ORIGINAL ARTICLE

Open Access

슬관절 전치환술 환자를 위한 점진적 하지운동 프로그램 개발 및 효과

강영옥¹ · 송라윤²

충남대학교병원 수간호사¹, 충남대학교 간호대학 교수²

Development and Evaluation of Progressive Lower-extremity Exercise Program for Patients with Total Knee Replacement Arthroplasty

Kang, Young-Ok¹ · Song, Rhayun²

¹Head Nurse, Chungnam National University Hospital, Daejeon, Korea

²Professor, College of Nursing, Chungnam National University, Daejeon, Korea

Purpose: This study aimed to develop the progressive lower-extremity exercise program for patients with total knee replacement arthroplasty and to evaluate its effectiveness on knee functions. **Methods:** A non-equivalent quasi-experimental design with matching sample was used. The control group was recruited prior to the experimental group with the matched inclusion criteria for age, gender, and duration of osteoarthritis. The experimental group (n=34) participated in the 8-week progressive lower-extremity exercise program and completed both pretest and posttest with the dropout rates of 15%. The control group (n=35) received conventional exercise intervention during the study period with the dropout rates of 17.5%. Outcome measures were days to achieve possible range of motion, lower-extremity strength, and knee symptoms and function. Data were collected from April, 2019 to March, 2020 and analyzed with a χ^2 test, independent t-test, and repeated measures ANOVA using SPSS/WIN V. 23.0. **Results:** The progressive lower-extremity exercise program consisted of pre-op education, post-op progressive exercise provided 2~3 times/day with progressive intensity and duration, followed by pre-discharge education. The study participants were 71.7 years old in average, mostly women, and having osteoarthritis for 9.3 years. The experimental group reported significant improvement in lower-extremity strength and knee symptoms and function compared to their controls after 8 weeks based on interaction effects. No significant interaction effect was found in days to achieve possible range of motion. **Conclusion:** The progressive lower-extremity exercise program provided additional benefits over the conventional exercise to patients with total knee replacement arthroplasty. This program is easily applicable and useful as rehabilitation nursing strategies in this population.

Key Words: Total knee arthroplasty; Exercise therapy; Range of motion; Muscle strength

서론

1. 연구의 필요성

최근 우리나라의 급속한 노령화로 2017년 65세 이상 노인인

구의 비율은 전체 인구의 13.8%를 차지하고 있고 2030년에는 24.5%에 이를 것으로 예측된다[1]. 이러한 인구의 고령화는 여러 가지 노인문제를 증가시키는데 가장 흔한 노인성 질환은 골관절염으로[2], 65세 이상 고령자의 46개 만성질환 순위별 유병분포에서 4위를 차지하고 있으며, 여성노인의 50% 이상이

주요어: 슬관절 전치환술, 운동요법, 운동가동범위, 근력

Corresponding author: Song, Rhayun <https://orcid.org/0000-0001-9461-4246>

College of Nursing, Chungnam National University, 266 Munwha-ro, Daejeon 35015, Korea.

Tel: +82-42-580-8331, Fax: +82-42-580-8309, E-mail: songry@cnu.ac.kr

Received: Sep 6, 2020 / Revised: Oct 18, 2020 / Accepted: Oct 24, 2020

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.

않고 있어 노인의 건강과 삶의 질을 위협하는 주요 건강문제가 다[3,4]. 골관절염은 모든 관절에서 발생할 수 있지만 특히 체중부하가 많은 슬관절에서 가장 흔하게 나타나며, 관절연골의 마모와 근육 강직, 심한 통증을 유발하는 만성 퇴행성 질환으로 관절가동력의 저하와 신체활동의 제한 등으로 독립적인 일상생활 수행을 어렵게 한다[5].

퇴행성 슬관절염의 치료로 체중조절, 운동요법, 약물요법, 물리요법 등을 우선적으로 적용하나, 증상의 호전이 없고 지속적인 통증과 염증, 무릎관절의 변형이 오는 경우 기존의 무릎관절을 제거하고 인공관절로 교체하는 슬관절 전치환술을 주로 시행하게 된다[6]. 최근 노인인구가 증가함에 따라 슬관절 전치환술을 받는 환자수도 계속 증가하고 있는 추세로 우리나라의 경우 2018년 건강보험심사평가원자료에 의하면 2014년 인구 10만 명당 105.84명이었던 것이 2018년 130.23명으로 증가하였다[7].

슬관절 전치환술이 슬관절염에 의한 통증을 효과적으로 완화시키고 관절의 기능을 회복시키는데 매우 효과적이거나 대부분 환자들은 수술 후에도 통증과 관절 강직, 근력 및 신체활동 감소를 경험한다[8]. 이는 수술 전 관절염으로 인한 심한 통증과 줄어든 근력문제와 운동제한이 수술 후에도 지속되어 수술 후 기능회복에 영향을 미치기 때문이다[9]. 수술 후 통증은 대부분 시간이 지나면서 줄어드나 1년까지 지속되는 경우가 있으며[10], 수술 후 1개월에는 대퇴사두근 근력의 55.9%가 감소하고 6개월 후에도 일부 슬관절 굴곡이 제한된다[11]. 따라서 수술 후에는 통증과 부종경감, 관절가동범위 증가 등 최적의 수술 효과를 얻을 수 있도록 근육 강화와 새로운 관절의 조절을 위해 운동이 요구된다[6,8]. 슬관절 전치환술 후 운동효과에 대해서는 여러 선행연구에서 확인되었다. 슬관절 전치환술 후 운동요법은 자기효능감을 높여주고 낙상에 대한 두려움을 감소시켰으며[12], 목표 관절가동범위 시기를 빠르게 하여 독립 거동이 가능한 시기를 단축시켜[13] 환자만족도가 향상되었다[14]. 또한 하지근력의 강화[15]와 보행능력[16] 및 관절가동범위[17] 등 신체기능을 향상시켜[18] 일상생활 수행능력[19,20]과 삶의 질[21]을 높이는데 효과적이었다.

슬관절 전치환술 후 운동 목표는 수술 후 초기 침상안정 시 발생할 수 있는 심부정맥혈전증, 폐색전증과 같은 합병증을 예방하고 적절하고 기능적인 관절가동범위 확보와 무릎근력의 강화를 통해 일상생활에서 독립적인 활동이 가능하게 하는 것이 핵심이 된다[6,22]. 수술 후 초기에 시행하는 운동은 환자의 관절이 굳기 전에 관절의 유연성을 확보하여 무릎의 굴곡각도를 넓히고 보행을 빠르게 하여 일상생활로의 복귀를 단축할 수

