

The Effect of Squat Exercise Using a Reformer on Muscle Strength, Range of Motion, and Gait in Patients who Underwent Total Hip Replacement Surgery : A Pilot Study

Se-Ju Park*

*Professor, Dept. of Rehabilitation Health, Songwon University, Gwangju, Korea

[Abstract]

The propose of this study was to investigate the effects of squat exercise using a reformer on muscle strength, range of motion, and gait in hip joint replacement patients. This study was conducted on 20 patients hospitalized at a rehabilitation hospital in G City. As an intervention method, the experimental group performed squat exercises using a reformer, and the control group performed squat exercises, 7 times a week for 2 weeks. In the within-group comparison of the reformer group, there was a significant difference in hip flexion, extension, and abduction strength ($p<0.05$). There were significant differences within the group in the range of motion of hip extension and abduction and gait in the Reformer group ($p<0.05$). In comparison between groups, significant differences occurred in hip extension strength, hip extension, abduction range of motion, and gait ($p<0.05$).

▶ **Key words:** Gait, Muscle strength, Range of motion, Reformer, Squat exercise,
Total hip replacement surgery patient

[요 약]

본 연구의 목적은 리포머를 이용한 스쿼트 운동이 엉덩관절전치환술 환자의 근력, 관절가동범위 그리고 보행 능력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 본 연구는 G시 소재의 재활병원에 입원 중인 환자 20명을 대상으로 실험을 실시하였다. 중재 방법으로 주 7회 2주간 실험군은 리포머를 이용한 스쿼트 운동을, 대조군은 스쿼트 운동을 시행하였다. 리포머군의 그룹 내 비교에서는 엉덩관절 굽힘, 폼, 벌림 근력에서 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 리포머군의 엉덩관절 폼과 벌림의 관절가동범위와 보행에서도 그룹 내 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 그룹 간 비교에서는 엉덩관절 폼 근력, 엉덩관절 폼, 벌림 관절가동범위 그리고 보행에서 유의한 차이가 발생하였다($p<0.05$).

▶ **주제어:** 근력, 관절가동범위, 리포머, 보행, 스쿼트 운동, 엉덩관절전치환술 환자

I. Introduction

전 세계적으로 3초에 1건 골다공증 골절이 발생한다[1]. 척추, 엉덩관절, 손목 및 위팔뼈는 골다공증 골절이 가장 흔한 부위이며[2], 그중에서도 엉덩관절 골절은 전체의 20%를 차지한다[3]. 골절은 골량 손실과 낙상의 위험 증가로 인해 나이가 들수록 증가한다[4]. 노년층에서 발생이 되는 균형 능력의 감소는 낙상 위험을 2.9배 증가시키는 것으로 알려져 있다[11]. 골절 후 체중부하가 없는 경우에는 최대 1년까지도 환자의 기능 수준을 저하시킨다[12]. 엉덩관절 골절은 노화로 발생이 되는 질환 중 하나이며, 노인 사망의 7번째 원인이다[5, 6]. 엉덩관절 골절의 발병률은 고령화로 인하여 점점 증가하고 있으며[7, 8], 2050년까지 전 세계 엉덩관절 골절의 45~70%가 아시아에서 발생할 것으로 예상된다[9, 10]. 그러므로 수술 후 재활은 일상으로의 복귀를 위해 필요하다.

엉덩관절 골절 환자는 고정술과 더불어 인공관절술을 시행한다[13]. 수술 후 재활로는 의사 간호사 물리치료사 작업치료사가 함께 접근하는 다학제적 접근이 있다[14]. 그러나 수술 후 환자들은 심리적 위축과 금기 자세에 대한 주의로 인해 보호자 또는 간병인에게 지나치게 의존하는 모습들이 나타난다[19]. 신체기능의 악화, 움직임의 제한은 통증의 증가를 만들고, 걱정과 우울, 수면장애는 정서적인 불안감을 증가시킨다[20]. 엉덩관절치환술 환자의 경우 대부분 고령이며, 엉덩관절을 제외한 다른 근골격계적인 질환을 가지고 있기 때문에 체중 지지를 포함한 조기 재활에 두려움을 갖는 경우가 대다수이다. 수술 후 48시간 이내 시행하는 조기 보행[15]이나, 감독하에 진행이 되는 점진적 근력 강화훈련이 필요하며[16], 체중부하 훈련 및 균형 훈련[17], 일상생활 교육[18] 등을 포함한 운동이 권장되고 있다.

