

# 슬링을 이용한 능동 운동프로그램이 무릎 관절 전치환술 환자의 통증과 균형에 미치는 영향

류제주<sup>1</sup>, 정범철<sup>2</sup>, 유경태<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>청주의료원 물리치료사, <sup>2</sup>노블케어요양병원 물리치료사, <sup>3</sup>남서울대학교 물리치료학과 교수

## The Effects of Active Exercise Program using Sling on the Pain and Balance Following Total Knee Replacement

Je-Ju Ryu<sup>1</sup>, Beom-Cheol Jeong<sup>2</sup>, Kyung-Tae Yoo<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Physical therapist, Cheongju medical center

<sup>2</sup>Physical therapist, Noble care hospital

<sup>3</sup>Professor, Dept. of Physical therapy, Namseoul University

**요약** 본 연구는 슬링을 이용한 능동 운동프로그램이 무릎 관절 전치환술 환자의 통증과 균형에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 대상자는 무릎 관절 전치환술을 받고 입원 중인 환자 20명이며, 수술 후에 CPM (Continuous passive motion) 만을 적용하는 집단 (CPM group; CG)과 CPM과 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 병행하는 집단 (CPM with active exercise program using sling group; CSG)으로 10명씩 무작위로 배치되었다. CG는 CPM을 주 5일, CSG는 CPM을 주 2일, 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 주 3일 실시하였고, 각 증재는 하루 40분씩 총 4주간 실시하였다. 통증은 VAS (Visual analog scale)을 이용하여 평가하였고, 균형은 BT4 (Balance training 4)를 이용하여 C90 area, Trace length, Sway average velocity를 눈을 뜬 상태와 감은 상태로 측정하였다. 그 결과, 두 집단 모두 통증에서 집단 내에서 유의하게 감소하였고, 집단 간의 변화량에서도 유의한 차이가 있었다. 균형에서 CG의 C90을 제외한 모든 변인이 증재 후 유의한 변화가 있었으며, 집단 간 변화량에서는 눈을 감은 상태의 C90과 Vel에서 유의한 차이가 있었다. 따라서 CPM과 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 함께 시행하는 것은 무릎 관절 전치환술 환자의 통증 감소와 균형 향상에 효과적인 증재라고 생각한다.

**주제어** : CPM, 균형, 무릎 관절 전치환술, 슬링, 통증

**Abstract** This study was conducted to investigate the effect of the active exercise program using sling on the pain and balance of total knee replacement patients. Subjects were 20 patients who received total knee replacement and are hospitalized, 10 patients in each group were randomly assigned to a group (CPM group) that applied only CPM (Continuous passive motion) and a group (CSG) that combined CPM with a active exercise program using sling. CG was performed CPM 5 days a week, CSG performed CPM 2 days a week and a active exercise program using sling 3 days a week, and each intervention was performed for 40 minutes a day for a total of 4 weeks. Pain was evaluated using VAS (Visual analog scale), and balance was measured using BT4 (Balance training 4) to measure C90 area, trace length, and Sway average velocity with eyes open and closed. As a result, there was a significant decrease in pain in both groups, and there was also a significant difference in the amount of change between groups. In balance, all variables except C90 of CG showed significant changes after intervention, and there was a significant difference between C90 and Vel with eyes closed in the amount of change between groups. Therefore, we believe that CPM and active exercise program using sling are effective interventions to reduce pain and improve balance in total knee replacement patients.

**Key Words** : CPM, Balance, Total knee replacement, Sling, Pain

\*This study was written based on Ryu Je-ju's master's thesis.

\*Corresponding Author : Kyung-Tae Yoo(taeyoo88@nsu.ac.kr)

Received December 16, 2021

Revised February 3, 2022

Accepted February 20, 2022

Published February 28, 2022

## 1. 서론

관절염은 근육뼈대계통의 흔한 만성 질환 중 하나로써 2020년 만성 질환 진료 인원 중에서 고혈압 다음으로 가장 높은 비율을 나타내었다[1]. 좌식생활을 하는 우리나라의 문화적 특성과 체중 부하 관절이기 때문에 무릎관절염이 발생하기 쉬우며, 관절의 통증과 기능장애, 일상생활 장애 등을 초래하게 된다[2]. 무릎 관절에서 발생하는 근육약화와 통증은 비대칭적인 근육 활동을 발생시키게 되고 신체의 기능 및 보행 능력이 저하되어 노인들의 낙상 확률을 높이는 원인이 되기도 한다[3].

퇴행성 무릎관절염은 우선으로 약물치료나 물리치료, 생활 습관의 개선 등의 비수술적인 방법으로 접근하나 증상의 호전이 없거나 계속해서 관절의 변형이 진행되어 통증이 악화되고 기능적인 회복이 어려운 경우에는 수술적인 치료 방법이 권장된다[4]. 무릎 관절 전치환술이 무릎관절염에 의한 통증 완화와 기능회복에 있어 매우 효과적이거나 환자들의 대부분은 수술 후에도 근력 및 신체활동의 감소와 관절 강직 및 통증 등을 경험하게 되어 수술 후에는 통증과 부종의 감소, 관절가동범위 증가 등과 같은 효과를 얻을 수 있도록 근육을 강화시키고 새로운 관절의 조절 능력을 높이기 위해 운동이 요구된다[5].

