

*Original Article*

슬관절 전치환술 환자에서 대한 오타고 운동프로그램이 균형,  
보행능력, 낙상 효능감에 미치는 영향

송현승, 이재남<sup>1)</sup>, 한효진<sup>1)</sup>

첨단우암병원 재활센터, 경인의료재활센터병원 재활센터<sup>1)</sup>

The Effect of Otago Exercise Program on Balance, Walking and Falls Efficacy in Patients with Total Knee Replacement

Hyun-seung Song, Jae-nam Lee<sup>1)</sup>, Hyo-jin Han<sup>1)</sup>

*Dept. of Physical Therapy, Chumdan Wooam Hospital Rehab Center*  
*Dept. of Physical Therapy, kyoung-in Rehabilitation Center<sup>1)</sup>*

**ABSTRACT**

**Background:** The aim of this study was to conduct an Otago exercise program with total knee replacement patient (TKR) in a clinical setting and ascertain its effects on balance, walking ability and falls efficacy.

**Methods:** The participating subjects were 30 people who had been diagnosed with TKR. They were assigned to two groups (Exp: Otago exercise and general physical therapy, n=15; Con: balance exercise and general physical therapy, n=15), and the exercises were conducted for three sessions per week for four weeks. The main balance outcomes were evaluated using the timed up and go test (TUG), while walking ability was evaluated using the 10m walk test (10MWT), direction change ability was measured using the figure 8 of walk test (F8WT), and the decrease of fear was evaluated using the modified falls efficacy scale (MFES).

**Results:** In the analysis results, the Exp group showed significant increases in TUG, 10MWT, and F8WT within the both groups. There were significant differences in all variables between the Exp group and the Con group at the post-intervention evaluation, but there was no significant difference between the groups with respect to the TUG.

**Conclusion:** The results of this study demonstrated that Otago exercise would be useful to improve balance and walking for TKR patients who want to improve their abilities and activities of daily living.

**Key Words:**

Balance, Otago exercise, Total knee replacement patient, Walking ability

## I. 서론

슬관절 전치환술은 만성 퇴행성 질환으로 인한 슬관절염에 대한 보편적인 수술 방법으로서, 수술을 시행하는 주요한 원인이 된다(Cram 등, 2012). 슬관절증에 의한 수술이 다빈도 수술 상위 8위로 2013년에 47,785명이 슬관절 전치환술을 받았다. 이는 인구 10만명당 106명으로, 슬관절증을 포함하여 슬관절 전치환술의 수술 건수는 2013년 54,598건으로 여성 47,102건, 남성 7,496건으로 여성이 상대적으로 많았으며(National Statistical Office, 2013), 고령화, 비만, 관절염의 유병률 증가에 따라 슬관절 전치환술은 지난 10년간 꾸준히 증가하고 있다(Graves 등, 2011).

슬관절 전치환술 환자 중 37%는 수술 후 1년 동안 하지 관절의 통증, 일상생활 제한(Franklin 등, 2008), 봉합 이후 피하조직, 관절낭, 피부 유착 발생(Stevens-Lapsley 등, 2010), 하지 근육의 약화로 인한 신체 기능 제한이 발생하였다(Noble 등, 2005). 이로 인해 옆으로 이동, 쪼그려 앉기, 댄스, 정원 가꾸기 등의 일상생활 활동이 제한된다(Noble 등, 2005). 특히, 보행과 계단을 오르내리는 능력의 비대칭 패턴을 보이게 된다(Mizner와 Snyder, 2005; Berman 등, 1991; Lyons 등, 1983).

이와 같은 슬관절 전치환술 후 발생하는 문제들을 개선하기 위한 연구들이 진행되고 있다. Brunn-Olse 등(2013)은 슬관절 전치환술 환자의 일반적인 물리치료와 걷기 기술 프로그램의 즉각적이고 장기간 효과를 알아보는 연구 결과 6분 걷기, 슬관절 손상 및 골관절염 수행 결과지수(knee injury and osteoarthritis outcome Score), 관절가동범위(range of motion)에서 유의한 차이가 있었고, 체중 부하 운동군이 일반적인 물리치료군에 비해 효과적임을 확인하였다. Piva 등(2010)은 균형 운동 프로그램이 슬관절 전치환술 환자 기능 향상 효과 연구에서, 기능 훈련 프로그램과 균형 운동 프로그램을 결합한 그룹과 기능 훈련 프로그램만 실시한 그룹으로 나누어서 시행한 결과, 두 그룹 모두 하지의 기능 상태 증가되었고, 보행 속도, 한발 입각기 시간, 뺨뺨함이 균형 운동 프로그램을 결합한 그룹이 기능 훈련만 한 그룹보다 더 효과적임을 확인하였다.

