

Original Article

무릎관절 전치환술 환자에게 적용한 무릎 안정화 운동이 균형과 보행능력에 미치는 영향

박근홍, 김태원¹⁾, 송형봉²⁾

첨단우암병원 재활센터, 우일신경외과의원¹⁾, 아산사회복지재단 보성아산병원 물리치료실²⁾

Effect of Knee Stabilization Exercise on Balance and Walking Ability in Patients with Total Knee Replacement

Geun-hong Park, Tae-won Kim¹⁾, Hyoung-bong Song²⁾

Dept. of Physical Therapy, Chumdan Wooam Hospital Rehab Center

Dept. of Physical Therapy, Wooil Neurosurgery Hospital¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Boseong Asan Hospital, Asan Foundation²⁾

ABSTRACT

Background: Degenerative arthritis accounts for a large portion of the elderly, causing a lot of inconvenience in daily life. Total knee replacement (TKR) are performed to relieve pain in the knee joint. The purpose of this study was to determine whether knee joint stabilization exercises are effective in improving balance and walking ability in degenerative arthritis patients who have undergone TKR.

Methods: A total of 30 TKR patients participated in this study. They were assigned to two groups. The experimental group, the group that underwent knee stabilization exercises, joint mobilization and general physical therapy. On the other hand, and the controlled group, the group that underwent joint mobilization and general physical therapy. All exercises were conducted thrice a week, for four weeks. The main balance outcomes were evaluated using the posture balance training system, while walking ability was assessed using a wireless 3-axis accelerometer.

Results: The experimental group had significantly higher scores in postural stability testing (PST), limits stability testing, and waling ability. The post-intervention evaluation, there were significant differences in all variables between the two groups. However, no significant difference was noted in the foam eyes closed test in PST.

Conclusion: This study suggests that knee joint stabilization exercises effectively improve the balance and walking ability of TKR patients. Thus, it could be presented as useful in clinical practice.

Key Words:

Balance, Knee stabilization exercise, Total knee replacement, Walking ability,

I. 서론

퇴행성 관절염은 근골격계 질환 중 노인들에서 가장 많은 부분을 차지하며, 유병율이 25~26.9%인 후천적 질병으로 나이가 들면서 많은 사람이 경험하게 된다(Kim과 Kim, 2009). 퇴행성관절염 중에서 무릎관절은 발생비율이 가장 높은 부위다(Brooks, 2002). 퇴행성 무릎관절염은 완치가 어려운 질환으로 환자 스스로 지속적인 관리를 통해 관절을 강화해야 한다(Jang과 Choi, 2020). 무릎관절을 치료하는 방법으로 약물을 통해 통증의 감소와 진행을 지연시키고, 동시에 비약물적인 방법과 수술적인 방법을 사용한다(Kramer 등, 2003). 퇴행성 무릎관절염에 대한 보편적인 수술방법으로 무릎관절 전치환술이 시행되고 있다(Cram 등, 2012).

무릎관절 전치환술은 통증의 완화와 관절 움직임의 향상, 무릎관절의 정렬 유지와 안정성을 위해 시행하지만(Kang 등, 2017), 수술 후 통증, 관절 가동범위의 제한, 근력 약화, 고유수용성 감각 저하, 균형 및 보행 장애와 같은 수술 후 초기 합병증을 남기고 일상생활의 어려움과 삶의 질을 감소시킨다(Yun과 Lee, 2021). 수술 후 한 달 이내에 재활치료를 하지 않으면 하지 근력은 60%, 기능 수행능력은 88%, 보행 속도는 22%까지 감소된다(Yun과 Lee, 2015; Bade 등, 2010). 하지만 임상에서는 무릎관절 전치환술 수술 후 2~3일부터 무릎관절의 가동범위 증진을 목적으로 기계를 이용하여 수동 관절 운동에만 의존하고 있다(Maniar 등, 2012).