수술 후 통증 관리를 적절히 하지 못하게 되면 환자에게 통증과 불편함을 주게 되며, 이로 인한 관절 움직임의 제한이 발생하여 무릎 관절 유착, 섬유막 수축 현상, 근육약화, 관절 연부조직 굳음 등 다양한 합병증이 나타나게 되고 환자의 회복에 부정적인 영향을 미칠 수 있다[6]. 하지만 환자들의 대다수는 수술 이후에 관절 손상에 대한 두려움과 통증 등으로 움직임에 있어 소극적이며, 수술 3~4일 후부터 지속적 수동 운동(Continuous Passive Motion, CPM)을 이용한 수동적 관절 운동에 의존하고 있다[7].

CPM은 무릎 관절 전치환술 후 관절 가동범위의 증가에 영향을 미치며[8], 관절 기능을 향상과 운동 제한을 예방하기 위해서는 CPM 운동을 조기에 적용하는 것이 중요하다고 하였다[9]. 하지만 CPM은 치료실에서 기계를 사용하여 제공받을 수 있는 것이기 때문에 제한된 시간에만 운동을 할 수 있고 환자 스스로가 운동하기는 어려운 실정이며, 관절 가동범위 증가 등의 유의미한 효과를 기대하기 어려우므로, 저항성 운동을 병행하여 무릎 관절과 관련된 근육을 강화하고 통증과 기능

적 의존도를 줄여야 한다고 하였다[10].

또한 무릎 관절 전치환술 이후의 환자에게서 발생하는 문제점으로 균형과 근력의 감소가 있는데[11], 이는 수술 전 환자의 병리적 상태와 수술 이후의 관리 등에 의해 달라지며[12], 무릎 관절 전치환술 환자의 균형 훈련의 상태에 따라 균형 능력에 영향을 미친다고 하였고[13], 무릎 관절 전치환술 후 균형 능력에 관한 연구는 꾸준히 발전되어 왔다[14]. 균형이란 자세 조절 기전을 통하여 안정된 자세에서 신체의 무게 중심이 지지면 안에서 지속적인 유지가 되도록 하는 능력을 의미한다[15]. 무릎 관절 전치환술 환자의 균형 저하와 관련된 대표적인 변경 인자는 체간 및 하지 근력 약화이다[16]. 그중에서도 무릎 관절 펌근과 엉덩 관절 벌림근의 약화로 인해 균형 능력이 저하된다[17]. 특히 넵다리네갈래근 근력과 장애 사이의 연관성은 수술 이후에 실시하는 넵다리네갈래근 운동의 중요성과 관련이 있고, 이는 기능적 수행 향상에 영향을 미친다고 하였다[18]. 특히, 넵다리네갈래근(quadriceps femoris) 중에서 안쪽넓은근(vastus medialis)의 약화가 발생하면 엉덩정강근막띠(iliotibial band)가 짧아지고 무릎뼈의 가쪽 방향에 대한 돌림힘(vector)과 무릎 관절의 통증과 변형, 힘줄에도 영향을 미칠 수 있다고 하였다[19].

PNF(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation)의 하지 패턴을 이용한 근력 강화 운동은 무릎 관절 전치환술 환자의 통증과 균형에 효과적이라고 보고하였고[20], 생체피드백 훈련과 근력 강화 운동을 퇴행성 무릎관절염 환자에게 적용하였을 때 균형과 통증에서 효과적인 결과가 나타났다고 보고하였다[21]. 이처럼 무릎 관절 전치환술 환자의 수술 후 관리로 관절 가동범위 운동뿐만 아니라 통증 조절과 근력 강화 운동이 중요하다 하였고[22], 이는 수술 후 관절 운동 범위 증가, 통증과 부종 감소, 무릎 관절 기능 증진, 관절 구축 방지 등의 효과가 있기 때문에 수술 이후 최적의 효과를 얻기 위해서는 체계적인 운동의 적용이 조기에 필요하다 하겠다[23].

그중에서 슬링을 이용한 운동은 관절에 주어지는 부하량과 낙상 위험이 없고 점진적인 저항 운동이 가능하다는 장점이 있으며[24], 중력을 제거한 상태에서 운동하거나 중력에 대항하여 환자들이 능동적인 운동을 할 수 있는 것에 의미가 크다고 하였다[25]. 또한 다른 운동장비 및 방법과 다른 점은 기존의 방법으로 하지 않

있던 다양한 축의 변화를 이용하여 동적인 상황에서의 움직임 유발하여 정적이고 지속적인 운동보다 근력 강화와 근육 활용 범위에 보다 효과적인 것으로 보고되고 있고, 실용성과 편리함 때문에 슬링을 이용한 운동 치료는 점점 더 재활이나 체력센터에서 보편화되고 있다고 하였고[26], 슬링 운동 치료의 적용은 수술 후 단계에서 초기 재활의 방법으로써 추천될 수 있다고 하였다[27].

하지만 대부분의 슬링 운동은 주로 몸통과 척주의 안정화와 관련된 연구가 많이 이루어져 왔으며[28, 29] 무릎 관절 전치환술 환자를 대상으로 실시한 연구는 주로 관절가동범위와 근력에 관한 연구[30, 31]가 이루어져 왔지만 이 또한 다소 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 무릎 관절 전치환술 환자에게 적용하여 기존 CPM 치료와 비교하였을 때 통증과 균형에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 실시하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 대상

본 연구는 충청북도 C시에 위치한 C병원에 입원하고 있으며 본 연구 대상자 선정기준에 포함되는 환자 중에서 본 연구에 대한 설명을 모두 이해하고 자발적인 참여에 동의한 20명을 대상으로 실시하였다. 선정기준은 다리에 다른 질환이 없는 자, 무릎 관절 전치환술을 한쪽 무릎에만 받은 자, 무릎 관절 전치환술을 처음 받은 자로 하였고, 의사소통이 원활하지 않거나 통증 호소가 심하여 운동 수행을 거부한 대상자들은 제외하였다. 대상자들은 수술 후 CPM만을 적용하는 CPM 집단(CPM group; CG) 10명, CPM과 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 병행하는 집단(CPM with active exercise program using Sling group; CSG) 10명으로 무작위 배치되었다.