선행연구에서 장기적인 효과를 유지하기 위한 연구가 부족하며 가정에서 환자 스스로 관리 할 수 있는 자가운동 프로그램이 필요하지만 연구가 미흡한 상황이다. 오타고 운동은 근육 강화 균형 훈련과 걸기로 구성된 프로그램으로 명확한 훈련 프로그램을 제시하고 있으며, 장

소나 도구에 구애받지 않고 실시할 수 있는 장점이 있다(School, 2003).

오타고 운동프로그램의 효과에 대해서는 80세 이상 여성 노인 233명을 대상으로 6개월간 오타고 운동을 적용한 연구(Campbell 등, 1997)와 지역사회 거주 노인 21명을 대상으로 주 2회, 8주 동안 오타고 운동을 적용한 연구에서 균형능력이 향상되었다. 또한 Binns(2006)는 80세 이상 여성을 대상으로 6개월간 오타고 운동을 실시한 결과, 낙상효능감 향상을 보고하였다. 또다른 연구에서는 오타고 운동에 대한 추적조사를 시행한 결과, 기능 유지에 대한 긍정적인 효과가 있음을 확인하였다(Campbell 등, 1997).

그러나 선행 연구들은 대부분 지역사회 노인들을 대상으로만 균형과 낙상효능감, 근력에 유의한 향상을 보고(Kerse 등, 2010; Liu-Ambrose 등, 2008)하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 지역사회 노인들의 균형능력 향상 및 낙상예방 운동 프로그램으로 효과가 입증된 오타고 운동 프로그램을 이용하여 슬관절 전치환술 환자를 대상으로 균형과 보행능력 향상에 효과적이지 않아보고 이를 자가 운동프로그램으로 적용 가능성을 알아보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

연구대상자는 G광역시에 소재한 00병원에 슬관절전치환술을 시행한 외래 환자 30명을 대상으로 시행하였다. 연구대상자 선정 기준은 다음과 같다. 골관절염으로 전치환술을 받은 자, 슬관절 전치환술 이외에 슬관절에 다른 수술을 하지 않은 자, 하지에 신경학적 손상이 없는 자, 전신성 질환이 없는 자로 하였다.

제외 기준은 척추질환이 있는 자, 인지 능력 저하로 운동 프로그램을 이해하고 따르기 어려운 자는 제외하였다. 모든 대상자에게 연구 시작 전 연구 목적에 대해 자세히 설명하였으며 이에 대한 동의를 받고 시행하였다.

### 2. 연구방법

본 연구는 중재 전후 비교 연구방법으로 시행하였다. 제비뽑기를 통해 무작위로 실험군과 대조군으로 배정했으며, 중재는 1일 40분, 주3회, 총 4주간 진행하였다. 실

험군은 오타고 운동프로그램과 일반적 물리치료, 대조군은 균형 운동프로그램과 일반적 물리치료를 적용하였다. 실험군과 대조군에 적용한 일반적 물리치료는 온열치료(HOTPACK, (주)청우메디컬, 한국)를 30분간 적용하고, 간섭파치료(CWM 103D, (주)청우메디컬, 한국)를 15분간 적용하였다. 오타고 운동 프로그램의 효과를 알아보기 위해 중재 전과 중재 후 일어서 걷기 검사, 10미터 걷기 검사, 8자 걷기 검사, 낙상 효능감 검사를 시행하였다.

