의 결과 WOMAC 지수의 세부항목인 통증, 뻣뻣함, 신체적 기능의 각 점수와 WOMAC 지수의 총점은 유의하게 감소되었고($p < .01$), 숫자통증 등급도 유의하게 감소되었다($p < .01$). 슬관절 관절가동범위도 유의하게 증가되었으며($p < .01$), 의자에서 일어나기 검사 결과($p < .05$)와 버그균형척도의 점수($p < .01$)도 중재 후에 유의하게 증가되었다. 하지 근력강화운동만을 실시한 대조군의 결과 모든 변수에서 유의한 개선을 보였으나, 두 군 간에 중재 전후의 차이값을 비교한 결과 유의한 차이가 없었다. 따라서, 본 연구에서는 슬관절골관절염 환자들에게 실시하는 하지 근력강화운동에 균형운동을 추가하는 것은 근력강화운동만을 실시한 것보다 추가적인 효과가 없었다. 본 연구를 통해 균형운동의 추가가 슬관절골관절염 환자에게 긍정적인 효과가 없었던 것은 중재에 활용한 제한된 시간 동안 적용한 두 가지 하지 근력강화운동과 균형운동의 적용 시간이 한 가지 운동에 집중해 적용한 대조군에 비해 다소 충분한 적용시간이 되지 못한 것이 아닌가 생각된다. 이후의 연구에서는 균형운동의 효과를 얻기 위해서는 어느 정도의 중재시간이 필요한지 관심을 가질 필요가 있다고 판단된다.

본 연구의 제한점은 연구대상자가 25명으로 다소 적은 수이기 때문에 모든 슬관절골관절염 환자들에게 일반화하여 해석하는데 한계가 있다. 중재 기간은 총 4주로 중재에 의미 있는 효과를 확인하기에 다소 짧은 기간이었다고 생각된다. 또한 연구대상자를 두 군에 무작위 배정하였지만 두 군의 연령에서 유의한 차이($p < .05$)가 있었기 때문에 이 점이 연구 결과에 영향을

미쳤을 것이라고 생각된다. 그리고 중재 기간 동안 연구대상자들에게 본 연구의 중재 방법 이외의 다른 운동은 하지 않도록 완벽하게 통제하지 못하였다. 따라서 향후 연구에서는 이러한 제한점을 보완하여 더 많은 대상자와 장기간의 중재 기간으로 설정된 후속연구가 이루어지길 기대한다.

V. 결론

본 연구는 균형운동을 동반한 하지 근력강화운동이 슬관절골관절염 환자의 하지 기능수준과 통증, 관절가동범위, 근력, 균형 수준에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 연구대상자는 실험군(12명)과 대조군(13명)에 무작위 배정되었고, 운동 중재는 총 12회 실시하였으며, 실험군에는 균형운동을 동반한 하지 근력강화운동을, 대조군에는 하지 근력강화운동만을 실시하였다. 중재 전후에는 하지 기능수준, 슬관절의 통증과 관절가동범위, 하지 근력, 균형 수준을 평가하였다. 그 결과, 중재 전후에 두 군 모두에서 하지 기능수준, 슬관절의 통증과 관절가동범위, 하지 근력, 균형 수준에서 유의한 향상을 보였으나, 두 군 간에 유의한 차이는 없었다.

이상의 결과를 통해 슬관절골관절염 환자에게 하지 근력강화운동은 하지의 기능수준과 통증, 관절가동범위, 근력, 균형 수준에 유의한 개선을 보였으나, 균형운동의 추가는 더 큰 영향을 주지 않는다는 것을 확인하였다.

References

- Ahmed AF. Effect of sensorimotor training on balance in elderly patients with knee osteoarthritis. *J Adv Res.* 2011;2(4):305-11.
- Al-khlaifat L, Herrington LC, Tyson SF, et al. The effectiveness of an exercise programme on dynamic balance in patients with medial knee osteoarthritis: A pilot study. *Knee.* 2016;23(5):849-56.
- Astephen JL, Deluzio KJ, Caldwell GE, et al. Biomechanical changes at the hip, knee, and ankle joints during gait are associated with knee osteoarthritis severity. *J Orthop Res.* 2008;26(3):332-41.
- Bae SC, Lee HS, Yun HR, et al. Cross-cultural adaptation and validation of Korean Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) and Lequesne osteoarthritis indices for clinical research. *Osteoarthritis Cartilage.* 2001;9(8):746-50.
- Bartholdy C, Juhl C, Christensen R, et al. The role of muscle strengthening in exercise therapy for knee osteoarthritis: A systematic review and meta-regression analysis of randomized trials. *Semin Arthritis Rheum.* 2017; 55(0):779-85.
- Bogle Thorbahn LB, Newton RA. Use of the Berg balance test to predict fall in elderly persons. *Phys Ther.* 1996;76(6):576-85.
- Cho IS. The effects of visual feedback balance training on pain, physical function, gait, balance in chronic knee osteoarthritis patients. Doctor's Degree. Daegu University. 2016.
- Clarkson HM. Musculoskeletal assessment: joint range of motion and manual muscle strength (2nd ed). Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 1999.
- Gogia PP, Braatz JH, Rose SJ, et al. Reliability and validity of goniometric measurements at the knee. *Phys Ther.* 1987;67(2):192-5.
- Gstoettner M, Raschner C, Dirnberger E, et al. Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty. *Knee.* 2011;18(4):265-70.
- Han TR, Bang MS. Rehabilitation medicine (3rd ed). Seoul. Kunja. 2008.
- Hawker G, Mian S, Kendzerska T, et al. Measures of adult pain: Visual analog scale for pain (VAS pain), numeric rating scale for pain (NRS pain), McGill pain questionnaire (MPQ), short-form McGill pain questionnaire (SF-MPQ), chronic pain grade scale