있다[23]. 이에 수술 후 초기부터 지속적 수동운동기(Continuous Passive Motion, CPM)를 이용하여 운동을 시작하고 있다. 그러나 CPM 운동은 배액관을 제거한 수술 후 3~4일부터 물리치료실에서 정해진 시간에만 할 수 있으므로 관절가동범위 등에 큰 효과를 기대하기 어렵다[24]. 그러므로 물리치료실에서 제공되는 CPM 운동과 같은 수동형태의 운동과 더불어 수술 후 초기부터 침상에서 스스로 할 수 있는 자의적 운동이 필요하다[24]. 이러한 운동은 슬관절이 제대로 기능을 하기 위한 슬관절 가동범위를 향상시키고[14] 슬근육을 강화시켜 보행에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보고되었다[18]. 그러나 일부 연구에서는 운동 프로그램 후 굴곡각도에 차이가 없고[12], 근력에 효과가 없거나[25] 일부만 지지하는 것으로 보고되고 있어[26] 각도와 근력 향상 효과를 이끌 수 있는 운동 강도와 기간을 고려한 운동 프로그램 개발연구의 필요성이 제기되고 있다[22]. 일반적으로 슬관절 전치환술 후 일상생활로 복귀를 위해서는 2~3개월 정도의 시간이 경과되어야 한다[18]. 그러므로 성공적으로 일상생활에 복귀하기 위한 슬관절 전치환술 환자의 재활과정은 수술 직후부터 입원기간 및 퇴원 후 가정으로 복귀한 후까지 연속선상에서 운동과 대상자의 사회·심리적인 측면을 고려한 비운동요법을 포함한 건강교육과 관리[22]가 필요하며 이를 위해 의료진의 관심과 지도가 요구된다[9,27]. 그러나 대부분의 선행연구들은 슬관절 전치환술 후 1주에서 2주의 입원기간에 운동 프로그램을 적용한 효과를 평가하고 있으며[12-14,17], 퇴원 후 12주까지 중재기간을 확대하여 효과를 검증한 연구[9]는 단일군을 대상으로 하였으므로 대조군을 포함하여 효과를 검증하는 비교연구가 필요하다고 하겠다.

이에 본 연구는 운동과 교육을 병합한 건강교육 간호중재로 수술 직후 초기 1일부터 퇴원 후 가정에서도 연속성 있게 운동을 유지하여 슬관절 전치환술 후 회복에 중요한 슬관절의 가동범위와 슬근육의 힘을 높이하고자 하였다. 따라서 개개인에게 적합한 강도를 높이는 유연성 운동과 근력강화 운동을 복합시킨 점진적 하지운동 프로그램을 개발하여 슬관절 전치환술을 받은 환자에게 8주간 적용 및 관리한 후 목표 관절가동범위 확보 시기, 하지근력, 슬관절 증상 및 기능에 미치는 효과를 대조군과 비교하여 검증하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 유연성 운동과 근력강화 운동을 복합시킨 하지운동 프로그램을 개발하여 퇴행성 관절염으로 진단받고 슬관절 전치환술을 받은 환자에게 적용한 후 목표 관절가동범

위 확보 시기, 하지근력, 슬관절 증상 및 기능에 미치는 효과를 규명하기 위함이다.

3. 연구가설

- 가설 1. 점진적 하지운동 프로그램에 참여한 실험군과 참여하지 않은 대조군은 목표 관절가동범위 확보 시기에 차이가 있을 것이다.
- 가설 2. 점진적 하지운동 프로그램에 참여한 실험군과 참여하지 않은 대조군은 하지근력에 차이가 있을 것이다.
- 가설 3. 점진적 하지운동 프로그램에 참여한 실험군과 참여하지 않은 대조군은 슬관절 증상 및 기능에 차이가 있을 것이다.

연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 슬관절 전치환술을 받는 환자를 대상으로 점진적 하지운동 프로그램을 개발하고 효과를 검증하기 위하여 비동등성 대조군 전후 시차설계를 이용한 유사실험연구이다.

2. 연구대상

본 연구의 대상은 광역시 소재 상급종합병원 정형외과 병동에 퇴행성 관절염으로 입원하여 슬관절 전치환술을 받은 환자 중 인지 및 시각각 장애가 없으며, 언어적 의사소통이 가능한 자 중 본 연구의 목적을 이해하고 연구에 참여하기로 동의한 자로 하였다. 대상자 선정기준은 한쪽 슬관절 전치환술을 받은 자, 하지에 다른 질환이 없는 자, 수술 후 합병증이 없는 자, 운동요법이 금기가 아닌 자, 뇌졸중, 파킨슨질환, 다른 기형이나 장애, 인지장애와 같은 운동수행에 영향을 줄 수 있는 다른 유관질환이 없는 자로 하였다. 양쪽 슬관절 전치환술을 받은 환자, 인공슬관절 재치환술 환자, 화농성 관절염을 진단받은 자는 제외하였다.

표본크기는 G*Power 3.1 프로그램을 이용하여 산출하였다. 슬관절 전치환술 후 운동 프로그램 효과를 검증한 선행연구[14]에서 제시된 효과크기 0.15를 기준으로 유의수준(α) .05, 검정력(1- β) .80의 수준으로 계산하였을 때 필요한 표본은 총 62명으로 집단별 최소 인원은 각 31명이었으며, 예상 탈락률 30%를 고려하여 한 그룹 당 40명을 모집하였다. 연구진행 중 실험군의 경우 2명은 사후 조사를 거부하였고, 1명은 조기퇴원 하였으

며, 1명은 개인사정으로 사후 조사 일정을 맞추지 못했으며, 2명은 운동 프로그램 참여율이 낮아 총 실험군 6명이 탈락(탈락률 15%)하였다. 대조군의 경우 5명은 사후 조사를 거부하였고, 2명은 본 연구와 상관없는 호흡기와 순환기 합병증으로 탈락하여 총 7명이 탈락(탈락률 17.5%)하였다. 최종 연구대상자는 대조군 33명, 실험군 34명으로 총 67명의 대상자가 연구에 참여하였다(Figure 1).

3. 연구도구

1) 일반적 특성 및 질병 관련 특성

일반적 특성 및 질병 관련 특성은 연령, 성별, 교육정도, 수술 전 주 간병자, 주거형태, 자택에서의 침대사용 여부, 체질량지수(Body Mass Index, BMI), 동반질환 유무, 유병기간, 반대쪽 무릎 상태를 포함하여 10문항으로 평가하였다. 동반질환 유무에 있어서는 65세 이상 고령자의 만성질환 중 대표적 질환인 심뇌혈관질환, 고혈압, 당뇨병, 만성 폐쇄성폐질환[3] 유무를 조사하였다.

2) 목표 관절가동범위 확보시기

수술 전 관절가동범위는 관절각도계(Goniometer, Anymedi, Seoul, Korea)를 이용하여 굴곡과 신전각도를 측정하였고 수술 후 목표 관절가동범위는 CPM 기계를 이용하여 굴곡각도를 측정하였다. 관절각도계를 이용한 측정방법은 대상자를 똑바로 누운 자세에서 두 다리를 모아서 똑바로 뻗게 한 후 발뒤꿈치는 바닥에 댄 상태에서 측정하였다. 슬관절의 외측과를 축으로 대퇴 대전자를 기준점으로 최대 굴곡시의 정지점과 최대 신전시의 정지점이 외측비골과에 맞추도록 하여 측정된 값으로 2회 반복 측정 후 평균값을 구하였다. 목표 관절가동범위 확보 시기는 일상생활을 하기 위해서는 최소한의 슬관절 가동범위인 90도의 무릎 굴곡각도가 필요하므로[28], 본 연구에서는 CPM 기계를 이용한 슬관절 굴곡각도가 100도가 되는 시점을 일수로 측정하였다[13]. CPM 기계를 이용한 굴곡각도 측정은 물리치료사에 의해 측정된 점수로, 마이너스 5도에서 140도까지 범위에서 작동속도는 기계 표시상 1에서 7까지의 속도 중 통증이 심할 시는 속도 3으로 고정하였고 보통 7로 고정한 후 측정하였다. 각도의 측정은 대상자가 통증을 유발하지 않는 수준의 최대 굴곡과 신전 시의 정지점을 측정된 점수이다.