무릎관절 전치환술 수술 후 환자에게 재활치료는 무릎관절의 체중 부하와 안정성 및 정상적인 생활로 복귀를 위해 매우 중요하다(Jung과 Kwak, 2008). 치료 적용 시 무리한 충격을 주지 않으며 동작에 따라 균형성을 동반할 수 있는 운동 형태가 필요하다(Ryu, 2017). 무릎관절 전치환술 환자에게 무릎관절의 안정화는 근력의 약화나 관절의 느슨함이 있을 때 무릎 안정성을 유지할 수 있게 하는 요소이다(Knoop 등, 2013). 또한, 가쪽넓은근과 안쪽넓은근의 자극을 통한 무릎관절 안정화 운동은 관상면에서 무릎관절의 안정성을 향상시킬 수 있는 방법이다(Nam 등, 2013).

무릎관절 안정화를 위해 다양한 방법들이 제시되고 있다. Choi(2019)는 MWM 관절가동술과 안정화 운동을 무릎관절염 환자에게 적용하여 균형능력의 향상을 연구하였으며, Knoop 등(2013)의 연구에서 12주간 무릎관절 안정화 운동을 한 결과 활동제약, 통증 점수가 낮아지고 무릎 불안정성이 해소되었다고 하였다.

무릎관절 전치환술 후 발생하는 문제의 해결을 위해 다양한 선행 연구가 진행되고 있다. Lee(2018)는 무릎관절 전치환술 환자의 체간 안정화 운동이 무릎 기능, 균형, 보행에 미치는 영향을 알아보는 연구결과 무릎관절관적 기능점수, 균형능력, 보행능력에서 유의한 차이를 보였고, 체간 안정화 운동 그룹이 일반물리치료를 시행한 그룹에 비해 효과적임을 확인하였다. Ryu(2017)는 슬링을 이용하여 무릎관절 전치환술 환자의 가동범위, 통증, 균형, 보행에 미치는 영향에 관한 연구에서 기계를 이용한 수동관절 운동 그룹과 슬링 운동을 병행하는 그룹으로 나누어 시행한 결과 가동범위, 통증, 균형, 보행능력이 슬링 운동을 결합한 그룹에서 더 효과적임을 확인하였다. Lowe 등(2012)은 퇴행성 관절염으로 무릎관절 전치환술을 시행한 환자에게 무릎관절 굽힘, 펴, 보행재교육, 연부조직 가동술을 적용한 결과 WOMCA에서 유의하게 향상되었다고 보고하였다.

대부분의 선행 연구들은 체간의 안정화와 기구를 이용한 가동범위의 증진 및 기능의 향상, 단일 근육의 근력 강화, 연부조직의 가동술을(Lee, 2018; Ryu, 2017; Lowe 등, 2013) 적용하고 있다. 무릎관절 전치환술을 시행한 환자들의 무릎관절에 안정성 회복을 위한 방법은 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 무릎관절 전치환술을 받은 퇴행성관절염 환자를 대상으로 무릎관절 안정화 운동을 적용하여 균형과 보행능력 향상에 효과적이지 않아보고 임상 중재 방법의 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자 수 선정은 선행 연구를 바탕으로 G-power ver. 3.1.9.7을 이용하여 산출한 결과 총 34명에 대상자가 필요함을 확인하였다. 본 연구의 대상자 선정은 광주광역시 소재 재활병원에 내원한 환자 중 퇴행성관절염 진단을 받고 무릎관절 전치환술을 시행한 환자 34명을 선정하였다.

대상자 선정기준은 다음과 같다. 무릎관절 퇴행성관절염으로 진단받고 무릎관절 전치환술을 시행한 자, 무릎관절 전치환술 이외 무릎관절에 다른 수술을 하지 않은 자, 한쪽의 무릎관절만 무릎관절 전치환술을 시행한 자, 다리에 신경학적 손상이 없는 자, 인지 손상이 없는 자로 하였다.

연구에 참여하는 대상자 모두에게 본 연구의 내용을 설명하고, 자발적 참여에 대한 동의를 받고 실시하였다.