그중 스쿼트 운동은 대표적 닫힌 사슬 운동 중 하나이며[21], 다른 운동에 비해 부상 가능성이 낮고 신체기능을 향상시킬 수 있다는 특징을 가지고 있다[22]. 이러한 이유로 수술 초기에 합병증을 예방하고, 엉덩관절, 무릎관절, 발목관절 손상을 막으며, 관절가동범위의 회복을 위해 스쿼트 운동을 사용할 수 있다[23].

최근에 진행된 연구에서는 리포머를 이용한 체중지지 훈련이 정적 및 동적 균형, 기능적 이동, 자기 효능감 및 관절가동범위에서 효과적이며, 엉덩관절치환술 환자의 일상 복귀에 긍정적인 영향을 미쳤다[24]고 보고하였다. 또 다른 연구에서는 기구를 적용한 스쿼트 운동이 체중 지지에서 점진적인 근력강화운동을 할 수 있고 엉덩관절의

근력이 떨어진 환자에게 적용 시킬 수 있다고 하였고[25], 골반이 비대칭적인 대상자들에게 리포머 운동을 적용한 결과 무릎관절의 굽힘 각도가 유의하게 증가하였다고 하였다[26]. 또한 엉덩관절치환술 환자들은 다른 부위 수술을 한 경험을 가지고 있다[27].

이에 본 연구는 수술 후 시행되는 엉덩관절치환술 환자의 조기 재활을 위해서 리포머를 이용한 스쿼트 운동이 엉덩관절치환술 환자의 근력, 관절가동범위 그리고 보행에 미치는 효과를 알아보려고 한다.

II. Methods

1. Subjects

본 연구는 00시에 위치한 00재활병원에서 엉덩관절치환술 후 입원치료를 받는 65세 이상 노인 환자 20명을 실험군과 대조군을 무작위 배정하여 실시하였다. 연구대상자의 엉덩관절 전치환술의 수술 방향은 뒤, 가쪽이었으며, 주 7회 2주간 총 14회 실시하였다. 또한 운동치료, 전기치료, 도수치료, 매트치료, 보행 치료, 특수작업치료, 일상생활 동작훈련치료 등을 포함한 재활치료를 수행하였다. 모든 대상자는 연구에 참여하기 위해 연구의 목적과 필요성을 이해하고 충분한 설명 후, 자발적으로 실험에 참가하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 아래와 같다<Table 1>.

2. Intervention

2.1 Reformer group

본 연구에 사용된 리포머(Reformer, Woong's Pilates, Korea)는 바로누운자세에서 스프링을 이용하여 강도 조절을 하였으며, 5개의 스프링 중 가장 약한 2개의 스프링을 연결하여 스쿼트 운동을 수행하였다. 운동을 시행하는 동안 수술 부위를 포함한 통증이 유발되지 않도록 하였다[27]. 운동 프로그램은 다음과 같다<Table 2><Figure 1>.

Table 1. General characteristics of the subjects

Variable	Reformer group (n=10)	Control group (n=10)	p
Sex (Male/Female)	4/6	2/8	0.08
Age (Years)	69.10±13.97	72.70±14.48	0.70
Weight (Kg)	52.25±12.50	54.00±7.73	0.42
Height	163.40±8.20	158.10±6.45	0.36

2.2 Control group

대조군은 운동치료, 전기치료, 도수치료, 매트 치료, 보행 치료, 특수작업치료, 일상생활동작훈련치료 등을 포함한 재활치료와 바로 선 자세에서 스쿼트 운동은 환자가 통증이 발생하지 않은 범위에서 실시하였다.