3) 하지근력

하지근력(Lower-Extremity Strength, LES)은 슬관절의

Figure 1. Flow diagram of the study.

신근과 굴근의 힘을 말하며, 근력을 평가하기 위하여 등속성 근력 측정기(Biodex system 4 Dynamometers, Biodex Co, New York, USA)를 사용하여 측정하였다. 측정방법으로 대상자의 슬관절 외측상과(lateral femoral epicondyle)와 동력기의 축(dynamometer axis)을 일치시키기 위해 측정용 의자에 90도의 각도로 앉도록 하였다. 측정 시 다른 신체 부위의 움직임을 최소화하기 위하여 상체와 둔부를 어깨띠와 좌석 띠로 고정하였고, 검사측의 대퇴부를 벨트로 고정하여 안정화시켰다. 총 관절가동범위는 과신전과 과굴곡이 일어나지 않도록 범위 한계 조정장치를 이용하여 관절가동범위를 프로그램화 하였고 60°/sec의 각속도를 사용하여 슬관절의 신전근력과 굴곡근력을 측정하였다. 1~2회 연습 후 실제 3회 측정을 실시하였으며, 대상자가 최대능력을 발휘할 수 있도록 검사자는 운동 동작에 맞춰 구령을 불었다. 등속성 근 수축운동 시 슬관절에 발휘되는 신근과 굴근의 운동량을 이용하여 절대근력(peak torque, Nm)과 상대근력 즉, 체중 당 최대우력(peak torque %BW, Nm%BW)을 구하였다. 절대근력이란 체중을 고려하

지 않고 슬관절 신전과 굴곡 시 60°/sec의 각속도에서 발휘된 토크(torque) 값으로 3회 반복 시 발휘된 최댓값을 말하며, 상대근력은 절대근력 값을 개인별 체중으로 나눈 값이다.

4) 슬관절 증상 및 기능

슬관절 증상 및 기능은 2009년 대한정형외과학회에서 개발한 도구인 한국형 슬관절 점수(Korean Knee Score, KKS)로 측정한 점수이다. 본 도구는 한국인 슬관절염 환자의 증상 및 기능을 평가하는 데 타당도가 검증된 도구로[29], 통증 및 증상 12문항, 신체기능 17문항, 좌식생활평가 6문항, 사회·정서적 기능 6문항으로 4개 하위영역의 총 41개 문항으로 구성되어 있다. 각 문항은 5 Likert 척도로 0점에서 4점까지이며 총점 164점, 100점 척도((총 점수/164)×100)로 평가되며, 점수가 높을수록 슬관절의 증상 및 기능 상태가 좋음을 나타낸다. 도구개발 당시 Cronbach's α 는 .97이었으며, 본 연구에서의 Cronbach's α 는 .95였다.

4. 점진적 하지운동 프로그램 개발

슬관절 전치환술 후 슬관절의 기능과 운동범위를 회복시키고자 대한정형외과학회가 권고한 운동[6]을 바탕으로, 대상자의 상태를 고려[30]하여 운동 강도와 시간, 빈도 등을 단계적으로 증가시키면서 적용하도록 하여 수술 전, 수술 후, 퇴원 전 교육 내용으로 구성하였다. 본 연구자가 구성한 슬관절 전치환술 후 점진적 하지운동 프로그램을 정형외과 교수 1인, 간호학 교수 1인, 정형외과 전공의 1인, 정형외과 병동 선임간호사 등 총 4인의 전문가로부터 내용구성의 적합성, 적용방법의 적절성 등에 대한 타당도 검증을 받았다. 본 조사에 앞서 연구대상자 선정조건에 맞는 환자 3명을 대상으로 예비조사를 실시하여 운동의 적용 가능성과 기간의 적정성, 점진적 강화단계에 대한 안전성을 확인하였다. 구성한 하지운동 프로그램 내용을 기반으로 슬관절 전치환술 대상자 대부분 시각과 청각이 감소하고 인지능력 감퇴에 따른 집중력이 저하되는 노인 환자임을 고려하여[31] 이해하기 쉬운 설명과 함께 자막을 삽입하여 동영상 제작하였다. 총 8분 45초의 영상으로 수술 후 주의 사항, 수술 후 운동, 퇴원 후 주의 사항이 포함되었다. 반복교육을 위해 동영상의 내용을 사진으로 삽입하여 리플릿과 안내문을 제작하였다. 리플릿과 안내문은 운동 사진과 글씨를 크게 하면서 컬러를 이용하여 흥미와 관심을 갖고 이용하도록 구성하였다.

점진적 하지운동 프로그램의 내용은 근육의 길이가 변화 없이 시행되는 등척성 운동, 근육의 길이가 변화하여 시행하는 등장성 운동 및 관절운동이 포함되었다[9]. 운동 목표는 슬관절 전치환술 직후부터 13일까지는 수술 후 선열유지 및 무릎 굴곡운동과 신전운동으로 합병증 예방 및 슬관절 가동범위와 슬근육을 개선하는 운동으로 구성하였고, 수술 후 14일부터는 강화된 슬관절 가동범위운동과 일상생활 수행능력 향상을 위한 운동으로 구성하였으며, 퇴원 전 운동으로는 지속적인 관리로 일상생활 유지 및 독립성 향상을 목표로 하는 내용으로 구성하였다. 관절운동은 통증이 느껴지지 않을 만큼의 관절가동범위 내에서 하도록 하고, 근육강화 운동은 효과적인 근력수축 시간에 대해 근섬유의 피로를 유발시킬 정도의 강한 힘과 모든 근섬유가 동원 될 수 있을 정도의 충분한 시간이 6초 이상이 되어야 함을 고려하여[32] 처음에는 5초부터 시작하여 대상자 상태에 따라 6초 이상이 되도록 점차 시간을 늘리도록 하였다. 운동을 진행할 때는 5~10분의 준비운동, 15~60분의 본 운동, 10분 정도의 정리운동 순으로 하는 것이 바람직하므로[30], 한 동작 당 20회를 1세트로 하여 준비운동 5분, 본 운동 30~40분, 정리운

동 5분으로 하였다. 본 운동을 시행하기 전에 발목 펌프운동으로 준비운동을 하고 수술 후 일자에 맞춰 본 운동을 시행한 후 발목 펌프운동으로 정리운동을 하였다. 슬관절 전치환술 후 하루 2~3회의 굴곡 운동을 권장하고 있어[6], 운동 횟수는 CPM 운동 전까지는 1일 3회 시행하고 CPM 운동 후에는 1일 2회 시행하도록 하였다. 운동은 6단계로 구성되어 있다(Table 1).

1) 1단계: 수술 후 1일

침상 위에서 무릎을 똑바로 편 채 발목을 위, 아래로 주기적으로 움직이는 ① 발목 펌프운동을 시작한다. 똑바로 누운 자세에서 발가락 끝을 머리 쪽으로 최대한 당겨 5~10초간 유지하고 다시 발가락 끝을 바닥 쪽으로 최대한 내려 5~10초간 유지한다.