2. 평가도구 및 측정방법

1) 균형능력 측정

대상자의 균형능력을 알아보기 위해 자세 균형훈련 시스템(I Balance, Cybermedic Co. Korea)을 이용하여 자세 안정성과 자세 한계성을 평가하였다. 자세 안정성은 중력중심을 유지하기 위한 대상자의 능력을 강조하였다. 평가하는 동안 대상자는 중력중심을 화면에 있는 과녁 중심으로 유지하도록 하였다. 자세 한계성은 모니터 상에서 전, 후, 좌, 우 및 각 방향의 중간 방향으로 향하는 화살표를 따라 무게 중심을 최대한 이동하도록 하였다. 각 방향으로 최대로 간 상태에서 10초간 자세를 유지하도록 하였다. 측정 시 두 발은 바닥에서 떨어지지 않도록 하며, 전체 중심 이동 면적을 측정하였다. 이동 면적은 그 수치가 커질수록 동적 균형능력이 좋을 것을 의미한다. 이 평가 도구의 검사-재검사 방법에서 급내 상관관계수는 .80~.91로 높은 신뢰도를 보고하였다(Chong 등, 2013).

2) 보행능력 측정

대상자의 보행능력 중 보폭과 보행 속도를 측정하기 위해 무선 3축 가속도계(G-WALK, BTS S.T.A, Italy)를 사용하였다. 무선 3축 가속도계 본체를 대상자의 양쪽 위뒤엉덩뼈가시 사이에 벨트를 이용하여 장착한다. 대상자는 시작 신호와 함께 시작점에서 출발하여 도착점까지 총 14m 거리를 편안한 속도로 걷도록 하였다. 출발선과 도착선에서 각각 2m 지점을 제외한 10m 지점을 측정하였다(Awotidebe 등, 2016). 측정된 자료는 노트북으로 전송되어 그래픽 분석 소프트웨어(G-studio, BTS S.T.A, Italy)를 통해 대상자의 보행 정보를 저장하였다. 측정도구의 급내 상관관계수는 $r=.98$, 분속수는 $r=.99$ 였다(Awotidebe 등, 2016).

3. 중재 방법

본 연구에 참여하는 대상자는 난수표를 이용하여 무작위로 실험군(무릎 안정화 운동, 관절 가동술, 일반적 물리치료)과 대조군(관절 가동술, 일반적 물리치료)으로 배정하였다. 실험군은 일반적 물리치료, 무릎 안정화 운동, 관절 가동술을 대조군은 일반적 물리치료와 관절 가동술

을 적용하였다.

실험 기간은 1일 60분, 주 3회, 총 4주 동안 중재를 진행하였고, 중재 전후 비교 연구방법으로 시행하였다.

1) 일반적 물리치료

일반적 물리치료는 수술 부위에 냉치료(ICEPACK, Bio S.B Medical, Korea) 20분, 간섭 전류형 저주파치료(IS-200, (주)인성테크놀로지, Korea) 15분, 초음파치료(Ultrasonic therapy, Stratek Co, Ltd, Korea)를 5분간 적용하였다.

2) 무릎 안정화 운동

Kisner와 Colby의 운동치료총론과 다른 문헌을 인용하여 무릎 안정화 운동을 적용하였다. 무릎 안정화 운동으로 1) 짧은 호 마지막 신전 운동, 2) 바로 누운 자세에서 교각 운동, 3) 치료용 공에서 변형된 교각 운동, 4) 고관절 모음의 근력과 조절을 발달시키는 동작, 5) 부분적 쪼그려 앉기, 6) 부분적 편측 쪼그려 앉기, 7) 런지, 8) 치료용 공 위에서 중심 잡는 자세 유지하기를 실시하였다(Kisner와 Colby, 2017; Harmer 등, 2009)(Figure 1). 운동 방법은 1번 동작을 시작으로 8번 동작까지 순환으로 시행하였으며, 각 동작은 10초씩 자세를 유지하고 5회 반복하였다. 한 동작에서 다른 동작 사이에 30초의 휴식시간을 주었으며 총 3세트 반복하여 시행하였다.