### 1) 오타고 운동프로그램

실험군에 적용한 오타고 운동프로그램은 연구 대상자의 안전을 위해 School(2003)에서 권고하고 있는 3회를 실시할 수 있는 수준으로 운동 단계를 설정해 시행했으며, 모든 동작은 지지대를 이용해 진행하였다. 치료사 판단하에 기능향상에 따라 지지대 의존도를 점차 줄이면서 시행하였다. 오타고 운동프로그램은 크게 근력 강화훈련과 균형능력 증진 훈련으로 구성되어 있다.

근력강화는 슬관절 전방 강화를 위해 슬관절 신전운동, 슬관절 후방 강화를 위해 슬관절 굴곡 운동, 고관절 측면 강화를 위한 고관절 벌림 운동, 족관절 발등 굴곡과 발바닥 굴곡 운동으로 구성되어 있다. 그리고 균형능력 증진 훈련은 슬관절 굴곡, 뒤로 걷기, 8자 걷기, 일렬로 걷기, 한발로 서있기, 발꿈치로 걷기, 발가락으로 걷기, 발꿈치와 발가락으로 뒤로 걷기, 앉은 자세에서 일어서기, 계단 걸기로 구성되어 있다.

### 2) 균형 운동프로그램

균형 운동프로그램은 평평한 바닥에 놓인 발란스 패드(Airex balance pad, Airex Inc, Swiss) 위에 발을 올려두고 앉은 자세에서 일어서는 동작을 수행, 선 자세에서 눈을 감고 자세 유지하기, 선 자세에서 다양한 방향으로 체중 이동하는 동작, 선 자세에서 상지를 이용해 과제 수행 훈련을 하도록 하였다(Song과 Park, 2016). 본 운동은 치료사의 감독 하에 단계별로 실시하였다. 단계 변화는 지지대를 이용한 운동부터 시행해 단계적으로 지지대를 제거하면서 시행하였다.

## 3. 평가 도구 및 측정 방법

### 1) 균형능력

#### (1) 일어서 걷기 검사

대상자의 균형능력 변화를 알아보기 위해 일어서 걷기 검사(timed up and go test; TUG)를 사용하였다. TUG의 측정자 내 신뢰도( $r=.99$ ), 측정자 간 신뢰도( $r=.98$ )가

높은 검사 도구이다(Podsiadlo과 Richardson, 1991).

측정을 위해서는 46cm 높이의 팔걸이가 있는 의자와 초시계가 필요하다. 시작 자세는 의자 앉아 등을 기대고 팔걸이에 팔을 올려놓는다. 측정자가 '시작'이라는 구호에 일어나서 편안하고 안전한 속도로 3m 바닥의 선을 따라 걸어가 뒤 돌아서 다시 의자로 와서 앉는다. 전체 시간을 초시계를 이용해 '시작'이라는 말을 하는 시점에서부터 의자에 앉는 시간까지를 측정한다. 3회 측정하여 평균값을 사용하였다.

### 2) 보행능력

#### (1) 10미터 걷기 검사

대상자의 보행능력을 변화를 알아보기 위해 10미터 걷기 검사(10m walk test; 10MWT)를 사용하였다.

10MWT의 측정자 간 및 측정자 내 신뢰도가  $r=.89$ 로 신뢰도가 검증된 도구이다(Steffen 등, 2002).

측정방법은 대상자에게 직선의 14m 구간을 걸어가는 동안 출발지점과 도착 지점에서 가속과 감속을 고려해 전, 후 2m 구간을 제외한 10m 구간을 이동하는데 소요되는 시간을 측정하였다. 3회 측정하여 평균값을 사용하였다.

#### (2) 방향전환 능력 검사

대상자의 곡선 보행과 탐색 능력 변화를 알아보기 위해 8자 걷기검사(figure 8 of walk test; F8WT)를 사용하였다. F8WT의 속도의 측정자간 신뢰도는  $r=.90$ , 측정자 간 신뢰도는  $r=.84$ 이고 걸음 수의 측정자간 신뢰도는  $r=.92$ , 측정자 간 신뢰도는  $r=.82$ 이다(Hess 등, 2010).

측정방법은 1.5m 거리에 원뿔을 각각 설치하고 원뿔 원뿔 사이 중앙에 원뿔면으로부터 바깥쪽으로 향해 서게 하고 곡선 주행 방향을 선택한 후 평상시 속도로 걷게 한다. 그리고 8자 모양을 그리며 걷고 시작 자리로 돌아오는 동안의 소요시간 및 걸음수를 측정한다. 1회 연습 후 측정값을 사용하였다.