Table 2. Exercise program

Process	Detailed items	Duration
Warming Up	Hip joint flexion, extension, abduction ROM exercise	5min
Main Exercise	Squat exercise	20min
Cooling Down	Hip joint flexion, extension, abduction ROM exercise	5min



Fig. 1. Reformer Exercise

3. Measurement

3.1 Manual Muscle Test

엉덩관절, 무릎관절 근력을 측정하기 위해 10년 차 이상의 물리치료사에 의해 도수 근력 검사(Manual Muscle Test, MMT)를 실시하였다. 엉덩관절치환술 환자에게는 탈구를 유발하는 금기 자세가 있으므로, 금기 자세를 주의하기 위해 엉덩관절 굽힘, 펴, 벌림은 수정된 근력 검사를 시행하였다[26]. MMT등급은 Normal: 5점, Good : 4점, Fair : 3점, Poor : 2점, Trace : 1점으로 수치화 하여 결과를 산출하였다[28]<Figure 2>.

3.2 Range of Motion

엉덩관절, 무릎관절 가동범위를 알아보기 위해 10년 차 이상의 물리치료사에 의해 고니오미터로 측정하였다. 엉덩관절치환술 환자에게는 탈구를 유발하는 금기 자세가 있으므로, 금기 자세를 주의하기 위해 엉덩관절 굽힘, 펴, 벌림의 관절가동범위 검사를 시행하였다[29].



Fig. 2. Hip Manual Muscle Test

3.3 Functional Ambulation Category

보행 능력을 평가하기 위해 기능적 보행 검사를 실시하였다. 보조도구 사용에 관계없이 환자가 걸을 때 얼마나 많은 지지가 필요한지의 여부를 0에서 5점을 부여할 수 있다. 걷기를 시각적으로 빠르게 측정하는 방법으로 실내 보행을 원칙으로 실시하였다[30].

4. Statistical analysis

본 연구의 자료 분석 방법은 통계 프로그램인 SPSS for WINDOW, version 20.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술 통계를 진행하였고, 비모수 검정을 실시하였다. 그룹 내 중재 전 · 후 비교를 위해 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon Sign Ranks)을 사용하였다. 각 그룹 간의 차이를 보기 위하여 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U)을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. Results

1. Comparison of muscle strength, range of motion and gait within groups

그룹 내 비교에서 근력은 리포머군에서 엉덩관절 굽힘에서 운동 전 3.30 ± 0.21 등급, 운동 후 3.70 ± 0.15 등급으로, 펴에서 운동 전 3.00 ± 0.14 등급, 운동 후 3.45 ± 0.52 등급으로, 벌림에서 운동 전 3.09 ± 0.53 등급, 운동 후 3.50 ± 0.16 등급으로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 대조군의 엉덩관절 동작 별 근력에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$)<Table 3>.

관절가동범위는 리포머군은 엉덩관절 펴에서는 운동 전 6.00 ± 2.08 에서 운동 후 10.50 ± 1.89 로, 벌림에서는 운동 전 33.00 ± 2.80 에서, 운동 후 41.00 ± 2.33 로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 리포머군에서 엉덩관절 굽힘을 포

합한 대조군의 엉덩관절 동작 별 관절가동범위에서 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$)<Table 3>.

보행은 리포머군은 운동 전 1.00 ± 0.29 score, 운동 후 3.20 ± 0.24 로 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 대조군에서는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$)<Table 3>.

2. Comparison of muscle strength, range of motion and gait between groups

근력에서는 엉덩관절 굽힘에서 리포머군의 변화값은 0.40 ± 0.16 등급, 대조군의 변화값은 0.20 ± 0.13 등급 이었고, 펴에서 리포머군의 변화값은 0.50 ± 0.16 등급, 대조군의 변화값은 0.00 ± 0.00 등급 이었고, 벌림에서 리포머군의 변화값은 0.40 ± 0.16 등급, 대조군의 변화값은 0.10 ± 0.10 등급 이었다. 리포머군과 대조군 사이의 엉덩관절 펴 근력에서 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$)<Table 3>.