2) 2단계: 수술 후 2일

수술한 다리를 침대 바닥에서 위로 15~20 cm 정도 들어 올리는 ② 하지직거상 운동을 한다. 누운 자세에서 수술하지 않은 다리는 굽히고 수술한 다리의 발목관절을 90도로 유지한 후 다리를 올린 상태에서 5~10초간 유지하는 동작을 허벅지 근육에 피로감을 느낄 때까지 반복한다. 허벅지 근육을 강화시키면서 자연스럽게 무릎 근육을 펴주는 ③ 대퇴사두근 강화운동을 한다. 수건을 둥글게 말아 무릎 아래쪽에 두고 허벅지에 힘을 주어 5~10초간 수건을 누른다. 하지근육 회복을 위해 워커로 ④ 서는 운동을 한다. 워커를 잡고 다리에 힘을 주고 허리를 굽혔다 펴면서 천천히 일어나고 앉을 때는 엉덩이를 빼고 무릎을 굽히면서 앉는다. 이러한 동작을 통증과 상태를 고려하면서 점차 시간과 횟수를 늘린다. 워커를 이용하여 ⑤ 걷기운동을 한다. 워커를 앞으로 짧은 거리만 전진시키고 수술한 다리를 완전 신전시켜 다리의 뒤꿈치가 지면에 먼저 닿게 한 후 무릎과 발목을 구부려 발바닥 전체 순으로 지면에 닿도록 한다.

3) 3단계: 수술 후 3~4일

수술 후 2일차 때 했던 운동 외에 ⑥ CPM 운동을 시작한다. 슬관절을 굴곡하는 ⑦ 무릎 굴곡운동을 시행한다. 양와위 자세에서 수술한 다리의 발뒤꿈치를 침대에 붙인 상태에서 무릎을 최대한 굽힌 후 5~10초 유지한다. 무릎을 최대한 펴는 ⑧ 무릎 신전운동을 시행한다. 양와위 자세에서 수건을 말아 발뒤꿈치에 놓고 허벅지에 힘을 주어 슬관절 뒤가 침대 바닥에 닿도록 하거나, 앉은 자세에서 무릎 윗부분을 지그시 눌러 가능한 무릎을 최대한 펴서 10초간 유지한 후 힘을 뺀다.

Table 1. The Progressive Lower-Extremity Excise Program for Total Knee Replacement Arthroplasty

Schedule time	Phase	Contents of exercise	Frequency	Methods	Time
Pre-OP education		<ul style="list-style-type: none"> • Education - Necessity and effect of exercise - Importance of exercise - Method of exercise 		Verbal & Video education Question & Answer	40~60 min.
Post-OP progressive exercise	Phase 1	1-day after OP ① Ankle pumps	10 times /day	Demonstration reflet	40~50 min.
	Phase 2	2-day after OP ① Ankle pumps ② Straight leg raising exercise ③ Quadriceps sets exercise ④ Standing exercise with walker ⑤ Walking exercise with walker	2~3 times /day	Question & Answer	
	Phase 3	3~4 day after OP ① + ② + ③ + ④ + ⑤ ⑥ CPM exercise ⑦ Knee bending exercise ⑧ Knee straightening exercise	2~3 times /day	Question & Answer	
	Phase 4	5~13 day after OP ① + ② + ③ + ④ + ⑤ + ⑥ + ⑦ + ⑧ ⑨ Knee bending exercise with bed side, chair, towel	2~3 times /day	Question & Answer	
	Phase 5	14-day after OP ① + ② + ③ + ④ + ⑤ + ⑥ + ⑦ + ⑧ + ⑨ ⑩ Knee bending and straightening exercise with walker ⑪ Walk up and down the stair exercise	2~3 times /day	Question & Answer	
Pre-discharge education	Phase 6	<ul style="list-style-type: none"> • Encourage walking exercise • Education - Importance of continuing exercise at home 	3 times /day	Question & Answer	15 min.

CPM=continuous passive motion; min.=minutes; OP=operation.

4) 4단계: 수술 후 5~13일

수술 후 3~4일 때 했던 운동 외에 침상난간이나 의자에 앉아서 하는 ⑨ 무릎 굴곡운동을 시행한다. 수술하지 않은 다리로 수술한 다리를 뒤로 밀어 최대한 굴곡 시켜 5~10초 유지한 후 발가락 끝을 위로 올리면서 무릎을 최대한 펴는 동작을 반복한다.

5) 5단계: 수술 후 14일

수술 후 5~13일 때 했던 운동과 함께 워커를 이용하여 ⑩ 서서 무릎 굴곡운동과 무릎 신전운동을 시행한다. 워커를 지지하여 선 후 슬관절을 굴곡하도록 하여 6~10초간 유지한 후 지면에 닿을 때는 뒤꿈치가 먼저 닿게 한 다음 슬관절을 신전시키고 6~10초간 유지하는 동작을 반복한다. ⑪ 계단 오르기, 내려가기 운동을 시행한다. 계단을 올라갈 때는 계단 손잡이를 잡고 수술하지 않은 다리를 먼저 올린 후 수술한 다리가 따라가며, 내려올 때는 수술한 다리가 먼저 내려온 다음 수술하지 않은 다리가 따라오도록 한다.

6) 6단계: 14일~8주

퇴원 전까지 달성해야 할 목표는 혼자서 침상을 오르내리기, 100도 이상 무릎굽히기, 손잡이를 잡고 계단 오르내리기를 할 수 있도록 한다. 퇴원 후 가정에서는 병원에서 시행한 발목 펴프운동, 하지직거상 운동, 대퇴사두근 강화운동, 무릎굽히기 운동, 무릎 펴기 운동을 중점적으로 계속한다. 걷기운동은 횟수나 시간에 제한을 두지 않고 상태에 따라 가능한 범위 내에서 하도록 한다.

5. 자료수집

본 연구는 중재의 확산에 대한 염려로 무작위 배정은 진행할 수 없어 시점별로 그룹을 배정하였다. 대상자 모집과정에서는 훈련된 연구 보조원이 연구목적과 과정에 대한 설명을 하고 연구참여에 동의하면 서면 동의를 받고 연구참여 대상으로 확정하였다. 대조군을 먼저 모집하여 8주간 사전, 사후 측정을 진행

하였고, 이후 동일 선정기준을 적용하여 매칭조건(연령, 성별, 유병기간)에 따라 실험군을 모집하여 8주간 프로그램을 적용하였다. 대조군의 자료수집은 2019년 4월 2일부터 2019년 8월 30일까지 시행되었고, 실험군의 자료수집은 2019년 9월 1일부터 2020년 3월 13일까지 시행되었다. 구체적인 자료수집 절차는 다음과 같다.

1) 사전 조사

사전 조사는 수술 전 날 일반적 특성 및 질병 관련 특성, 관절 가동범위, 하지근력, 슬관절 증상 및 기능을 측정하였다. 관절 가동범위는 연구자가 관절각도계를 이용하여 슬관절 각도를 측정하였다. 관절가동범위의 측정 오차를 줄이기 위해 관절각도 측정에 앞서 정형외과 전공의에게 관절각도 측정에 대하여 교육을 받고 5명의 환자를 대상으로 각각 측정하여 측정각도가 98% 이상 일치할 때까지 훈련하여 측정오차를 줄이려고 노력하였다. 하지근력은 보행분석실에서 측정한 점수이며, 슬관절 증상 및 기능은 구조화된 설문지를 이용하여 1:1 면접을 통하여 연구의 목적, 설문조사 내용 및 방법, 면담 시 주의 사항 등을 사전에 교육받은 연구 보조원 1인이 수집하였다. 설문지는 대상자가 직접 작성하거나 연구 보조원이 읽어 주어 이를 대상자가 응답하면 설문지에 표시하는 방식으로 진행하며 설문시간은 약 15~20분 정도 소요되었다. 두 집단의 동질성 유지를 위해 참여한 대상자는 모두 같은 집도의에게 수술을 받았으며, CPM 운동은 배액관을 제거한 수술 후 3일부터 시행하였다.