### 2.2 연구 도구

본 연구에서는 체성분 분석을 위해 Inbody720 (Biospace, Korea)를 사용하였고 수동적 관절 운동을 위해 CPS-1000 (IMTech, Korea)를 사용하였다. 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 적용하기 위해 Redcord (Redcord, Norway)를 사용하였고 균형능력을 측정하기 위해 BT4 (HUR labs, Finland)를 사용하

였다.

#### 2.2.1 시각적 통증 척도

시각 통증 척도(Visual Analog Scale: VAS)를 이용하여 대상자들이 느끼는 통증을 측정하였다[32]. 이는 대상자가 직접 통증을 느끼는 정도를 수평선 왼쪽 끝부분에 0(통증 없음)부터 오른쪽 끝부분에 10(아주 심한 통증)까지 10cm의 일직선상에 표시하게 하였으며, 0에서 표시된 지점까지의 길이를 점수화하였고, 검사의 신뢰도는  $r = .95$ 이다[33].

#### 2.2.2 균형 능력 측정

BT4 (HUR labs, Tampere, Finland)를 이용하여 대상자들의 균형을 측정하였다. 대상자는 양발을 알루미늄 힘 판 위에 'V'자로 정렬하여 서 있는 자세로 30초 동안 눈을 뜬 상태 (Eye open)로 균형을 측정한 후, 이어서 30초 동안 눈을 감은 상태 (Eye closed)로 균형을 측정하였다. 측정은 실험 전과 4주 후 총 2회 측정하였고, 측정은 2회씩 실시하여 평균값으로 측정값을 산출하였다. 대상자의 균형 능력은 Romberg test를 이용하여 C90 area, Trace length, Sway average velocity를 측정하였다[34].

(1) C90 area ( $\text{mm}^2$ ): 압력 중심 (Center of pressure)이 움직여진 범위이며 값이 작을수록 균형 능력이 좋다고 할 수 있다.

(2) Trace length (mm): 압력 중심이 움직인 거리이며 값이 작을수록 균형 능력이 좋다고 할 수 있다.

(3) Sway average velocity ( $\text{mm/s}$ ): trace length (mm)를 일정한 측정시간으로 나눈 값을 나타내며, 값이 작을수록 균형 능력이 좋다고 할 수 있다.

### 2.3 중재 방법

실험에 선별된 대상자들은 모두 동일하게 수술 후 3일째 되는 날부터 4주간 진행되었다. 각 그룹의 대상자들은 시각적 통증 척도, 균형 능력에 대한 초기 평가를 시행하였고, 초기 평가 후 CG의 대상자는 CPM을 이용하여 주 5회 동안 하루 40분씩 실시하였다. CSG의 경우, 대상자는 주 2회는 하루 40분씩 CPM을 실시하였고, 주 3회는 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 이용하여 하루 40분간 실시하였다. 4주 후에 대상자들은 초기 평가와 동일한 항목들에 대하여 재측정을 시행하였다.

Table 1. Active exercise program using Sling

Exercise	Contents	Intensity	Time
Warm-up	Stretching	30 sec/5 set	5 min
Main exercise	Knee flexion		
	Hip extension	1 week: 11-12 RPE/3 set	30 min
	Cross bridge	2-3 weeks: 13-14 RPE/3 set	
Hip adduction	4 week: 15-16 RPE/3 set		
Cool-down	Stretching	30 sec/5 set	5 min

### 2.3.1 CPM 적용 방법

대상자들은 각각 초기 측정된 굽힘 각도로 시작하여 점진적으로 스스로 견딜 수 있는 수준까지 각도를 증가시켰다. 본 연구에서 사용된 CPM의 최대 굽힘 설정 각도는 130도였으며, 그 이상의 굽힘은 시키지 않았다.

### 2.3.2 슬링을 이용한 능동 운동프로그램 적용 방법

본 연구에서 실시한 슬링을 이용한 능동 운동프로그램은 Table 1에 제시하였다. 운동 전에 준비운동을 5분간 실시하였고, 본 운동은 30분, 운동 후에 마무리 운동을 5분간 실시하였다[35]. 운동 강도는 언어적 방법으로 신체에 대한 자신의 느낌 등을 나타낸 주관적 운동강도 척도 (Rating of perceived exertion: RPE)를 사용하여 설정하였다[36]. 각 운동의 강도는 1주차에는 RPE 11~12/3set, 2~3주차에는 RPE 13~14/3set, 4주차에는 RPE 15~16/3set로 진행하였다.

#### (1) 무릎 관절 굽힘 운동 (Knee flexion exercise)

바로 누운 자세 (supine)에서 늘어나지 않는 현수로 대상자의 허리를 받쳐주고, 늘어나는 현수로 발목 관절을 받쳐주어 지면으로부터 대상자의 몸이 10cm 떨어지도록 한다. 대상자는 무릎 관절이 스스로 굽힐 수 있는 지점까지 굽힘 운동을 실시한다.