3) 관절 가동술

관절 가동술을 시행 전에 검진을 시행하였고, 치료사는 관절 가동범위를 기준으로 통증과 저항을 평가하였다. 무릎관절 신연, 옆드려 누운 자세에서 정강이뼈 뒤쪽 미끄러뜨리기, 바로 누운 자세에서 넓다리뼈 앞쪽 미끄러뜨리기를 시행하였다. 관절 가동술은 30초 적용, 30초 휴식으로 시행하였다. 개별 대상자의 관절 가동범위와 상태에 따라 관절 가동술을 II~III 등급으로 적용하였으며 기능개선에 따라 점진적으로 적용하였다(Xu 등, 2017).

4. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 통계분석 프로그램(SPSS for window version 26, IBM Corp, USA)을 사용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 대상자는 Shapiro-Wilks 정규성 검증을 통해 확인하였다. 그룹간 일반적인 특성과 동질성 검정을 비교하기 위해 독립

표본 t-검정(independent-t test)을 시행하였다. 그룹 내 중재 전과 중재 후 비교를 위해 대응표본 t-검정(paired-t test), 두 그룹 간 비교를 위해 독립표본 t-검정을 이용하여 분석하였다. 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 정하였다.

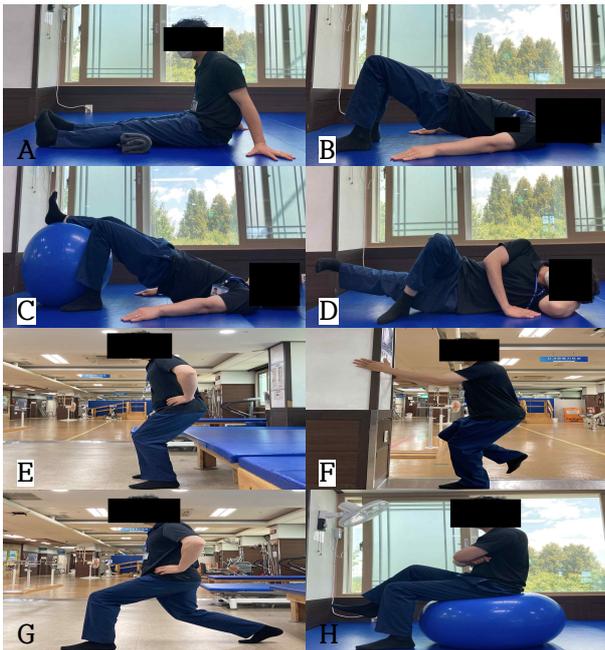


Figure 1. Knee stabilizing exercise (A. Knee extension, B. Bridge, C. Modify bridge on gym ball, D. Side lying to adductor exercise, E. Partial squat, F. One leg partial squat, G. Lunge, H. One leg sitting on gym ball)

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특징

본 연구의 참여한 대상자의 일반적인 특징으로 실험군은 나이 56.73±12.35세, 신장 163.15±7.18cm, 체중 63.81±6.96kg, 유병 기간은 4.40±1.12주였다. 대조군은 나이 59.07±10.85세, 신장 162.52±7.60cm, 체중 61.02±8.04kg, 유병 기간은 4.47±1.38주였다. 두 그룹 간 일반적인 특징에서 유의한 차이는 없었다(Table 1).

Table 1.

General characteristics of the subjects

Variables	Exp group(n=15)	Con group(n=15)	t
Sex(M/F)	3/12	3/12	
Age(yrs)	56.73±12.35	59.07±10.85	-.550
Height(cm)	163.15±7.81	162.52±7.60	.224
Weight(kg)	63.81±6.96	61.02±8.04	1.016
DOI(week)	4.40±1.12	4.73±1.38	.475
TKR side (Rt/Lt)	4/11	5/10	

^aMean±SD, Exp group: Knee stabilization exercise+joint mobilization+general physical therapy, Con group: Joint mobilization+general physical therapy, DOI: Duration of illness, M:Male, F:Female, Rt:Right, Lt: Left

2. 중재 전후 균형능력 변화비교

중재 방법에 따른 균형능력 변화비교에서 그룹 내 실험군과 대조군의 자세 안정성과 자세 한계성 모두 유의한 향상이 있었다($p<.05$). 자세 안정성 중 불안정한 지지면에서 눈을 감고 측정한 결과에서는 실험군에서 유의한 향상이 있었다($p<.05$)(Table 2). 그룹 간 비교에서는 자세 안정성과 자세 한계성 모두 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2).