2) 중재적용

슬관절 전치환술 후 운동요법에 관한 메타분석에서 운동 적용 기간이 평균 5.6주인 것을 근거로[22] 본 연구에서는 점진적 운동 프로그램을 8주간 적용하였다. 대상자의 입원기간은 평균 3주로 병원에서 CPM 운동과 자의적 운동을 시행하였으며, 퇴원 후 자의적 운동 기간은 5주이었다. 수술 직후부터 점진적 하지운동 프로그램과 함께 수술 후 3일부터 물리치료실에서 물리치료 1회(전기자극)와 CPM 운동을 1일 1회 20분간 실시하였다. 자의적 운동 횟수는 CPM 운동 전까지는 1일 3회 시행하였고, CPM 운동을 시작한 후에는 1일 2회 오전과 저녁 식사 2시간 후에 하도록 하였으며, 퇴원 후 가정에서는 1일 3회 시행하도록 하였다.

대상자의 회복시기에 따라 동영상을 통한 수술 전 교육, 수술 후 리플릿과 안내문을 통한 반복교육, 퇴원 전 교육으로 이루어졌다. 수술 하루 전 날 병동 내 교육실에서 컴퓨터와 연결된 스크린을 통해 큰 화면으로 동영상 교육을 한 후 병실에서 익숙

하게 할 수 있을 때까지 반복하여 연습하도록 하였다. 의문 사항이 있을 경우 질문에 응답을 해 주었으며 평균 40분에서 1시간 소요되었다. 수술 후 1일부터 동영상과 같은 내용으로 구성된 리플릿과 안내문으로 운동 프로그램을 재설명 하였다. 리플릿은 수술 후 다음날에 반복교육을 하면서 배부하였고 안내문은 운동을 상기시키기 위해 환자가 자주 볼 수 있도록 병실에 부착하였다. 연구자는 매일 환자가 병실에서 운동 시 지켜보며 운동 중 잘못된 부분은 수정하여 주고 자세를 교정하여 주었으며, 각 운동마다 제시되어 있는 횟수를 성실히 수행하였는지 확인하였다. 운동 후 관절 부위의 통증에 대해 관찰하였고 운동 후 통증을 감소시키기 위해 냉요법을 적용하였다. 슬관절 전치환술은 자가운동이 중요하므로 오후 운동은 스스로 운동을 하게 한 후 운동자가점검표에 본인이 기록하도록 하였다. 퇴원 전에는 입원기간 동안 배운 운동을 퇴원 후 가정에서도 지속할 수 있도록 자가운동의 중요성과 주의 사항에 대해 교육하였으며(5분), 정확하지 않은 동작은 재교육하고 퇴원 후 운동에 대해 환자로부터 궁금한 점에 대해 질문을 받고 응답하였다(10분). 가정에서 하루 3회 일정한 시간을 정하여 운동하면서 운동자가점검표에 기록하도록 하였으며 퇴원 후 외래 방문 시 확인하였다. 운동 지속여부를 확인하기 위해 3일에 1번씩 전화코치를 실시하여 운동이행 정도를 확인하였으며, 불편 사항을 확인하고 필요시에는 조언을 제공하였다. 전화상담은 수술 후 8주에 병원 방문 전까지 한 환자 당 최소 6~8번, 최대 10회 실시하였으며, 1회에 약 5~10분 정도 소요되었다.

대조군에게는 슬관절 전치환술 후 병원 프로토콜에 따라 제공하는 기본교육과 수술 후 일상관리가 진행되었다. 수술 후 2일부터 발목 펌프운동과 무릎 굴곡운동에 대한 정보를 제공하고 워커로 걷기운동을 시행하였으며, 수술 후 3일부터는 실험군과 같은 내용으로 물리치료실에서 물리치료 1회(전기자극)와 CPM 운동을 시작하였고, 퇴원 시에는 관절가동범위 운동 등 기본적인 교육을 제공하고 회복에 도움이 되도록 걷기운동을 격려했다.

3) 사후 조사

목표 관절가동범위 확보 시기는 물리치료실에서 CPM 기계를 이용하여 100도가 되는 시점을 측정하였으며, 하지근력과 슬관절 증상 및 기능은 8주간 프로그램이 끝난 후 사전 조사와 동일한 방법으로 동일한 연구자와 연구 보조원이 하지근력을 측정한 운동분석실과 상담실에서 실시하였다.

6. 윤리적 고려

본 연구가 시행되기 전 윤리적 고려를 위해 연구자 소속기관의 생명윤리심의위원회(Institutional Review of Board, IRB)로부터 연구의 목적, 대상자 권리보장 및 설문지에 대한 심의를 거쳐 승인(CNUH IRB 2019-02-077-001)을 받고 진료과 담당 교수에게 연구목적과 진행절차를 설명한 후 협조를 받아 연구를 진행하였다. 대상자에게 연구의 목적과 방법, 절차, 참여자의 익명성, 비밀보장과 개인정보 활용에 관해 설명하고 연구참여를 수락한 대상자들에게 서면으로 동의를 얻은 후 진행하였다. 연구참여 도중 참여를 원하지 않을 경우 언제든지 거부할 수 있으며, 설문지에 대한 응답을 거부하거나 응답 중 중단하는 경우라도 어떠한 불이익이 없다는 점을 설명하였다. 수집된 설문지와 정보자료는 익명으로 처리하고 코드화하여 외장하드에 저장하여 분석하였다. 대조군에게는 자료수집이 끝난 후 점진적 하지운동 프로그램의 내용이 포함된 리플릿을 제공하며 교육하였으며, 희망하는 대상자에게는 동영상 교육을 제공하였다.

7. 자료분석

수집된 자료는 IBM SPSS/WIN 23.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 특성은 빈도, 백분율, 평균과 표준편차를 이용한 기술통계로 분석하였으며, 집단 간 동질성검정은 χ^2 test, Independent t-test로 분석하였다. 대상자 특성과 종속변수의 정규성검정은 Shapiro-Wilk test로 확인하였다. 집단 간 중재 전후의 목표 관절가동범위 확보 시기, 하지근력, 슬관절 증상 및 기능에 미치는 효과에 대한 가설 검정은 Independent t-test와 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)으로 분석하였고, 구형성가정을 만족하지 않는 경우 Greenhouse-Geisser 결과를 적용하였다. 모든 통계적 유의성은 양측검정 $p < .05$ 에서 채택하였다.