#### (2) 엉덩 관절 펴 운동 (Hip extension exercise)

바로 누운 자세(supine)에서 늘어나는 현수를 이용하여 대상자의 발목을 받쳐주고 무릎이 펴진 상태에서 발목을 바닥 방향으로 잡아당겨 뒤꿈치가 바닥에 닿도록 한다.

#### (3) 교각 운동 (Cross bridge exercise)

바로 누운 자세(supine)에서 늘어나는 현수를 이용하여 대상자의 허리를 받쳐주고, 수술 한 다리의 엉덩 관절이 30도 굽힘 되도록 늘어나지 않는 현수를 이용하여 발목 관절을 받쳐준다. 대상자는 스스로 허리부터 엉덩 관절이 최대한 펴 상태가 되도록 엉덩이를 올린다.

#### (4) 엉덩 관절 모음 운동 (Hip adduction exercise)

수술한 쪽의 다리가 위로 올라오게끔 대상자는 옆으로 누운 자세 (side lying)에서, 늘어나는 현수를 사용하여 허리 부분을 받쳐주고, 늘어나지 않는 현수를 사용하여 무릎 관절을 받쳐 수술한 쪽의 다리가 30도 벌림이 되도록 한다. 대상자가 스스로 엉덩 관절 모음 운동을 실시하여 아래에 수술하지 않은 쪽의 다리가 올라가 있는 수술한 쪽의 다리에 닿도록 한다.

## 2.4 자료 처리

본 연구는 통계분석 프로그램 SPSS (ver. 22.0)를 사용하여 통계 처리하였다. Shapiro-Wilk 검정을 실시하여 정규 분포를 입증하였고, 기술통계와 독립표본 t-검정을 실시하여 대상자의 일반적 특성의 동질성을 검증하였다. 중재 방법에 따른 두 집단 간의 시각적 통증 척도, 균형 능력의 변화를 알아보기 위해 independent t-test를 실시하였다. 두 집단 내 시각적 통증 척도, 균형 능력의 실험 전과 후의 차이를 알아보기 위하여 paired t-test를 실시하였으며, 통계적 유의 수준은  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

## 3. 연구 결과

### 3.1 연구 대상자의 일반적 특성

Table 2. General Characteristics

	CG(n=10)	CSG(n=10)	p
	Mean±SD		
Age (years)	63.00±6.77	63.40±9.37	.914
Height (cm)	161.50±8.00	160.80±7.54	.843
Weight (kg)	63.90±10.10	62.30±8.30	.704
Sex (male/female)	4 / 6	3 / 7	
Operated side (Rt/Lt)	4 / 6	5 / 5	

본 연구에 참여한 대상자들의 일반적 특성은 Table 2와 같다. 대상자들의 연령, 키, 몸무게, 성별, 그리고 수술 측 다리에서 집단 간의 유의한 차이가 나타나지 않았다.

### 3.2 시각적 통증 척도의 변화

대상자들의 시각적 통증 척도의 변화는 Table 3과 같다. 시각적 통증 척도 (VAS)의 결과 값이 CG와 CSG 모두 유의한 감소를 보였고( $p < .05$ ), 두 집단 간 변화량의 비교에서는 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

### 3.3 균형 능력의 변화

대상자들의 균형 능력의 변화는 Table 3과 같다. 눈을 뜬 상태에서 C90은 CSG에서 유의하게 감소하였고( $p < .06$ ), 두 집단 간 변화량의 차이에서는 유의한 차이가 없었다. TL과 Vel은 두 집단 모두 유의한 감소를 보였으나( $p < .05$ ), 두 집단 간 변화량의 비교에서는 유의한 차이가 없었다. 눈을 감은 상태에서 C90은 두 집단 모두 유의하게 감소하였고( $p < .05$ ), 두 집단 간 변화량의 차이에서는 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). TL은 두 집단 모두 유의한 감소를 보였으나( $p < .05$ ), 두 집단 간 변화량에서는 유의한 차이가 없었다. Vel은 두 집단 모두 유의한 감소를 보였고( $p < .05$ ), 두 집단 간 변화량의 비교에서는 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

Table 3. Changes in balance ability and VAS by group and between groups

	Group	Pre	Post	Pre-Post	t	p
		Mean±SD				
VAS	CG	6.30±0.95	4.00±1.05	2.30±.48	15.057	.000 <sup>†</sup>
	CSG	6.80±1.14	2.80±0.79	4.00±.82	15.492	.000 <sup>†</sup>
	t	-1.069		-5.667		
	p	.299		.000 <sup>†</sup>		
C90	CG	802.45±202.27	600.89±596.68	201.56±527.50	1.208	.258
	CSG	821.40±191.20	688.78±164.75 <sup>†</sup>	202.61±219.29	2.922	.017 <sup>†</sup>
	t	.215		.006		
	p	.832		.995		
EO	CG	786.62±102.74	560.44±149.62	226.19±174.65	4.095	.003 <sup>†</sup>
	CSG	796.28±181.40	452.50±194.75	343.79±196.76	5.525	.000 <sup>†</sup>
	t	-.147		-1.414		
	p	.885		.175		
Vel	CG	16.16±2.88	12.60±3.24	3.56±4.21	2.677	.025 <sup>†</sup>
	CSG	19.45±4.64	13.36±7.92	6.09±7.19	2.675	.025 <sup>†</sup>
	t	-1.901		-.958		
	p	.073		.351		
C90	CG	1094.46±251.65	822.65±374.32	271.81±162.17	5.300	.000 <sup>†</sup>
	CSG	1151.17±361.98	504.61±238.67	646.56±398.54	5.130	.001 <sup>†</sup>
	t	-.407		-2.754		
	p	.689		.018 <sup>†</sup>		
EC	CG	1072.30±219.10	764.11±244.71	308.19±227.84	4.277	.002 <sup>†</sup>
	CSG	950.83±236.19	498.29±215.03	452.55±17.94	6.566	.000 <sup>†</sup>
	t	1.192		-1.448		
	p	.249		.165		
Vel	CG	23.41±5.08	18.46±7.71	4.94±5.69	2.746	.023 <sup>†</sup>
	CSG	22.59±5.23	12.26±4.11	10.34±4.78	6.842	.000 <sup>†</sup>
	t	.353		-2.294		
	p	.728		.034 <sup>†</sup>		