3. 중재 전후 보행능력 변화비교

중재 방법에 따른 보행능력 변화비교에서. 그룹 내 실험군과 대조군 모두 중재 전과 후 비교에서 보폭과 속도 모두 유의한 향상이 있었고($p<.05$), 그룹 간 비교에서도 보폭과 속도 모두 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(Table 2).

IV. 고 찰

퇴행성관절염 환자에게 무릎관절 전치환술은 통증을 감소시키고 신체기능을 향상시키는 수술방법으로 수술 후 만족도가 높고, 정상적인 생활이 가능하다(Chung과 Kwak, 2008). 이와 동시에 체계적인 재활치료는 수술 후 합병증을 예방하고 원활한 회복과 근 기능 및 기능적 수행능력의 향상을 위하여 필수적이라 할 수 있다(Lim,

Table 2.
Comparison of between experimental group and control group

Variables	Exp group		t ¹	Con group		t ¹	t ²	
	Pre-test	Post-test		Pre-test	Post-test			
Balance	PST-O	.63±.47 ^a	.29±.26	3.452**	.78±.53	.59±.48	2.528*	-2.086*
	PST-C	1.20±.71	.49±.25	5.120***	1.13±.76	.87±.63	1.960	-2.193*
	LST(cm)	35.64±7.26	85.63±7.73	-28.47*	32.81±10.31	67.97±6.42	-15.949*	6.804***
Walking	Stride(cm)	51.29±6.60	67.42±10.54	-9.132***	53.28±9.19	57.23±7.68	-5.760***	3.029**
	Speed(%)	.05±.11	.83±.11	-9.845***	.63±.10	.74±.11	-9.589***	2.108*

^aMean±SD, *p<.05, **p<.01, ***p<.001, t¹: Between group comparison, t²: Within group comparison, Exp group: Knee stabilization exercise+joint mobilization+general physical therapy, Con group: Joint mobilization+general physical therapy, LST: Limits stability testing, PST-O: Postural stability testing eyes open, PST-C: Postural stability testing foam eyes close

2010). 본 연구는 퇴행성관절염 진단을 받고 무릎관절 전치환술을 시행한 환자를 대상으로 무릎관절 안정성 운동이 균형능력과 보행능력 향상에 대한 효과를 알아보고자 진행하였다. 연구결과 균형능력, 보행능력 향상을 확인하였다.

균형능력 변화에서 실험군과 대조군 모두 중재 전과 후 자세 안정성, 자세 한계성 능력에서 유의한 향상이 있었고(p<.05), 실험군이 대조군보다 유의한 차이가 있었다(p<.05). 이 결과는 무릎관절 전치환술 환자에게 체간 안정화 운동을 적용한 연구(Lee 등, 2018)와 장애물 보행을 통한 균형 및 낙상 효능감에 대한 연구(Min와 Lee, 2019)와 유사한 결과를 나타내었다. 이는 자세를 유지하기 위해서는 근육의 작용뿐만 아니라 주위환경과 신체 위치에 대한 고유감각 정보가 필요하다고 하였다(Kim, 1998). 무릎 안정화 운동을 수행하며 자세를 유지하는 동안 고유감각에 대한 자극과 근력의 향상이 균형능력 향상에 의미 있는 결과를 나타낸 것으로 사료된다.