### 3) 낙상 효능감 검사

대상자의 특정 활동을 수행하는 동안 낙상하지 않을 확신의 정도의 변화를 알아보기 위해 낙상 효능감 척도(falls efficacy scale-international; FES-I)을 이용하였다. FES-I의 신뢰도는 Chronbach  $\alpha=.921$ 이다(Huh, 2001).

FES-I는 일상생활에 필요한 16가지 행동을 수행하는데 따르는 두려움 점수가 낮을수록 두려움이 큰 것을 의미한다. 16가지 항목 총점을 사용한다. 치료사와 1:1 방

식으로 문항을 설명한 후 점수를 표기하도록 하였다.

#### 4. 분석 방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS WIN 18.0 통계 프로그램을 사용하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 기술 통계를 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였고, 중재 전과 후 비교는 대응표본 t-검정으로 통계 처리를 하였고, 두 그룹 간 집단 비교는 독립표본 t-검정을 이용하여 분석하였다. 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 정하였다.

### III. 결 과

#### 1. 연구대상자의 일반적인 특징

연구 대상자의 일반적인 특성으로 실험군에서 나이는  $57.25 \pm 7.59$ 세, 신장은  $160.58 \pm 6.84$ cm, 체중은  $64.17 \pm 10.15$ kg였다. 대조군에서 나이는  $61.82 \pm 8.07$ 세, 신장은  $161.46 \pm 7.30$ cm, 체중은  $61.73 \pm 7.00$ kg였다. 두 그룹 간 일반적인 특성에서 유의한 차이는 없었다 ( $p>.05$ ) (Table 1).

**Table 1.**  
General characteristics of the subjects

Variables	Exp group (n=15)	Con group (n=15)	t
Sex (male/female)	2/13	3/12	
Age(yrs)	$57.25 \pm 7.59^a$	$61.82 \pm 8.07$	1.399
Height(cm)	$160.58 \pm 6.84$	$161.46 \pm 7.30$	.295
Weight(kg)	$64.17 \pm 10.15$	$61.73 \pm 7.00$	-.665
Surgical side (Right/Left)	12/3	11/4	

<sup>a</sup>Mean $\pm$ SD

Exp group: Otago exercise+general physical therapy

Con group: Balance exercise+general physical therapy

#### 2. 균형능력 변화 비교

균형능력 변화 비교에서 TUG는 실험군에서만 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었고( $p<.05$ ), 그룹 간 비교에서는 유의한 차이가 없었다( $p<.05$ )(Table 2).

#### 3. 보행능력 변화 비교

보행능력 변화 비교에서 10MWT에서 그룹 내 중재

전과 후 비교에서 실험군과 대조군 모두 유의한 향상이 있었고( $p<.05$ ), 그룹 간 비교에서 유의한 차이가 있었다 ( $p<.05$ )(Table 2).

보행 중 방향전환 능력을 알아보기 위한 F8WT 변화 비교 결과, 시간에서 실험군과 대조군 모두 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상 있었고( $p<.001$ ), 그룹 간 비교에서 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ )(Table 2). 걸음수에서 실험군과 대조군 모두 유의한 향상이 있었고( $p<.01$ ), 그룹 간 비교에서 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ )(Table 2).

FES-I에서도 실험군과 대조군 모두 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었으며( $p<.001$ ), 그룹 간 비교에서도 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ )(Table 2).

### IV. 고 찰

본 연구는 이미 지역사회 노인들의 균형 능력 향상과 낙상 예방에 효과가 입증된 오타고 운동프로그램을 슬관절 전치환술 환자를 대상으로 적용해 균형능력과 보행능력 향상에 대한 유용성을 알아보고자 진행하였다. 연구 결과 균형능력, 보행능력 향상을 확인하였다.

슬관절 전치환술 환자들에 있어 통증 조절, 발목 펌핑 운동, 중둔근 셋팅 운동 등이 필요하고, 근력 강화가 매우 중요하다(Stitik 등, 2005). 이러한 운동은 수술 후 통증과 부종감소, 관절 운동 범위 증가, 관절 구축 방지, 기능 증진 등의 효과가 있다(Sarwark, 2015).