\* $p < .05$ ; CG: Continuous passive motion group; CSG: Continuous passive motion With Sling exercise program group; EO: Eye Open; EC: Eye Close; C90: C90 area; TL: Trace length; Vel: Sway average velocity; VAS: Visual analog scale

#### 4. 고찰

본 연구는 무릎 관절 전치환술 환자를 대상으로 기존에 실시하고 있는 CPM 중재와 CPM과 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 적용하였을 때 통증과 균형 변화에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

본 연구에서는 CG와 CSG 모두 중재 이후에 통증이 유의하게 감소하는 것을 알 수 있었고( $p < .05$ ), 두 집단 간 변화량의 비교는 두 집단 간의 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 이는 무릎 관절 전치환술을 받은 환자를 대상으로 실시한 근력 강화 프로그램을 적용하여 통증이 유의하게 감소한 연구 결과와 일치하였고[4], 허리통증 환자에게 슬링 운동을 시행한 결과 통증이 유의하게 감소한 연구 결과와 유사하였다[37]. 이는 무릎 관절 전치환술 환자에게 시행한 운동프로그램이 수술 후 환자의 다리 근육의 위축을 예방하여 통증 감소에 영향을 준 것이라고 언급한 선행연구[38]와 무릎 관절 전치환술을 받은 여성 노인 환자에게 근력 강화 운동 프로그램이 하지 근육의 위축을 막아 통증이 감소하였다는 선행연구[4]의 결과를 비추어 보았을 때, 본 연구에서 실시한 슬링을 이용한 능동 운동프로그램이 CPM만 단독으로 행하였을 때보다 수술 후 근육의 위축과 강화에 긍정적인 효과를 주었고 이것이 통증 감소에 영향을 준 결과라 생각된다.

무릎 관절 재활에 있어 통증은 조기 운동을 방해하는 주요인이라 할 수 있고[4], 수술 이후에 지속되는 통증은 활동 부족이나 신경 근육의 유착 등의 원인으로 인한 근육의 위축이 원인이 되며 수술 후 휴식에 의한 근력 약화는 근력의 균형을 무너뜨리게 되어 정상으로 회복하는 데에 오랜 시간을 요구하게 된다[39]. 선행연구에서 무릎 관절 전치환술을 시행한 환자들은 다리 근력이 약해지고 이에 따른 무릎 관절의 불균형이 발생되며 균형 능력 저하가 일어난다고 하였고[40], 수술 후 신경퇴화와 같은 원인으로 균형 능력이 감소되고 거동 능력이 현저히 저하되면서 낙상과 부상의 위험이 증가한다고 하였다[41]. 그러므로 무릎 관절 전치환술을 시행한 환자에게 균형 능력의 향상은 삶의 질과 이동성 개선, 통증의 감소와 연관성이 있고, 수술 이후에 효과적인 회복에 있어서 중요한 요소라고 할 수 있고[42], 무릎 관절 전치환술을 시행한 환자에게 균형 능력 훈련은 수술 후 재활에 있어 필수요소라고 언급하였다[43].

본 연구에서는 균형을 평가하기 위하여 BT4를 사용

하여 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태에서 C90 area, Trace length, Velocity를 측정하였다. 그 결과, 눈을 뜬 상태에서 C90은 CSG에서 유의하게 감소하였고( $p < .06$ ), 두 집단 간 변화량의 차이에서는 유의한 차이가 없었다. TL과 Vel은 두 집단 모두 유의한 감소를 보였으나( $p < .05$ ), 두 집단 간 변화량의 비교에서는 유의한 차이가 없었다. 눈을 감은 상태에서 C90은 두 집단 모두 유의하게 감소하였고( $p < .05$ ), 두 집단 간 변화량의 차이에서는 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). TL은 두 집단 모두 유의한 감소를 보였으나( $p < .05$ ), 두 집단 간 변화량에서는 유의한 차이가 없었다. Vel은 두 집단 모두 유의한 감소를 보였고( $p < .05$ ), 두 집단 간 변화량의 비교에서는 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ). 이러한 결과는 무릎 관절 각도에 따른 교각 운동 후 측정된 정적 균형 결과에서 눈을 뜬 상태와 감은 상태의 C90A와 TL가 유의하게 좋아졌다고 보고한 선행연구[44]의 결과와 일치하였고, 20대 여성을 대상으로 실시한 코어 운동프로그램이 운동을 적용한 이후의 정적 균형이 유의하게 좋아졌음을 보고한 선행연구[45]의 결과와 유사하였다. Pua et al [46]은 무릎 관절의 펌프근은 무릎과 골반, 몸통의 안정성에 있어 중요한 역할을 하게 되고 외부 움직임에 대하여 균형을 유지하는 것에 영향을 미치므로 근력 강화가 필요하다고 보고하였고, Lim et al [47]의 연구에서는 앉은 자세에서 실시한 무릎 관절 펌프근 근력 강화 운동이 무릎 관절 전치환술 대상자들의 근력과 균형 능력 향상에 있어서 효과적이라고 보고하였다. 이와 같은 선행연구를 토대로 보았을 때 본 연구의 결과는 슬링을 이용한 능동 운동프로그램이 CPM만 단독으로 실시한 것에 비하여 무릎 관절 전치환술 후 환자의 무릎 관절 주변 근육을 강화하여 무릎 근육의 기능이 향상되었고 이로 인해 균형 능력 향상에 더욱 긍정적인 효과를 준 것으로 생각된다.