자세 한계성의 결과 실험군과 대조군 모두 중재 전과 중재 후 비교에서 유의한 향상이 있었고(p<.05), 그룹 간 비교에서도 유의한 차이가 있었다(p<.05). 이 결과는 Lee (2017)의 무릎관절 전치환술 환자에게 엉덩관절의 움직임을 동반한 운동프로그램이 근력과 균형, 보행에 미치는 영향을 보고한 연구와 유사한 결과를 보인다. 이는 무릎 안정화 운동이 무릎관절 주변 근육의 근력 향상을 유발하였고, 다리의 특성상 다관절 근육의 작용으로 인해 엉덩관절과 발목관절 주변 근육들의 수축을 통한 근력의 변화와 자세를 유지 시키는 동안 고유수용성 감각의 자극이 자세 한계성의 변화에 긍정적인 영향으로

사료된다.

보행능력의 변화에서 실험군과 대조군 모두 중재 전과 후 보폭과 보행 속도에서 유의한 향상이 있었고(p<.05), 실험군이 대조군 보다 유의한 차이가 있었다(p<.05). 이 결과는 Song 등(2020)의 무릎관절 전치환술 환자에게 오타고 운동프로그램을 적용해 보행능력에서 유의한 효과를 보고한 결과와 유사한 결과를 나타내었다. 대조군에서도 유의한 향상을 보였는데 이는 무릎관절 전치환술의 특성상 다른 수술에 비해 체중 지지와 기능회복 시간이 짧고 빠르기 때문이라고 사료된다.

Cho 등(2012)은 무릎관절 전치환술 후 초기에 통증과 안정성 부족으로 수술 측 무릎관절에 체중 부하를 줄이고자 정상보다 짧은 유각기와 긴 입각기를 가진 보행을 한다고 하였다. 본 연구에서 중재 후 보폭과 보행 속도가 증가한 것을 확인할 수 있었다. 이는 무릎 안정화 운동이 보행에 필요한 근육에 집중적인 근력 강화를 통해 입각기 동안 무릎이 불안정성과 통증이 해소되어 보폭과 보행 속도 향상에 의미 있는 결과를 나타낸 것으로 사료된다.

Yun과 Lee(2021)는 무릎관절 전치환술 후 합병증으로 가동범위의 제한, 근력약화, 균형 및 보행 장애 등을 남긴다고 하였다. McClelland 등(2010)은 무릎관절 전치환술이 무릎관절의 통증 감소에 도움이 되지만 보행의 기능적인 활동에서는 제한이 된다고 하였다. 관절 가동술은 무릎관절 전치환술 환자의 통증 감소와 가동범위의 증진에 영향을 미쳐 중재 전보다 대조군에서 보행의 속도 및 보폭의 변화가 생겼다고 생각된다. 안정화 운동을 시행한 실험군에서 입각이 단계의 안정성을 높여 신체의

중심을 앞으로 이동시킬 수 있는 능력이 향상되어 유의한 차이가 있다고 사료된다.

본 연구에서 퇴행성관절염 진단을 받고 무릎관절 전치환술을 시행한 대상자 30명으로 모든 무릎관절 전치환술 환자들에게 일반화하여 적용하기는 어렵다. 내원 기간을 고려하여 4주라는 짧은 기간 중재를 적용할 수밖에 없었던 점, 빠른 회복을 위해 개인의 노력과 일상생활을 통제하지 못한 제한점이 있다. 이러한 제한점을 보완하여 무릎 안정화 운동의 효과를 알아보기 위해 깊이 있고 세밀한 분석과 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 퇴행성관절염을 진단받고 무릎관절 전치환술을 시행 환자 30명을 대상으로 무릎관절 안정화 운동을 적용하여 균형능력과 보행능력 향상에 대한 유용성을 알아보고자 시행하였다. 그에 따른 결론은 다음과 같다.