관절가동범위에서는 엉덩관절 굽힘에서 리포머군의 변화값은 6.00 ± 3.05 도, 대조군의 변화값은 0.00 ± 0.00 도 이었고, 엉덩관절 펴에서 리포머군의 변화값은 4.50 ± 1.74 도, 대조군의 변화값은 0.50 ± 0.50 도 이었고, 벌림에서 리포머군의 변화값은 8.00 ± 2.70 도, 대조군의 변화값은 1.00 ± 0.66 도였다. 리포머군과 대조군 사이의 엉덩관절 펴, 벌림 관절가동범위에서 유의한 차이가 나타났다(p

< 0.05)<Table 3>. 보행에서 리포머군의 변화값은 2.20 ± 0.29 score, 대조군의 변화값은 0.30 ± 0.21 score였다. 리포머군과 대조군 사이에서 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$)<Table 3>.

IV. Discuss

본 연구는 엉덩관절치환술 환자 20명을 대상으로 리포머를 이용한 스쿼트 운동을 통한 체중 지지 훈련이 하지의 근력과 관절가동범위 및 보행에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

대부분 많은 환자들은 수술 후 움직임에 대한 두려움으로 인해서 정확한 체중 지지를 회피하려고 한다[19]. 금기 자세에 대한 교육과 재 탈구에 대한 두려움으로 인해서 보호자에 대한 의존율이 높아진다[31]. 이런 움직임에 대한 두려움을 지닌 수술 초기 환자에게 있어서 기구를 이용한 훈련은 안정감을 제공할 수 있다[29]. 선행연구에서는 엉덩관절치환술 환자의 초기 치료 시 단순 물리치료 군보다 기구를 이용한 운동을 시행한 군에서 높은 효율성과 근력의 증가를 보고하였다[31].

본 연구에서도 리포머군의 그룹 내에서 엉덩관절 굽힘, 펴, 벌림의 근력에서 유의한 차이가 나타났다. 그룹 간에서는 엉덩관절의 펴에서 유의한 차이가 나타났다. 이는 리

Table 3. Results for muscle strength, joint range of motion and gait

Variable	Inter- vention	Pre	Post	Change	P(Within)	P(Between)
Hip Flexion MMT	Reformer	3.30 ± 0.21	3.70 ± 0.15	0.40 ± 0.16	0.046*	0.342
	Control	2.80 ± 0.24	3.00 ± 0.25	0.20 ± 0.13	0.157	
Hip Extension MMT	Reformer	3.00 ± 0.14	3.50 ± 0.16	0.50 ± 0.16	0.025*	0.012*
	Control	2.720 ± 0.21	2.70 ± 0.21	0.00 ± 0.00	1.00	
Hip Abduction MMT	Reformer	3.10 ± 0.17	3.50 ± 0.16	0.40 ± 0.16	0.046*	0.131
	Control	2.90 ± 0.10	3.00 ± 0.00	0.10 ± 0.10	0.317	
Hip Flexion ROM	Reformer	88.00 ± 1.33	94.00 ± 3.05	6.00 ± 3.05	0.059	0.030*
	Control	84.00 ± 5.41	84.00 ± 5.41	0.00 ± 0.00	1.00	
Hip Extension ROM	Reformer	6.00 ± 2.08	10.50 ± 1.89	4.50 ± 1.74	0.041*	0.044*
	Control	4.00 ± 1.63	4.50 ± 1.57	0.50 ± 0.50	0.317	
Hip Abduction ROM	Reformer	33.00 ± 2.80	41.00 ± 2.33	8.00 ± 2.70	0.027*	0.032*
	Control	27.00 ± 3.51	28.00 ± 3.74	1.00 ± 0.66	0.157	
FAC	Reformer	1.00 ± 0.29	3.20 ± 0.24	2.20 ± 0.29	0.004*	0.000*
	Control	1.00 ± 0.21	1.30 ± 0.21	0.30 ± 0.21	0.180	