Thomas 등(2010)의 메타분석 연구에서 오타고 운동이 대상자들의 낙상 위험을 효과적으로 감소시킨다고 하였다. 80세 이상 여성 노인 233명을 대상으로 6개월 간 오타고 운동을 적용한 연구(Campbell 등, 1997)와 노인 21명을 대상으로 오타고 운동을 적용한 연구에서 균형능력이 향상되었다는 연구 결과들은(Liston 등, 2014) 본 연구결과와 유사하였다.

10MWT는 실험군과 대조군 모두에서 중재 전과 후에 유의한 향상이 있었고 실험군이 대조군 보다 유의한 차이가 있었다. 이 결과는 80세 이상 여성 노인 19명을 대상으로 오타고 운동 프로그램을 적용해 보행능력에서 유의한 효과를 보고한 결과(Binns, 2006)와 유사한 결과였다. 이는 두 그룹 모두 균형 능력 향상을 위한 운동을 시행했고, 병원에서 권하는 자가운동으로 보행 훈련을 시행한 결과로 사료된다.

방향전환 능력은 일상생활에서 이동을 위해 반드시 필요한 활동으로 높은 수준의 균형능력이 요구된다(Kiriyama 등, 2005). Kiriyama 등(2005)은 방향전환능

**Table 2.**  
Comparison of between experimental group and control group

Variables	Exp group(n=15)		t <sup>1</sup>	Con group(n=15)		t <sup>1</sup>	t <sup>2</sup>
	Pre-test	Post-test		Pre-test	Post-test		
TUG(sec)	10.51±.77 <sup>a</sup>	9.86±.60	1.819*	9.83±1.23	9.21±.94	2.219	-2.022
10MWT(sec)	18.50±3.96	15.13±2.70	2.554*	17.75±6.09	14.00±4.69	3.422*	1.399*
F8WT-time (score)	28.48±10.28	22.58±8.95	7.459***	33.98±12.86	29.56±12.51	6.331***	2.143*
F8WT-step (score)	29.13±8.13	24.27±7.95	8.701**	32.70±5.81	29.17±7.62	2.719**	.892*
FES-I (score)	25.09±1.95	29.61±1.70	-16.088***	24.36±1.47	30.77±1.97	-12.362***	-2.123*

<sup>a</sup>Mean±SD, \*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001 t<sup>1</sup>:Between group comparison, t<sup>2</sup>: Within group comparison

Exp group: Otago exercise+general physical therapy, Con group: Balance exercise+general physical therapy, TUG:

Timed up and go test, 10MWT: 10m walk test, F8WT: Figure 8 of walk test, FES-I: Falls efficacy scale-international

력은 직선 보행보다 양발의 안쪽과 바깥쪽 면에 체중을 균등하게 지지해야 하므로 균형을 유지하는데 어렵다고 하였다. 본 연구에서 직선보행능력뿐만 아니라 보행 중 방향전환 능력도 향상된 것을 확인할 수 있었다. 이는 오타고 운동 프로그램이 보행에 필요한 근육에 대한 집중적인 근력 강화와 일반적인 균형능력 강화 운동이 아닌 체계적인 운동 프로그램을 제공이 긍정적인 영향을 준 것으로 사료된다.

오타고 운동 결과, 낙상효능감도 향상시키는 것으로 확인되었다. Binns(2006)는 80세 이상 여성을 대상으로 6개월간 오타고 운동을 실시한 결과, 낙상효능감이 향상되었다고 보고하였다. 다른 연구에서는 오타고 운동을 시행하고 2년 후 추적조사를 한 결과, 통계적으로 유의한 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인하였다 (Campbell 등, 1997). 이는 다양한 운동 방법을 제시하고 이를 프로그램화해 집중적으로 시행한 것이 일상생활에서 다양한 활동을 하는데 대상자들의 자신감을 증진시킨 것으로 사료된다.