1. 균형능력에서 자세 안정성 중 불안정한 지지면에서 눈을 뜨고 측정한 결과와 자세 한계성에서 실험군과 대조군 모두 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었고($p < .05$), 그룹 간 비교에서도 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
2. 자세 안정성 중 불안정한 지지면에서 눈을 감고 측정한 결과 실험군에서는 유의한 차이가 있었으나 대조군에서는 유의한 차이가 없었다. 그룹 간 비교에서는 유의한 차이가 있었다($p < .05$).
4. 보행능력에서 실험군과 대조군 모두 보폭과 보행 속도에서 유의한 향상이 있었고($p < .05$), 그룹 간 비교에서도 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

이상의 결과를 토대로 무릎 안정화 운동이 퇴행성관절염으로 무릎관절 전치환술을 시행한 환자의 균형과 보행 능력에 효과적임을 확인할 수 있었으며 임상에 유용한 기초자료로 제시할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

Awotidebe TO, Ativie RN, Oke KI, et al. Relationships among exercise capacity, dynamic balance and gait characteristics of Nigerian patients with type-2 diabetes: An indication for fall prevention. *J Exerc Rehabil*, 2016;12(6):581-588. [https://doi-](https://doi.org/10.12965/jer.1632706.353)

[i.org/10.12965/jer.1632706.353](https://doi.org/10.12965/jer.1632706.353).

Bade M, Kohrt W, Stevens-Lapsley J. Outcomes before and after total knee arthroplasty compared to healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(9):559-567. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3317>.

Brooks PM. Impact of osteoarthritis on individual and society: how much disability? social consequences and health economic implication. *Curr Opin Rheumatol*. 2002;14(5):573-577. [https://doi-](https://doi.org/10.1097/00002281-200209000-00017)

Cho WS, Kim SY, Hwang, TY. The comparison of gait analysis in elderly patients before and after total knee arthroplasty. *Journal of the Korean Academy of Clinical Electrophysiology*. 2012;10(2):31-36. <https://doi.org/10.5627/KACE.2012.10.2.031>

Chong WS, Lee SY, Park BH, et al. Reliability analysis of posturography using a newly developed automatic balance calibration system. *In Applied Mechanics and Materials*. 2013;373:1518-1524. [https://doi-](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.373-375.1518)

Chung MS, Kwak HS. Effects of a muscle strengthening exercise program after total knee arthroplasty. *J Korean Acad Soc Nurs Educ*. 2008;14(1):20-29. [https://doi-](https://doi.org/10.5977/JKASNE.2008.14.1.020)

Cram P, Lu X, Kates SL, et al. Total knee arthroplasty volume, utilization, and outcomes among Medicare beneficiaries, 1991-2010. *JAMA*. 2012;308(12):1227-1236. [http://doi-](http://doi.org/10.1001/2012.jama.11153)

Harmer AR, Naylor JM, Crosbie J, et al. Land-based versus water-based rehabilitation following total knee replacement: A randomized, single-blind trial. *Arthritis Care Res*. 2009;61(2):184-191. [https://doi-](https://doi.org/10.1002/art.24420)