연구결과

1. 대상자의 특성 및 종속변수에 대한 동질성 검증

대상자의 평균연령은 71.76세로 65~75세 이하가 실험군 50%, 대조군 51.5%로 가장 많았고, 성별은 여성이 대부분으로 실험군 85.3%, 대조군 93.9%였다. 교육정도는 실험군 61.8%, 대조군 69.7%가 초등학교 이하의 학력이었으며, 실험군의 경우 26.5%, 대조군의 24.2%가 수술 전 주간병자 없이 혼자 거주하고 있다고 답하였다. 주거형태로는 실험군 52.9%, 대조군 45.5%가 일반 주택에 거주하고 있었으며, 대부분 대상자들이

침대를 사용하고 있었다. BMI 측정 결과 실험군 58.8%, 대조군 72.7%가 25 kg/m^2 이상으로 비만도가 높게 나타났다. 동반질환 여부에서는 실험군 88.2%, 대조군 75.8%가 1개 이상의 만성 질환을 보유하고 있었으며, 퇴행성 관절염 유병기간은 대부분 10년 이하라고 답하였고, 20년 이상은 실험군 8.8%, 대조군 18.2%였다. 대상자의 특성에 대한 두 집단 간의 동질성 검정결과에서 유의한 차이를 보이지 않아 유사하게 분포되어 있었다. 또한 종속변수인 관절가동범위, 하지근력 및 슬관절 증상 및 기능에 대한 사전 동질성 검증 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않아 동질한 집단으로 확인되었다(Table 2).

2. 연구가설 검증

1) 가설 1

‘점진적 하지운동 프로그램에 참여한 실험군과 참여하지 않은 대조군은 목표 관절가동범위 확보 시기에 차이가 있을 것이다’를 검정한 결과 실험군은 12.76 ± 12.33 일, 대조군은 11.48 ± 4.65 일로 두 그룹 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($t = -0.56, p = .578$)(Table 3). 따라서 가설 1은 기각되었다.

2) 가설 2

‘점진적 하지운동 프로그램에 참여한 실험군과 참여하지 않은 대조군은 하지근력에 차이가 있을 것이다’를 검정하였다(Table 4). 신근의 최대우력을 비교한 결과 집단 간($F = 2.73, p = .103$)에는 유의한 차이가 없었으며, 측정시기($F = 19.97, p < .001$), 측정시기와 집단 간 상호작용($F = 5.10, p = .027$)에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 굴근의 최대우력은 집단 간($F = 1.43, p = .236$), 측정시기($F = 0.01, p = .955$)에는 유의한 차이가 없었으며, 측정시기와 집단 간 상호작용($F = 5.03, p = .028$)에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

체중에 대한 신근의 최대우력 비는 집단 간($F = 3.17, p = .080$)에는 유의한 차이가 없었으며, 측정시기($F = 20.75, p < .001$), 측정시기와 집단 간 상호작용($F = 5.48, p = .022$)에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 체중에 대한 굴근의 최대우력 비는 집단 간($F = 1.67, p = .201$), 측정시기($F = 0.04, p = .840$)에 따라 유의한 차이가 없었으며, 측정시기와 집단 간 상호작용($F = 6.48, p = .013$)에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

점진적 하지운동 프로그램이 네 가지 유형의 슬관절 신근과 굴근의 근력검사 모두에서 시간에 따른 집단 간 차이를 보여주는 상호작용이 통계적으로 유의하게 나타났으므로 가설 2는 지지되었다.

Table 2. Homogeneity Test of Characteristics and Outcomes between Two Groups

(N=67)

Characteristics	Categories	Exp. (n=34)	Cont. (n=33)	χ^2 or t	<i>p</i>	
		n (%) M±SD	n (%) M±SD			
Age (year)	< 65	5 (14.7)	5 (15.2)	0.03	.986	
	65~< 75	17 (50.0)	17 (51.5)			
	≥ 75	12 (35.3)	11 (33.3)	-0.30	.765	
		72.00±6.50	71.52±6.74			
Gender	Men	5 (14.7)	2 (6.1)	1.34	.247	
	Women	29 (85.3)	31 (93.9)			
Education level	≤ Elementary school	21 (61.8)	23 (69.7)	0.47	.789	
	Middle school	8 (23.5)	6 (18.2)			
	≥ High school	5 (14.7)	4 (12.1)			
Caregiver	Alone	9 (26.5)	8 (24.2)	0.77	.681	
	Spouse	15 (44.1)	12 (36.4)			
	Children	10 (29.4)	13 (39.4)			
Housing style	Apartment	13 (38.2)	10 (30.3)	2.92	.232	
	Multiplex	3 (8.8)	8 (24.2)			
	Detached house	18 (52.9)	15 (45.5)			
Using bed at home	Yes	24 (70.6)	27 (81.8)	1.16	.281	
	No	10 (29.4)	6 (18.2)			
BMI (kg/m ²)	Normal (18.5~< 23.0)	6 (17.6)	3 (9.1)	1.64	.442	
	Overweight (23.0~< 25.0)	8 (23.5)	6 (18.2)			
	Obese (≥ 25.0)	20 (58.8)	24 (72.7)			
Comorbidities	Yes	30 (88.2)	25 (75.8)	1.77	.183	
	No	4 (11.8)	8 (24.2)			
Duration of osteoarthritis (year)	< 10	20 (58.8)	22 (66.7)	3.33	.189	
	10~< 20	11 (32.4)	5 (15.2)			
	≥ 20	3 (8.8)	6 (18.2)	-0.39	.756	
		9.65±6.73	8.94±7.82			
Opposite site	Normal	4 (11.8)	1 (3.0)	3.49	.332	
	Mild pain	2 (5.9)	1 (3.0)			
	Moderate pain	17 (50.0)	23 (69.7)			
	Previous OP	11 (32.4)	8 (24.2)			
ROM (degree)	Flexion	131.03±11.06	128.88±17.94	-0.59	.556	
	Extension	5.29±5.07	6.06±5.18	0.62	.540	
LES	Peak torque knee extensor (Nm)	44.01±16.82	42.67±18.05	-0.31	.754	
	Peak torque knee flexor (Nm)	25.82±9.65	26.35±10.39	0.21	.832	
	Peak torque %BW knee extensor	71.27±25.08	69.68±25.76	-0.26	.798	
	Peak torque %BW knee flexor	41.64±12.97	43.03±14.71	0.41	.683	
KSF	Total	0~100	28.89±15.79	32.39±15.79	0.97	.337
	Pain and symptoms	0~48	19.65±8.61	21.55±8.08	0.93	.356
	Physical functions	0~68	21.06±10.59	24.06±12.04	1.08	.282
	Evaluation of floor life	0~24	2.50±2.69	2.61±4.29	0.12	.904
	Socio-emotional function	0~24	4.18±3.41	4.91±5.34	0.67	.504

BMI=body mass index; Cont.=control group; Exp.=experimental group; KSF=knee symptoms and function; LES=lower extremity strength; M=mean; OP=operation; ROM=range of motion; SD=standard deviation.

Table 3. Effects of the Progressive Exercise Program on Days to Achieve Possible Range of Motion

(N=67)

Variables	Exp. (n=34) M±SD	Cont. (n=33) M±SD	t	p
Days to achieve possible range of motion (knee flexion)	12.76±12.33	11.48±4.65	-0.56	.578

Cont.=control group; Exp.=experimental group; M=mean; SD=standard deviation.