Sled 등(2010)은 슬관절염 환자 80명을 대상으로 8주 동안 훈련군에는 일반적 재활훈련과 고관절 외전근 홈 프로그램을 시행하고 대조군에는 일반적 재활훈련만 시행한 결과 훈련군에서 대조군과 비교하여 기능적 수행능력이 유의하게 증가하였고 통증 또한 유의하게 감소하였다. 이는 체계화된 집중 운동프로그램이 중요함을 강조하고 있다.

본 연구에서 사용한 오타고 운동 프로그램은 노인들의 특정 근육군의 선택적 근력강화운동과 다양한 활동을 포함하고 있는 동적인 균형능력 향상 운동이 포함되어 있었고, 이러한 운동프로그램은 슬관절 전치환술 환자의

균형 능력, 보행 능력, 방향전환능력, 낙상효능감을 향상 시키는데 효과적임을 확인하였다.

본 연구의 제한점은 30명으로 진행한 연구 결과로 모든 슬관절 전치환술 환자에게 일반화하기 어렵다. 그리고 효과의 지속 여부를 확인하지 못한 점과 중재 결과에 대해 환자 스스로 느끼는 만족도를 조사하지 못한 점을 보완해야 할 것으로 사료된다.

추후 연구에서는 보행이나 균형능력을 대상자의 기능적 수준을 고려한 후 선정하여 중재의 효과를 명확하게 밝힐 필요가 있다고 생각한다. 그리고, 다른 하지 관련 재활이 필요한 환자를 대상으로 효과를 확인하는 연구가 필요할 것으로 생각한다.

## V. 결론

본 연구는 슬관절 전치환술을 시행한 환자들을 대상으로 균형 능력 향상과 낙상 예방에 효과가 입증된 오타고 운동프로그램을 슬관절 전치환술 환자를 대상으로 적용해 균형능력과 보행능력 향상에 대한 유용성을 알아보고자 진행하였다.

1. 균형능력에서 실험군은 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었다(p<.05).
2. 보행능력에서 실험군과 대조군 모두 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었고(p<.05), 그룹 간 비교에서 유의한 차이가 있었다(p<.05)
3. F8WT 변화 비교 결과, 시간에서 실험군과 대조군 모두 중재 전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었고 (p<.001), 그룹 간 비교에서 유의한 차이가 있었다 (p<.05)(Table 2). 결음수에서 실험군과 대조군 모두

Song, et al. The effect of Otago exercise program on balance, walking and falls efficacy in patients with total knee replacement

유의한 향상이 있었고( $p < .01$ ), 그룹 간 비교에서 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

4. FES-I에서도 실험군과 대조군 모두 중재전과 후 비교에서 유의한 향상이 있었으며( $p < .001$ ), 그룹 간 비교에서도 유의한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

이상의 결과를 토대로 오타고 운동 프로그램이 슬관절 전치환술을 시행한 환자들의 균형능력과 보행능력에 효과적임을 확인 할 수 있었으며 임상에서 유용한 기초자료로 제시할 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- Berman AT, Bosacco SJ, Israelite C. Evaluation of total knee arthroplasty using isokinetic testing. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;271:106-113. <http://doi.org/10.1097/00003086-199110000-00015>
- Binns, Elizabeth. The otago exercise programme: do strength and balance improve? Diss. Auckland University of Technology. 2006.
- Bruun-Olsen V, Heiberg KE, Wahl AK, et al. The immediate and long-term effects of a walking-skill program compared to usual physiotherapy care in patients who have undergone total knee arthroplasty (TKA): A randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation.* 2013;35(23):2008-2015. <http://doi.org/10.3109/09638288.2013.770084>
- Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, et al. Randomised controlled trial of a general practice program of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ.* 1997;315(7115):1065-1069. <http://doi.org/10.1136/bmj.315.7115.1065>
- 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.org/10.3410/f.717957412.793461797>
- Franklin PD, Li W, Ayers DC. The chitranjan ranawat award. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(11):2597-2604.
- Graves S, Davidson D, de Steiger R, et al. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry. Hip and Knee Arthroplasty 2011 Annual Report. 2011.
- Huh JY. The effects of fear of falling and sensory integration on balance and postural control in health elderly. *Korean Journal of Sport Psychology.* 2001;12(2):57-68.
- Hess RJ, Brach JS, Piva SR, et al. Walking skill can be assessed in older adults: validity of the Figure-of-8 Walk Test. *Phys Ther.* 2010;90(1):89-99. <http://doi.org/10.2522/ptj.20080121>
- Kerse N, Hayman KJ, Moyes SA, et al. Home-based activity program for older people with depressive symptoms: DeLLITE-a randomized controlled trial. *Ann Fam Med.* 2010;8(3):214-223. <http://doi.org/10.1370/afm.1093>
- Kiriyama K, Warabi T, Kato M, et al. Medial-lateral balance during stance phase of straight and circular walking of human subjects. *Neurosci Lett.* 2005;388(2):91-95. <http://doi.org/10.1016/j.neulet.2005.06.041>
- Liston MB, Alushi L, Bamiou DE, et al. Feasibility and effect of supplementing a modified OTAGO intervention with multisensory balance exercises in older people who fall: A pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2014;28(8):784-93. <http://doi.org/10.1177/0269215514521042>
- Lin KC, Wu CY, Chen CL, et al. Effects of object use on reaching and postural balance. *Am J Phys Med Rehabil.* 2007;86(10):791-799. <http://doi.org/10.1097/phm.0b013e318151fb81>
- Lyons K, Perry J, Gronley JK, et al. Timing and relative intensity of hip extensor and abductor muscle action during level and stair ambulation. *Physical Therapy.* 1983;63(10):1597-1605. <http://doi.org/10.1093/ptj/63.10.1597>
- Mizner RL, Petterson SC, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and the time course of