- Yun JY, Lee JK. Effects of a thera-band exercise program on pain, knee flexion ROM, and psychological parameters following total knee arthroplasty. *J Korean Acad Nurs*. 2015;45(6):823-833. <https://doi.org/10.4040/jkan.2015.45.6.823>.
- Yoon JD, Lee JN. The effects of ankle mobilization with movements on the ankle range of motion, balance, and gait of patients after total knee arthroplasty. *Kor Acad Ortho Man Phys Ther*. 2021;27(1):51-62.
- Jang, WS, Choi SH. The immediate effect of soft tissue mobilization before mobilization with movement on the ankle range of motion, muscle tissue, balance in stroke patients. *Kor Acad Ortho Man Phys Ther*. 2020;26(1):37-46.
- Jung MS, Kwak H. The effects of a muscle strengthening exercise program on pain, straight leg raising ability, passive range of motion, independent walking time and satisfaction with total knee arthroplasty (TKA). *J Korean Acad Soc Nurs Educ*. 2008;14(1):20-29.
- Kang KY, Kwon WA, Kim KY, et al. Therapeutic exercise for musculoskeletal system. The Panmun Education, Seoul, 1st ed. 503-504.
- Kim IJ, Kim EK. Effects of aroma massage on pain, activities of daily living and fatigue in patients with knee osteoarthritis. *The Journal of Muscle and Joint Health*. 2009;16(2):145-153.
- Kim TY. The effect of balance exercise on postural control and somatosensory evoked potential in adult with C.N.S disorders. Chonnam National University. Doctoral Dissertation. 1998.
- Kisner C, Colby LA. Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques. FA Davis Co., Publishers. Philadelphia. 6th ed. 2017. 764-848
- Knoop J, Dekker J, van der Leeden M, et al. Knee joint stabilization therapy in patients with osteoarthritis of the knee: A randomized, controlled trial. *Osteoarthritis Cartilage*. 2013;21(8):1025-1034. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2013.05.012>.
- Kramer JF, Speechley M, Bourne R, et al. Comparison of clinic and home-based rehabilitation programs after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;10(4):225-234. <http://doi.org/10.1097/01.blo.0000063600.67412.11>.
- Lee JH, Min DK, Lee SJ. The effects of trunk stability exercise on knee function, balance, gait in patients after total knee arthroplasty. *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*. 2018;19(2):422-428. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.2.422>.
- Lee SJ. The Effects of Early Exercise Therapeutic Program with Hip Joint Exercise on Muscle Strength, Balance and Gait in Early Patients After Total Knee Arthroplasty. Daegu University. Master Thesis. 2017.
- Lim SJ. The Effects of Balance and Ability in the Pre-Post Operation Patients with Degenerative Knee Osteoarthritis After Bio-feedback Exercises. Daegu University. Master Thesis. 2010.
- Lowe CJM, Barker KL, Holder R, et al. Comparison of post discharge physiotherapy versus usual care following primary total knee arthroplasty for osteoarthritis: An exploratory pilot randomized clinical trial. *Clinical Rehabilitation*. 2012;26(7):629-641. <https://doi.org/10.1177%2F0269215511427749>
- Maniar R, Baviskar J, Singhi T, et al. To use or not to use continuous passive motion post-total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2012;27(2):193-202. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2011.04.009>.
- Marchetti PH, Guiselini MA, da Silva JJ, et al.

Park, et al. Effect of Knee Stabilization Exercise on Balance and Walking Ability in Patients with Total Knee Replacement

Balance and lower limb muscle activation between in-line and traditional lunge exercises. *J Hum Kinet.* 2018;62(1):15-22. <https://dx.doi.org/10.1515%2Fhukin-2017-0174>.

McClelland JA, Webster KE, Feller JA, et al. Knee kinetics during walking at different speed in people who have undergone total knee replacement. *Gait Posture.* 2010;32(2):205-210. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.04.009>.

Min DK, Lee SJ. The effects of obstacles gait on balance and falls-efficacy in patients with total knee arthroplasty. *Kor Acad Ortho Man Phys Ther.* 2019;25(1):37-43.

Moss P, Sluka K, Wright A. The initial effects of knee joint mobilization on osteoarthritic hyperalgesia. *Man Ther.* 2007;12(2):109-118. <https://doi.org/10.1016/j.math.2006.02.009>.

Nam, CW, Park SI, Yong MS, et al. Effects of the MWM technique accompanied by trunk stabilization exercises on pain and physical dysfunctions caused by degenerative osteoarthritis. *J Phys Ther Sci.*

2013;25(9):1137-1140. <https://doi.org/10.1589/jpts.25.1137>.

Ryu JJ. The Effects of Sling Exercise on the Range of Motion, Pain, Balance, and Gait Ability Following Total Knee Replacement. Namseoul University, Master Thesis. 2017.

Song HS, Lee JN, Han HJ. The effect of Otago exercise program on balance, walking and falls efficacy in patients with total knee replacement. *Kor Acad Ortho Man Phys Ther.* 2020;26(1):1-8.

Xu J, Zhang J, Wang XQ, et al. Effect of joint mobilization techniques for primary total knee arthroplasty: Study protocol for a randomized controlled trial. *Medicine.* 2017;96(49):pe8827. <http://doi.org/10.1097/MD.0000000000008827>.

논문접수일(Date received) : 2021년 07월 26일

논문수정일(Date revised) : 2021년 08월 20일

논문게재확정일(Date accepted) : 2021년 08월 20일