하지만 4주라는 중재 기간으로는 장기적인 중재를 시행하였을 때 줄 수 있는 영향에 대해 알기 어렵고, 수술 후 환자 개인이 호소하는 통증 정도에 따라 운동 수행에 어려움이 있어 모든 환자에게 같은 중재를 적용하는 것은 어렵다고 할 수 있다. 또한 중재 이외의 시간을 통제하지 못하였고 대상자 수가 20명으로 적었기 때문에 본 연구의 결과를 일반화하기에는 어렵다고 볼 수 있다. 추후 이러한 제한점을 극복한 연구가 지속적으로 시도되는 것을 기대한다.

## 5. 결론

본 연구는 무릎 관절 전치환술을 받고 입원한 환자 20명을 대상으로 CPM만 실시한 물리치료와 CPM과 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 병행하여 실시한 물리치료를 집단별로 4주간 적용 후에 통증과 균형에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 실시하였다. 그 결과, CPM만 적용한 집단, 그리고 CPM과 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 함께 적용한 집단 모두 통증이 감소하였고, 균형 능력이 향상되었다. 특히 CPM과 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 함께 적용한 집단에서는 CPM만 적용한 집단보다 같은 시간에 더욱 효과적인 것을 확인할 수 있었다. 따라서 향후 무릎 관절 전치환술 환자의 증재 방법으로 CPM과 슬링을 이용한 능동 운동프로그램을 병행하는 것이 환자의 기능회복에 도움이 될 것이라 사료되며, 향후 연구에는 입원 기간뿐만 아니라 퇴원 후 가정에서도 시행할 수 있는 홈 프로그램으로써 다양한 연구가 이루어져 무릎 관절 전치환술 환자의 회복에 효과적인 증재 중 한 방법으로써 발전할 것을 기대한다.

## REFERENCES

- [1] Health Insurance Review & Assessment Service & National Health Insurance Service, (2021). *2020 National Health Insurance Statistical Yearbook*. Seoul : Kyungsung.
- [2] J. H. Yu & H. J. Lee. (2016). Effects of motivational interviewing intervention for patients with total knee replacement. *Journal of Muscle and Joint Health*, 23(3), 139-151. DOI : 10.5953/JMJH.2016.23.3.139
- [3] S. J. Park & J. H. Lee. (2016). Effect of joint mobilization and kinesio taping on pain, range of motion, and knee function in patients with knee osteoarthritis. *The Korea Society of Physical Therapy*, 28(5), 279-285. DOI : 10.18857/jkpt.2016.28.5.279
- [4] H. S. Min, Y. H. Jung, E. S. Kim, S. H. Kim & Y. J. Choi. (2011). Effects of muscle strengthening exercise program on pain, fatigue, physical function in elderly women with total knee arthroplasty. *Journal of Muscle and Joint Health*, 18(2), 203-214. DOI : 10.5953/JMJH.2011.18.2.203
- [5] The Korean Orthopaedic Association. (2019). *Rehabilitation after total knee arthroplasty [Internet]*. Seoul: Korean Orthopaedic Association. [https://www.koa.or.kr/info/index\\_10\\_7.php](https://www.koa.or.kr/info/index_10_7.php)
- [6] S. H. Lee, Y. J. Kim, H. J. Baik & J. H. Kim. (2006). A comparison of patient-controlled epidural analgesia and continuous epidural analgesia after total knee arthroplasty in elderly patients over 60 years of age. *Korean Journal of Anesthesiology*, 50(3), 285-291. DOI : 10.4097/kjae.2006.50.3.285
- [7] R. N. Maniar, J. V. Baviskar, T. Singhi & S. S. Rathi. (2012). To use or not to use continuous passive motion post-total knee arthroplasty presenting functional assessment results in early recovery. *The Journal of Arthroplasty*, 27(2), 193-200. DOI : 10.1016/j.arth.2011.04.009
- [8] M. Synder, P. Kozłowski, M. Drobniowski, A. Grzegorzewski & A. Głowacka. (2004). The use of continuous passive motion (CPM) in the rehabilitation of patients after total knee arthroplasty. *Orthopedia, Traumatologia, Rehabilitacja*, 6(3), 336-341. PMID: 17675995.
- [9] S. Milne et al. (2003). Continuous passive motion following total knee arthroplasty. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), CD004260. DOI : 10.1002/14651858.CD004260
- [10] J. A. Herbold et al. (2014). Randomized controlled trial of the effectiveness of continuous passive motion after total knee replacement. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(7), 1240-1245. DOI : 10.1016/j.apmr.2014.03.012
- [11] W. H. Gage, J. S. Frank, S. D. Prentice & P. Stevenson. (2008). Postural responses following a rotational support surface perturbation, following knee joint replacement: frontal plane rotations. *Gait & posture*, 27(2), 286-293. DOI : 10.1016/j.gaitpost.2007.04.006
- [12] J. O. Kim, B. J. Park, H. K. Lim & K. H. Noh. (2006). Balance in Patients After TKA. *Knee Surgery & Related Research*, 18(2), 167-174. UCI(KEPA) 1410-ECN-0102-2009-510-000015171
- [13] J. H. Yu, S. M. Jeong & H. S. Park. (2013). The Effect of 3 Balance Training Programs on Improving Capabilities of Balancing among Some Female Students. *The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 8(4), 619-629. DOI : 10.13067/JKIECS.2013.8.4.619