Values are Mean $\pm$ Standard deviation

MMT: Manual Muscle Test

Wilcoxon signed-rank test * $p < 0.05$

포머에서 스프링을 밀어내며 무릎관절 엉덩관절의 펌을 만든 후 스쿼트 하는 과정에서 엉덩관절을 천천히 굽힘 하며 발생 되어지는 편심성 수축이 엉덩관절 펌의 그룹 간 차이에서 유의한 차이를 만들어 냈을 것이라고 생각된다. 스쿼트 운동은 비 체중 지지보다 많은 관절의 움직임을 필요로 한다[29]. 또한 스쿼트 운동은 고령의 대상자 뿐만 아니라 수술환자에게도 많이 사용되어 진다[32]. 이는 스쿼트 운동이 수술 초기부터 권장 되어지고 있는 닫힌 사슬 운동(Closed chain exercise)이기 때문이다[33].

엉덩관절치환술 환자는 수술 후 수술 방향에 따른 금기 자세가 따른다. 후 · 외측 수술을 시행 시 90도 이상의 굽힘, 모음, 안쪽돌림에 대해 금기 시 하며, 전방 수술을 시행 시 펌, 벌림, 바깥돌림에 대해 금기시한다[34]. 이는 탈구되는 자세와 관련이 있다. 본 연구에 참가한 대상자들은 후 · 외측 수술을 시행하였으며, 엉덩관절 굽힘, 펌, 벌림에서 그룹 간 유의한 차이가 나타났다. 리포머에서의 스쿼트 운동이 엉덩관절의 다양한 움직임을 만들어 냈을 것으로 판단된다. 엉덩관절 치환술 후 엉덩관절의 움직임과 기울기, 돌림 범위에서 비대칭이 관찰된다[35]. 그리고 수술 후 보행속도, 보폭 및 엉덩관절 가동범위에서 감소가 발생된다[36]. 또한 수술 후 벌림 모멘트의 감소는 보행속도와 보폭에 영향을 미치기도 한다[37].

본 연구에서 보행에서는 리포머 그룹에서 그룹 내 유의한 차이가 나타났고, 그룹 간 비교에서도 대조군에 비해서 리포머군에서 유의한 차이가 나타났다. 이는 리포머를 이용한 스쿼트 운동으로 인해서 엉덩관절의 펌과 벌림에서 관절가동범위와 근력의 긍정적인 효과를 얻었고 이로 인한 지지의 안정성이 보행을 수행함에 있어서 도움이 되었을 것이다. 선행연구에서는 엉덩관절치환술 후 환자를 대상으로 시행한 리포머에서의 운동은 안전한 체중 지지 훈련을 수행할 수 있도록 도와주어 환자의 균형 및 보행 능력 개선에 도움이 되었다[30]. 또 다른 연구에서는 선행연구에서는 리포머는 하지 근육의 발달과 더불어 자세 조절 개선에 효과적이었다고 보고하였다[35]. 그러므로 근력의 향상으로 인하여 자세 조절이 되어서 보행 능력의 향상에 기여하였을 것이라 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 재활병원에서 입원해 있는 환자만을 대상으로 하였기에 일반화함에 무리가 있고, 개별적인 활동 시간을 통제하지 못하였기에 수술 후 다른 변수들의 제어하지 못했다. 그리고 주관적인 평가도구를 사용하였기에 이러한 제한을 보완하여 향후 연구들이 이루어져야 할 것이다.

V. Conclsions

본 연구는 엉덩관절치환술 환자를 대상으로 리포머를 이용한 스쿼트 운동을 통해 엉덩관절의 근력과 관절가동 범위 그리고 보행에 대해 미치는 영향에 대해 아래와 같은 결론을 얻었다.

집단 내 중재 전·후 비교 시 엉덩관절 굽힘, 펌, 벌림 근력, 엉덩관절 펌, 벌림 관절가동범위 그리고 보행에서는 리포머군에서 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$).