- functional recovery after total knee arthroplasty. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2005;35(7):424-436. <http://doi.org/10.2519/jospt.2005.2036>
- National Statistical Office. *Surgery Disease of Multi Frequency, Major Surgery Statistics*. 2013.
- Noble PC, Gordon MJ, Weiss JM, et al. Does total knee replacement restore normal knee function? *Clin Orthop Relat Res*. 2005;431:157-165. <http://doi.org/10.1097/01.blo.0000150130.03519.fb>
- Piva SR, Gil AB, Almeida GJ, et al. A balance exercise program appears to improve function for patients with total knee arthroplasty: A randomized clinical trial. *Physical therapy*. 2010;90(6):880-894. <http://doi.org/10.2522/ptj.20090150>
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed up and go : A test of basic functional mobility for frail elderly person. *J Am Geriatr Soc*. 1991;39:142-148. <http://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Sarwark JF. *Essentials of musculoskeletal care*. American Academy Of Orthopaedic Surgeons. 2010:692-695.
- School OM. *Otago exercise programme to prevent falls in older adults*. Otago: University of Otago. 2003.
- Song GB, Park EC. The effects of balance training on balance pad and sand on gait ability in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med*. 2016;11(1):45-52.
- Sled EA, Khoja L, Deluzio KJ, et al. Effect of a home program of hip abductor exercises on knee joint loading, strength, function, and pain in people with knee osteoarthritis: A clinical trial. *Phys Ther*. 2010;90(6):895-904. <http://doi.org/10.2522/ptj.20090294>
- Stevens-Lapsley JE, Balter JE, Kohrt WM, et al. Quadriceps and hamstrings muscle dysfunction after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(9):2460-2468. <http://doi:10.1007/s11999-009-1219-6>
- Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age-and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: six-minute walk test, berg balance scale, timed up & go test, and gait speeds. *Phys Ther*. 2002;82(2):128-137. <http://doi.org/10.1093/ptj/82.2.128>
- Stitik TP, Kaplan RJ, Kamen LB, et al. Rehabilitation of orthopedic and rheumatologic disorder. Osteoarthritis Assessment, treatment, and rehabilitation. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. 2005;86(1):48-55. <http://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.12.010>
- Thomas S, Mackintosh S, Halbert J. Does the 'Otago exercise programme' reduce mortality and falls in older adults?: A systematic review and meta-analysis. *Age Ageing*. 2010;102. <http://doi.org/10.1093/ageing/afq102>
- 논문접수일(Date received) : 2019년 12월 21일  
논문수정일(Date Revised) : 2019년 12월 23일  
논문게재확정일(Date Accepted) : 2020년 01월 02일
- Sled EA, Khoja L, Deluzio KJ, et al. Effect of a ho