- [14] G. C. Gauchard, G. Vançon, P. Meyer, D. Mainard & P. P. Perrin. (2010). On the role of knee joint in balance control and postural strategies: effects of total knee replacement in elderly subjects with knee osteoarthritis. *Gait & posture*, 32(2), 155-160.  
DOI : 10.1016/j.gaitpost.2010.04.002
- [15] M. V. Radomski & C. A. Latham. (2008). *Occupational therapy for physical dysfunction*. Baltimore, MD [etc.] : Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
- [16] R. S. Hinman, M. A. Hunt, M. W. Creaby, T. V. Wrigley, F. J. McManus & K. L. Bennell. (2010). Hip muscle weakness in individuals with medial knee osteoarthritis. *Arthritis care & research*, 62(8), 1190-1193.  
DOI : 10.1002/acr.20199
- [17] S. R. Piva, P. E. Teixeira, G. J. Almeida, A. B. Gil, A. M. 3rd. DiGioia, T. J. Levison & G. K. Fitzgerald. (2011). Contribution of hip abductor strength to physical function in patients with total knee arthroplasty. *Physical therapy*, 91(2), 225-233.  
DOI : 10.2522/ptj.20100122
- [18] J. S. Yoon. (2016). *The effect of quadriceps isometric exercise method on pain, muscle strength and balance of early phase of total knee arthroplasty patients*. Master's thesis. Daegu University. Daegu.  
<http://www.riss.kr/link?id=T14224003>
- [19] Y. J. Son. (2019). *Immediate effect on muscle strength after quadriceps muscle fatigue regarding applying directions of kinesiology tape on the patella.* Master's thesis. Dong-eui University, Busan.  
<http://www.riss.kr/link?id=T15063342>
- [20] J. H. Lee. (2010). *Effect of lower extremity patterns of proprioceptive neuromuscular facilitation on pain and balance in total knee replacement*. Master's thesis. Daegu University. Daegu. <http://www.riss.kr/link?id=T12138739>
- [21] K. B. Lim. (2009). *The effect of balance and pain in the osteoarthritis patients after bio-feedback and strengthening exercises*. Master's thesis. Daegu University. Daegu.  
<http://www.riss.kr/link?id=T11846479>
- [22] T. P. Stitik, R. J. Kaplan, L. B. Kamen, A. N. Vo, A. A. Bitar & V. C. Shih. (2005). Rehabilitation of orthopedic and rheumatologic disorder. 2. Osteoarthritis assessment, treatment, and rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 86 (Suppl 1), S48-S55.  
DOI : 10.1016/j.apmr.2004.12.010
- [23] J. F. Sarwark. (2010). *Essentials of musculoskeletal care. 4th ed.* Park JH, Lee YJ, translator. Rosemount, IL : American Academy of Orthopaedic Surgeons.
- [24] J. K. Lee. (2008). Effects of Fitness Profiles and the Correlations between Falling Risk and Fitness Variables in the Elderly Women by Sling Exercise Program. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 32, 1119-1126.  
UCI : G704-000763.2008..32.089
- [25] W. T. Gong. (2015). Effects of bridge exercises with a sling and vibrations on abdominal muscle thickness in healthy adults. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 28(4), 645-649.  
DOI : 10.3233/BMR-140560
- [26] A. H. Saeterbakken, R. van den Tillaar & S. Seiler. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *Journal of strength and conditioning research*, 25(3), 712-718.  
DOI : 10.1519/JSC.0b013e3181cc227e
- [27] A. Mau-Moeller, M. Behrens, S. Finze, S. Bruhn, R. Bader & W. Mittelmeier. (2014). The effect of continuous passive motion and sling exercise training on clinical and functional outcomes following total knee arthroplasty: a randomized active-controlled clinical study. *Health and quality of life outcomes*, 12, 68.  
DOI : 10.1186/1477-7525-12-68
- [28] M. D. Kim, H. S. Ku, E. J. Lee, H. J. Lee, C. H. Jeong & D. H. Lee. (2015). Comparison of Trunk Stabilization Muscle Activity According to Change of the Sling Height and Hip Abduction, Adduction during Bridging Exercise. *Korea Academy Industrial Cooperation Society*. 588-590. URL:  
<http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodEid=NODE07217732>
- [29] G. E. Park & T. K. Han. (2018). The Effect of Acute Neck Sling Exercise on the Range of Motion, Muscle Strength, Visual Analog Scale in University Students. *The Korean Journal of Sport*. 16(1), 415-422.  
<https://www.earticle.net/Article/A325232>
- [30] C. H. Bae, Y. W. Jung, D. W. Lee & S. H. Cho. (2014). The Effect of Sling Exercise on Muscular Strength and Range of Motion in Female Patients who Received Total Knee Replacement. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation*