집단 간 중재 전·후 비교에서는 엉덩관절 펌 근력과 엉덩관절 펌, 벌림 관절가동범위 그리고 보행에서 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 엉덩관절 치환술 환자에게 리포머를 통한 스쿼트 운동이 근력과 관절가동범위의 회복 및 보행 능력 개선에 긍정적인 효과를 확인할 수 있었다.

ACKNOWLEDGEMENT

"This study was supported by research fund from Songwon university 2023(A2023-22)"

REFERENCES

- [1] H. Johansson, K. Siggeirsdóttir, N. C. Harvey, A. Odén, V. Gudnason, E. McCloskey, G. Sigurdsson and J. A. Kanis, "Imminent risk of fracture after fracture," Osteoporosis International, Vol. 28, pp. 775-780, December 2016. DOI : 10.1007/s00198-016-3868-0
- [2] W. Leslie, P. Pahlavan, J. Tsang, and M. Lix, "Prediction of hip and other osteoporotic fractures from hip geometry in a large clinical cohort," Osteoporosis International, Vol. 20, pp.1767-1774, February 2009. DOI: 10.1007/s00198-009-0874-5
- [3] SkKim, DcKweon, and WhSong, "Analysis of Bone Mineral Density According to the Biochemical Variable Markers in Adults," Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 32, No.4, pp. 411-418, October 2009.
- [4] JhYou, "The Life Habits and Exercise Strategies for Prevention and Management of Osteoporosis" Journal of Korea Entertainment Industry Association, Vol. 10, No. 1, pp. 137-146. February 2016. DOI: 10.21184/jkeia.2016.02.10.1.137
- [5] K. LeBlanc, L. Herbert, Jr, and L. LeBlanc, "Hip fracture: diagnosis, treatment, and secondary prevention." American family physician, Vol. 89, No, 12, pp. 945-951, Jun 2014.
- [6] JiYoo, HKim, YcKwon, and KhKoo, "Osteosarcopenia in patients