Table 4. Effects of the Progressive Exercise Education Program on Lower-extremity Strength and Knee Symptoms and Function (N=67)

Variables	Sub-groups	Group	Pretest	Posttest	Source	F	p
			M±SD	M±SD			
LES	Peak torque knee extensor (Nm)	Exp.	44.01±16.82	40.03±15.76	Group	2.73	.103
		Cont.	42.67±18.05	30.56±8.66	Time	19.97	< .001
					Group×Time	5.10	.027
	Peak torque knee flexor (Nm)	Exp.	25.82±9.65	28.73±12.09	Group	1.43	.236
		Cont.	26.35±10.39	23.29±28.72	Time	0.01	.955
					Group×Time	5.03	.028
	Peak torque %BW knee extensor (Nm%BW)	Exp.	71.27±25.08	65.14±20.02	Group	3.17	.080
		Cont.	69.68±25.76	50.57±14.08	Time	20.75	< .001
					Group×Time	5.48	.022
	Peak torque %BW knee flexor (Nm%BW)	Exp.	41.64±12.97	46.95±15.24	Group	1.67	.201
		Cont.	43.03±14.71	38.50±11.51	Time	0.04	.840
					Group×Time	6.48	.013
KSF	Total	Exp.	28.89±15.79	53.28±12.21	Group	5.58	.021
		Cont.	32.39±15.79	36.52±12.42	Time	61.84	< .001
					Group×Time	30.68	< .001
	Pain and symptoms	Exp.	19.65±8.61	34.76±6.63	Group	3.41	.069
		Cont.	21.55±8.08	27.24±6.87	Time	96.23	< .001
					Group×Time	19.71	< .001
	Physical functions	Exp.	21.06±10.59	41.00±11.82	Group	5.94	.018
		Cont.	24.06±12.04	26.52±11.48	Time	53.59	< .001
					Group×Time	32.67	< .001
	Evaluation of floor life	Exp.	2.50±2.69	3.26±2.18	Group	1.14	.290
		Cont.	2.61±4.29	1.97±1.43	Time	0.02	.878
					Group×Time	2.85	.096
	Socio-emotional function	Exp.	4.18±3.41	8.35±3.30	Group	4.70	.034
		Cont.	4.91±5.34	4.33±3.32	Time	9.30	.003
					Group×Time	16.21	< .001

Cont.=control group; Exp.=experimental group; KSF=knee symptoms and function; LES=lower extremity strength; M=mean; SD=standard deviation.

3) 가설 3

‘점진적 하지운동 프로그램에 참여한 실험군과 참여하지 않은 대조군은 슬관절 증상 및 기능에 차이가 있을 것이다’를 검정한 결과 집단 간($F=5.58, p=.021$), 측정시기($F=61.84, p<.001$)에 따라 두 군이 모두 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 측정시기와 집단 간 상호작용($F=30.68, p<.001$)이 통계적으로 유의하였으므로 슬관절 증상 및 기능에 대한 점진적 하지운동 프로그램이 효과적인 것으로 나타나 가설 3은 지지되었다(Table 4).

논 의

슬관절 전치환술 후 운동은 관절 기능을 회복시키고 최적의 수술 효과를 얻을 수 있도록 반드시 시행되어야 하며, 회복 시까지는 장시간이 소요되므로 지속적이며 능동적으로 관리할

수 있도록 교육, 지도, 감독 및 평가할 수 있는 프로그램이 필요하다[6,22]. 본 연구에서 개발한 점진적 하지운동 프로그램은 수술 직후부터 유연성 운동과 근력강화 운동을 점진적 단계적으로 시행하여 퇴원 후 가정에서도 자신이 스스로 운동할 수 있는 역량을 갖추으로써 슬관절의 기능을 회복시켜 빠른 일상생활로 복귀시키고자 하였다. 본 중재 프로그램을 개발하는데 있어 특히 중점을 둔 사항은 슬관절 전치환술 후 환자들은 수술 후 통증과 불편감이 심해 권고되는 재활 운동을 잘 하지 않으려고 하므로 이에 대한 전략으로 낮은 단계부터 서서히 수행하여 운동에 대한 거부감을 줄이고자 하였으며, 강도와 시간, 빈도를 단계적으로 증가시켜 자신감을 갖고 운동을 실천할 수 있도록 유도하고자 하였다.

각 단계별로 처음 시작하는 운동은 연구자의 감독 하에 실시하였으며, 운동 전·후 관절 부위의 심한 통증이나 발열, 부종 등

을 관찰하였다. 특히 참여 대상자의 평균연령이 70세 이상으로 고령이며 대부분 만성질환을 1개 이상 보유하고 있어 운동 중 나타날 수 있는 이상반응에 대해 집중감시하며 보고하도록 하였는데, 대상자로부터 보고된 운동 중 부작용은 없었다. 슬관절 전치환술 후 회복기 동안 정서적 지지가 중요하며 개별적인 상담을 통한 지속적인 간호가 요구되므로[27], 퇴원 후 전화상담을 통하여 정서적 지지와 운동을 격려했는데 대상자들은 전화를 통한 동기부여와 자극이 운동을 지속하게 된 가장 큰 요인이라고 응답하였다. 입원기간 동안 점진적으로 운동을 진행함으로써 어렵고 힘들다는 느낌을 최소화하고, 퇴원하기 전에 운동을 익숙하게 익히도록 하였는데, 퇴원 후 전화상담에서 환자들로부터 “하루 중 일 노는 것처럼 다리운동을 하였다”는 표현이 나오기도 하였다.

연령이 증가할수록 퇴행성 슬관절염의 발생빈도가 높다[3]는 연구를 반영하듯이, 본 연구에서도 실험군과 대조군 대상자의 평균 연령이 70세 이상이였다. 또한 실험군과 대조군 모두 85% 이상이 여성 환자로 슬관절 전치환술을 경험한 여성노인의 경우 회복과정 동안 견디기 힘든 신체적 고통과 마음고생을 겪고 있어[27], 여성노인의 삶의 질에 영향을 미치는 슬관절 전치환술에 따른 건강관리가 특히 중요하다고 할 것이다. 본 연구 대상자의 50% 이상이 초등학교 이하의 학력이고 25% 정도가 혼자 자신을 돌보고 있으므로, 이러한 환자의 특성에 맞는 개별적이고 체계적인 교육과 정서적 지지가 중재 프로그램의 주요 내용으로 요구됨을 알 수 있었다. 이런 점에서 본 연구는 쉬운 용어로 만든 동영상으로 교육을 하고 리플릿과 안내문을 통한 반복교육을 시행하고 퇴원 후에도 관심을 갖고 지지함으로써 노인 환자의 특성을 고려하여 실시한 점에서 의의가 있다고 생각한다.