- Society*. 15(7), 4395-4403.  
DOI : 10.5762/KAIS.2014.15.7.4395
- [31] D. H. Seong, S. D. Yoon, S. H. Kim, J. S. Jang, S. H. Lee & G. D. Park. (2017). The Effect of Sling Exercise and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on Foot Pressure and Range of Motion after Total Knee Replacement - Case Study -. *Korean Journal of Sports Science* 26(5), 1335-1343.  
<http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07257289>
- [32] E. C. Huskisson. (1974). Measurement of Pain. *The lancet*, 304(7889), 1127-1131.  
DOI : 10.1016/S0140-6736(74)90884-8
- [33] B. Cole, E. Finch & C. Gowland. (1994). *Physical rehabilitation outcome measure*. Toronto : Canadian physiotherapy association.
- [34] H. S. Hwang, J. H. Kim & B. R. Choi. (2017). Comparison of the effects of visual feedback training and unstable surface training on static and dynamic balance in patients with stroke. *Journal of physical therapy science*, 29(10), 1720-1702.
- [35] C. H. Bae, Y. W. Jung, D. W. Lee & S. H. Cho. (2014). The Effect of Sling Exercise on Muscular Strength and Range of Motion in Female Patients who Received Total Knee Replacement. *Korea Academy Industrial Cooperation Society*, 15(7), 4 3 9 5 - 4 4 0 3 .  
<http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07213549>
- [36] G. Borg. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign : Human Kinetics.
- [37] H. L. Ahn & M. S. Shin. (2007). The Effect of Sling Exercise Therapy on Pain Decrease and Muscle Strengthening for Low Back Pain Patients *Journal of Korean Medicine Rehabilitation*, 17(4), 167-174.  
UCI : G704-001658.2007.17.4.005
- [38] S. J. Park. (2021). The Effects of Exercise Program on Pain and Balance ability in Patients with Total Knee Replacement : Meta-analysis. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*. 26(5), 119-126.  
<http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE10558726>
- [39] M. S. Chung & H. S. Kwak. (2008). The effects of a muscle strengthening exercise program after total knee arthroplasty. *The Journal of Korean Academic Society of Nursing Education*. 14(1), 20-29.  
DOI : 10.5977/JKASNE.2008.14.1.020
- [40] S. G. Ji, M. K. Kim, D. G. Lee & H. K. Cha. (2012). Effect of Task-Oriented Exercise on the Balance in Degenerative Arthritis Patients with Total Knee Replacement. *Journal of the Korea Contents Association*. 12(3), 222-232.  
<http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01813189>
- [41] C. C. Jørgensen, H. Kehlet & Lundbeck Foundation Centre for Fast-track Hip and Knee Replacement Collaborative Group. (2013). Fall-related admissions after fast-track total hip and knee arthroplast - cause of concern or consequence of success. *Journal of Clinical Interventions in Aging*, 8, 1569-1577.  
DOI : 10.2147/CIA.S52528
- [42] I. Schwartz, L. Kandel, A. Sajina, D. Litinezki, A. Herman & Y. Mattan. (2012). Balance is an important predictive factor for quality of life and function after primary total knee replacement. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 94(6), 782-786.  
DOI : 10.1302/0301-620X.94B6.27874
- [43] W. H. Gage, J. S. Frank, S. D. Prentice & P. Stevenson. (2008). Postural responses following a rotational support surface perturbation, following knee joint replacement: frontal plane rotations. *Gait & posture*. 27(2), 286-293.  
DOI : 10.1016/j.gaitpost.2007.04.006
- [44] J. Y. Bae, M. A. Gim, M. K. Kim, J. H. Choi, K. T. Yoo & S. B. Lee. (2014). The Effect of Bridging Exercises Featuring Various Knee-joint Angles on Static and Dynamic Balance. *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*, 8(3), 3 8 1 - 3 9 0 .  
<http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE02497389>
- [45] S. J. Hwang, N. J. Cho & J. W. Lee. (2010). Effects of Core Program Exercise on Static Balance of Females in Their Twenties. *Journal of the Korean Academy of Clinical Electrophysiology*, 8(1), 31-36.  
DOI : 10.5627/KACE.2010.8.1.031
- [46] Y. H. Pua, Z. Liang, P. H. Ong, A. L. Bryant, N. N. Lo & R. A. Clark. (2011). Associations of knee extensor strength and standing balance with physical function in knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 63(12), 1706-14.  
DOI : 10.1002/acr.20615. PMID: 21905251.
- [47] S. J. Lim, S. H. Cho & G. S. Nam. (2016). The effects of standing balance in anteroposterior

and mediolateral directions on knee strengthening in post-total knee replacement. *Journal of physical therapy science*. 28(1), 261-263.  
DOI : 10.1589/ jpts.28.261.

류 제 주(Je-Ju Ryu)

[정회원]



- 2018년 2월 : 남서울대학교 물리치료학과 일반대학원 석사졸업
- 2013년 3월~현재: 충청북도 청주 의료원 물리치료실
- 관심분야 : 근골격계물리치료, 심장 재활물리치료
- E-Mail : rjj0905@naver.com

정 범 철(Beom-Cheol Jeong)

[정회원]



- 2019년 2월 : 남서울대학교 일반대학원 물리치료학과 박사졸업
- 2019년 2월 ~ 현재 : 노블케어요양병원 부팀장
- 관심분야 : 신경계 물리치료학, 근골격계물리치료
- E-Mail : jbc0406@naver.com

유 경 태(Kyung-Tae Yoo)

[정회원]



- 1995년 2월 : 대구대학교 물리치료학과 졸업
- 2008년 8월 : 경희대학교 체육대학원 박사졸업
- 2009년 9월 ~ 현재 : 남서울대학교 물리치료학과 교수

- 관심분야 : 스포츠의학, 기초물리치료학
- E-Mail : taeyoo88@nsu.ac.kr