- (CPGS), short form-36 bodily pain scale (SF-36 BPS), and measure of intermittent and constant osteoarthritis pain (ICOAP). *Arthritis Care Res.* 2011;63(S11): S240-52.
- Hinman RS, Bennell KL, Metcalf BR, et al. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: A comparison with matched controls using clinical tests. *Rheumatology (Oxford)*. 2002;41:1388-94.
- Ho SC, Woo J, Chan SS, et al. Risk factors for falls in the Chinese elderly population. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1996;51(5):M195-8.
- Hwang SJ, Lee SY. Effects of balance control and functional activities during gym ball exercise in elderly people. *Phys Ther Korea.* 2004;11(3):25-32.
- Iwamoto J, Takeda T, Sato Y. Effect of muscle strengthening exercises on the muscle strength in patients with osteoarthritis of the knee. *Knee.* 2007;14(3):224-30.
- Jang WS, Bae SS, Ju MY, et al. Influence of lower extremity strengthening exercise on sway area of knee osteoarthritis. *J Korean Soc Phys Med.* 2006;1(1): 13-21.
- Jang WS, Bae SS, Jung YW. Effect of balance ability of knee osteoarthritis with lower extremity strengthening exercise. *J Korean Soc Phys Med.* 2007;2(1):31-9.
- Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport.* 1999;70: 113-9.
- Kim DH, Jang HJ, Cheon JG, et al. Relationship between the severity of radiographic features and degree of pain and dysfunction in patients with knee osteoarthritis. *J Korean Soc Phys Med.* 2016;11(1): 23-34.
- Kim SY. Muscle strength ratio and Q-angle in patients with osteoarthritis of the knee: A comparative study with healthy persons. *Phys Ther Korea.* 2005;12(1):45-54.
- KISS (Korea Institute of Sports Science). Latest exercise prescription for professionals. Seoul. 21st Publishing, 1998.
- Koh EK, Yi CH. Rasch analysis of the Korean Western Ontario McMaster(KWOMAC): In the out-patients over 65 years with osteoarthritis of the knee. *Phys Ther Korea.* 2007;14(1):82-9.
- Kutlay S, Küçükdeveci AA, Elhan AH, et al. Validation of the world health organization disability assessment schedule II (WHODAS-II) in patients with osteoarthritis. *Rheumatol Int.* 2011;31(3):339-46.
- Maki BE, Holliday PJ, Topper AK. A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol.* 1994;49:M72-84.
- Moon EM. Effect of elastic band for resistance training and balance training on walking ability in elderly women. Master's Degree. Kookmin University. 2006.
- O'Reilly SC, Jones A, Muir KR, et al. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: The effect on pain and disability. *Ann Rheum Dis.* 1998;57:588-94.
- Peat G, McCarney R, Croft P. Knee pain and osteoarthritis in older adults: A review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis.* 2001;60(2):91-7.
- Rikli RE, Jones CJ. Senior Fitness Test Manual. Champaign. Human Kinetics Publishers. 2001.
- Salaffi F, Stancati A, Silvestri CA, et al. Minimal clinically important changes in chronic musculoskeletal pain intensity measured on a numerical rating scale. *Eur J Pain.* 2004;8(4):283-91.
- Scopaz KA, Piva SR, Gil AB, et al. Effect of baseline quadriceps activation on changes in quadriceps strength after exercise therapy in subjects with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2009;61:951-7.
- Sung NJ. The effects of isokinetic and isokinetic plus balance exercise on the change of functional status, pain and postural control in patients with osteoarthritis of the knee. Master's Degree. Konyang University. 2006.
- Takacs J, Carpenter MG, Garland SJ, et al. Factors associated

- with dynamic balance in people with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2015;96:1873-9.
- Takacs J, Krowchuk NM, Garland SJ, et al. Dynamic balance training improves physical function in individuals with knee osteoarthritis: A pilot randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2017;98(8):1586-93.
- Zhang W, Doherty M, Peat G, et al. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 2010;69(3):483-9.