- with hip fracture is related with high mortality." *Journal of Korean medical science*, Vol. 33, No. 4, November 2018. DOI : 10.3346/jkms.2018.33.e27
- [7] H. Hagino, K. Furukawa, S. Fujiwara, T. Katagiri, H. Yamamoto, and R. Teshima, "Recent trends in the incidence and lifetime risk of hip fracture in Tottori, Japan," *Osteoporosis International*, Vol. 20, No. pp. 543-548, July 2009. DOI: 10.1007/s00198-008-0685-0
- [8] WcChie, RsYang, JpLiu, and KsTsai, "High incidence rate of hip fracture in Taiwan: estimated from a nationwide health insurance database," *Osteoporosis International*, Vol. 15, No. 2, pp. 998-1002, May 2004. DOI: 10.1007/s00198-004-1651-0
- [9] P. Clark, P. Lavielle, F. Franco-Marina, E. Ramirez, J. Salmeron, J. Kanis, and S. Cummings, "Incidence rates and life-time risk of hip fractures in Mexicans over 50 years of age: a population-base study," *Osteoporosis International* Vol. 16, No. 12, pp. 2025-2030, August 2005. DOI : 10.1007/s00198-005-1991-4
- [10] B. Gullberg, O. Johnell, and J. Kanis. "World-wide projections for hip fracture," *Osteoporosis International*, Vol. 7, pp. 407-413, September 1997. DOI : 10.1007/PL00004148
- [11] A. Robbins, L. Rubenstein, K. Josephson, K. Schulman, B. Osterweil, and G. Fine, "Predictors of falls among elderly people: results of two population-based studies," *Archives of Internal Medicine* Vol. 149, No. 7, pp. 1628-1633, July 1989. DOI : 10.1001/archinte.1989.00390070138022
- [12] P. Ariza-Vega, J. Jimenez-Moleon, and M. Kristensen. "Non-weight-bearing statu compromises the functional level up to 1 yr after hip fracture surgery," *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, Vol. 93. No. 8 pp. 641-648. August 2014. DOI : 10.1097/PHM.0000000000000075
- [13] BhKim, YyChung, ScKi, DhYoon, and JhRyu, "Cementless bipolar hemiarthroplasty for unstable intertrochanteric fractures in the elderly," *The Korean Orthopaedic Association*, Vol. 46, No. 5, pp. 399-404. October 2011. DOI: 10.4055/jkoa.2011.46.5.399
- [14] KMin, JBeom, BrKim, SyLee, GjLee, JhLee and Jy Lee, "Clinical Practice Guideline for Postoperative Rehabilitation in Older Patients With Hip Fractures," *Annals of Rehabilitation Medicine*, Vol. 45, No. 3, pp. 225-259. June 2021. DOI: 10.5535/arm.21110
- [15] A. Adunsky, M. Arad, R. Levi, A. Blankstein, G. Zeilig, and E. Mizrahi, "Five-year experience with the 'Sheba' model of comprehensive orthogeriatric care for elderly hip fracture patients," *Disability and Rehabilitation*, Vol. 27, No. 18-19, pp. 1123-1127, July 2009. DOI: 10.1080/09638280500056030
- [16] L. Chipchase, K. McCaul, and T. Hearn, "Hip fracture rates in south Australia : into the next century, Australian and New Zealand," *Journal of Surgery*, Vol. 70, No. 2, pp. 117-119. 2000. DOI : 10.1046/j.1440-1622.2000.01768.x
- [17] J. Wu, L. Mao, and J. Wu, "Efficacy of exercise for improving functional outcomes for patients undergoing total hip arthroplasty: A meta-analysis," *Medicine*, Vol. 98, No. 10, March 2019. DOI: 10.1097/MD.00000000000014591
- [18] SyLee, ShJung, SuLee, YcHa, and JyLim, "Is Occupational Therapy After Hip Fracture Surgery Effective in Improving Function?: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies," *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, Vol. 98, No. 4, pp. 292-298, April 2019. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001069
- [19] JaLee, J. Mariyn, and Rantz, "Admission Factors Influencing Activities of Daily Living in Nursing Home Residents Admitted from Acute Care Hospitals," *Journal of Korean Gerontological Nursing*, Vol. 10, No. 1, pp. 68-76. March 2008.
- [20] KhKim, HkChung, and HsLee, "A Study on Emotional State of Preoperative Patients and Postoperative Pain (patients with abdominal surgery who received IV-PCA)," *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*, Vol. 9, No. 2, pp. 288-299. July 2002.
- [21] TyOh, "The Effect of the squatting exercise with gym ball and wall on lower extremity muscles activation," *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*, Vol. 8, No. 4, pp. 647-653, November 2013. DOI: 10.13066/kspm.2013.8.4.647
- [22] ShYang, "Effective Squat Posture to Improve Elderly's Quality of Life," *Journal of Korea Entertainment Industry Association*, Vol. 12, No. 8, pp. 161-168. December 2018. DOI: 10.21184/jkeia.2018.12.12.8.161
- [23] MKim, HLee, SLee, HKim, and MPark, "The Effects of Supporting Surfaces and Visual Existence on the Balance Ability when Exercising Squat," *Korean Society of Integrative Medicine*, Vol. 1, No. 3, pp. 63-78. June 2013. DOI: 10.15268/ksim.2018.6.2.077
- [24] M. Roller, A. Kachingwe, J. Beling, D. Ickes, A. Cabot, and G. Shrier, "Pilates Reformer exercises for fall risk reduction in older adults: A randomized controlled trial," *Work and Movement Therapies*, Vol. 22, No. 4, pp. 983-998. October 2018. DOI: 10.1016/j.jbmt.2017.09.004
- [25] EsLee, BwKim, and CwKim, "Effects of 8 weeks of pilates universal reformer exercise on body composition, lower extremity strength, and balance control in middle ages woman," *Korean Sports Research*, Vol. 19, No.4, pp. 217-228, 2008.
- [26] OkMoon, and SeHan, "Effect of pilates reformer training on gait improvement of subjects with asymmetric pelvic rotation," *Korean Journal of Sport Biomechanics*, Vol. 23, No. 3, pp. 271-278, September 2013. DOI : 10.5103/KJSB.2013.23.3.271
- [26] E. Osar, "Corrective exercise solution functional dysfunction occurring in the hip and shoulder joints," Seoul: Daesung Medical Company, August 2015.
- [27] MhChung, SoYun, JhPark, SoChu, SyOh and MyKim, "Predictors of delirium in patients after orthopedic surgery," *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, Vol. 17, No. 3, pp. 443-454,

December 2011. DOI : 10.22650/JKCNR.2011.17.3.14

- [28] R. Berryman, "Muscle and sensory testing," W. B. Saunders Company, July 2011.
- [29] SyKim and WsCho, "Effects of gait training using a robot for balance in total hip arthroplasty patients after bilateral avascular necrosis : a case study," The Korea Physical Therapy Association, Vol. 33, No. 5, pp. 231-237, October 2021. DOI : 10.18857/jkpt.2021.33.5.231
- [30] YKim, SKim, and HJang, "Correlation of hip joint range of motion and femur head anterior glide mobility with gait ability in stroke patients," Journal of Korean Society of Physical Medicine, Vol. 9, No. 1, pp.35-44, February 2014. DOI: 10.13066/kspm.2014.9.1.35
- [31] ShShin, and YEun, "Relationships among Pain, Depression, Health behavior, and Activities of Daily Living in Older Adults after Femur Fracture Surgery," Muscle and Joint Health, Vol. 22, No. 1, pp. 1-12. April 2015. DOI : 10.5953/JMJH.2015.22.1.1
- [32] ShKim, MhKim, and HjKim, "Effects of Jump Rope and Squat Exercise on Power and Balance Ability," The Korean Entertainment Industry Association, Vol. 9. No. 2, pp. 125-131, October 2015.
- [33] YjKim, MwKim, YhBae, and YjKim, "A Study on Impact of Squat Exercise on Foot Pressure with different loads," Journal of Fisheries & Marine Sciences Education, Vol. 25, No. 4, pp 891-897, August 2013. DOI : 10.13000/JFMSE.2013.25.4.891
- [34] WIKim, Jang, SbKang, JhLee, and KsYoon, "Comparative Analysis of Primary Total Hip Arthroplasty (THA) Performed with Conventional or Single-incision, Minimally Invasive (MIS) Direct Lateral Approach," The Journal of the Korean Hip Society, Vol. 20, No. 3, pp. 203-208, May 2008. DOI : 10.5371/jkhs.2008.20.3.203
- [35] Y. Hu, D. Zou, Q. Sun, M. Jiang, H. Li, T. Tsai, and J. Zhang, "Postoperative Hip Center Position Associated With the Range of Internal Rotation and Extension During Gait in Hip Dysplasia Patients After Total Hip Arthroplasty," Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, Vol. 10, February 2022. DOI: 10.3389/fbioe.2022.831647
- [36] A. Ewen, S. Stewart, S. Gibson, S. Kashyap, and N. Caplan, "Post-operative gait analysis in total hip replacement patients-a review of current literature and meta-analysis," Gait & Posture, Vol. 36, No. 1. pp. 1-6, May 2012. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2011.12.024
- [37] S. Kolk, M. Minten, G. van Bon, W. Rijnen, W. A. Geurts, N. Verdenschoot, and V. Weerdesteyn, "Gait and gait-related activities of daily living after total hip arthroplasty: a systematic review," Clinical Biomechanics, Vol. 29. No. 6, June 2014. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2014.05.008

Authors



Se-Ju Park received the Ph.D. degrees in Public Health Ph.D. degrees in Public Health from Nambu University, Korea, in 2019, and 2021. Dr. Park joined the faculty of the Department of Rehabilitation Health, Songwon university, Gwangju, Korea, in 2021. He is interested in meta-analysis.