점진적 하지운동 프로그램을 적용한 결과, CPM을 통한 슬관절 굴곡각도가 100도가 되는 목표 관절가동범위 확보 시기가 실험군은 12.76일, 대조군 11.48일로 근육강화 운동 프로그램을 적용한 연구[13]의 실험군 6.26일, 대조군 8.90일 보다 평균 4.54일 늦은 것으로 나타났다. Chung과 Kwak [13]의 연구에서 수술 후 CPM 운동 시작 시 관절각도의 기입이 없어 추정하기 어려우나 하지근력을 강화시켜 보행능력에 긍정적 효과를 보고한 것과 같은 맥락으로 본 연구에서도 수술 후 초기부터 근육강화 운동을 중점적으로 함으로써 슬근육 강화를 통한 목표 관절가동범위의 확보 시기가 빨라졌을 것으로 판단된다. 또한 수술 후 7일에 101도가 되는 Shin과 Lee [14]의 연구 보다 5.7일 정도 늦은 것으로 나타났다. 이는 CPM 운동을 본 연구의 경우 수술 후 3일에 시작하고 1일 20분 적용한 반면 Shin과 Lee

[14]연구의 경우는 수술 후 1일부터 1일 1시간 적용한 것이 슬관절 굴곡각도에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 이러한 결과로 굴곡각도를 높이기 위한 CPM 운동을 수술 후 1일부터 적용할 것과 CPM 운동 시간을 증가시키는 것에 대해 고려해 볼 수 있겠다. 그러나 일반적으로 슬관절 굴곡각도가 보통 평지보행 64도, 계단 오르기과 내려가기 83도, 의자에 앉기 93도, 의자에 앉아서 신발 끈매기는 106도의 각도가 필요하고 일상생활을 하기 위한 무릎 굴곡각도는 90도가 되어야 하는 것으로 보고되어[28], 슬관절 굴곡각도 100도를 기준으로 한 경우 실험군과 대조군 모두 퇴원 후의 일상생활에는 무리가 없는 것으로 나타났다. Cho 등[33]의 연구에서 슬관절 전치환술 후 6개월에서 1년까지 자신의 최대 관절 운동 범위를 가지는 것으로 보고되어 슬관절 굴곡각도와 관련하여 기간을 더 연장해서 연구할 필요성이 있으리라 사료된다.

슬관절 전치환술 후 근력 회복은 슬관절의 체중부하와 안정성 및 정상적인 기능의 수행을 위해 매우 중요한 것으로[29], 관절가동범위를 회복하고 수술 후 통증 감소에 매우 효과적이거나 수술 후 2개월에는 수술 전보다 하지근력이 신전 시 30~37%, 굴곡 시 10~17%정도 감소한 것으로 보고되었다[34]. 본 연구에서 대조군의 경우에도 신근의 절대근력은 30%, 상대근력은 28% 감소한 것으로 나타났다. 반면 실험군의 경우에는 절대근력은 10%, 상대근력은 9% 감소한 것으로 나타났다. 즉 실험군에서 신근의 최대우력치 범위가 대조군보다 초기근력에 가까워져서 수술 후 근력이 더 빨리 회복되었음을 의미한다. 이러한 결과는 근육강화 운동 프로그램 후 하지근력 점수가 유의하게 증가한 연구에서도 유사하게 보고되고 있어[18] 슬관절 전치환술 후 운동이 특히 근력회복에 효과적임을 보여준다. 굴곡 시 하지근력은 대조군의 경우 절대근력이 12% 감소하였으며, 상대근력은 11% 감소하였다. 반면 실험군의 경우에는 굴곡 시의 절대근력과 상대근력이 모두 증가하였다. 슬관절 전치환술 후 등척성 운동과 저항성 운동을 병행한 집단에서 등척성 운동만 적용한 대조군보다 신근의 최대우력은 유의하게 효과가 있었지만 굴근의 최대우력은 유의한 효과가 없었다[26]. 본 연구에서는 등척성과 등장성 운동, 유연성 운동을 병행하도록 운동 프로그램을 구성하였는데, 다양한 운동 형태를 적용하는 것이 일상생활에서 보행을 위해 필요한 신체기능으로서 장기적으로 하지근력을 향상시키는데 매우 효과적인 방법임을 확인할 수 있었다.

슬관절 증상 및 기능은 모든 영역에서 실험군의 점수가 증가하였다. 슬관절 전치환술 후 통증은 시간의 경과와 밀접한 관련이 있어 기간이 경과함에 따라 점차 소실되는 경향이 있으나

[10], 본 연구에서 특히 실험군의 점수가 유의하게 향상되어 본 점진적 하지운동 프로그램이 퇴원 후 회복기 환자의 통증 및 증상 감소에 효과적인 중재임을 확인할 수 있었다. 하위영역 중 좌식생활평가에서도 실험군 점수는 2.50점에서 3.26점 향상되었으나 대조군은 2.61점에서 1.97점으로 수술 후 감소한 것으로 나타났다. 바닥에 책상다리나 꼬고 앉아 있는 어려움 등을 묻는 항목으로, 실제 수술 후 8주에 병원 방문 시 실험군의 대부분은 지팡이 없이 방문한 사례가 많은 반면, 대조군의 대상자들은 지팡이에 의존하고 오는 사례가 많았다. 좌식 생활평가 항목은 특히 한국의 좌식생활 위주의 문화적 특성이 슬관절에 부담을 주는 것으로[29], 본 연구 집단의 76.2%가 침대생활을 하고 있지만 슬관절 전치환술 후 빠른 일상생활의 적응을 위해 불편하거나 통증을 유발할 수 있는 좌식생활 양식을 식탁생활이나 소파 생활 등 입식생활로 변화를 준다면 무릎 회복에 훨씬 더 긍정적일 수 있을 것으로 사료된다. 사회·정서적 영역에서의 대조군 점수는 감소한 반면 실험군 점수는 4.17점 향상되었다. 사회·정서적 영역은 신체상이나 감정상의 문제로 사회생활의 어려움과 무릎의 문제점 인식, 무릎에 대한 자신감 등을 묻는 항목으로, 이는 수술 후 회복기 동안 통증과 신체기능이 향상되면서 심리적인 안정을 가져와 사회적 자신감과 미래에 대한 긍정적 희망이 생긴 결과로 판단된다. 슬관절 전치환술 후 운동 프로그램을 적용한 그룹에서 자기효능감이 상승되고 우울이 감소하고 환자 만족도가 향상된 연구[13,26]와 같은 맥락으로 운동 프로그램이 신체적으로 뿐만 아니라 심리적으로도 효과가 있음을 반영한 결과라 생각된다. 또한 슬관절 전치환술 환자의 경우 퇴원한 이후에도 개별적인 상담을 통한 지속적인 간호가 요구되는 것으로[27], 퇴원 후 간호사의 관심과 지지가 사회·정서적 영역에 영향을 주었을 것으로 판단된다. 대상자들은 수술 후 2개월에 외래 방문시 피드백에서 관심을 가지고 전화를 해 증상을 묻고 궁금한 점을 답변해 준 점이 특히 고맙다고 응답하였다. 슬관절 전치환술 후 사회적 지지가 환자의 삶의 질에 영향을 주므로[35], 신체적 향상과 관심을 통해 사회·정서적 영역을 최대한 높일 수 있도록 도와주어야 할 것이다. 이러한 측면을 고려했을 때 슬관절 전치환술 2개월 이후에도 지속적으로 관리한다면 사회·정서적 영역에서의 환자의 삶의 질에 훨씬 더 긍정적인 효과를 얻을 수 있으리라 생각된다.

본 연구는 슬관절 전치환술 후 8주간의 운동 프로그램의 효과를 본 연구로 몇가지 제한점이 결과해석에 고려되어야 한다. 우선, 중재확산의 우려로 무작위배정설계를 적용하지 못하고 매칭을 통한 대상자 모집을 시도하였다는 점에서 대상자 편중의 위험이 있다. 둘째, 퇴원 후 가정에서 자의적으로 진행되는

중재 프로그램은 전화코칭에 의한 가이드를 통해 제공됨으로써 좌식생활 및 사회·정서적 기능 등 일부 결과변수에 영향을 줄 수 있는 개인의 생활습관이나 환경의 차이를 통제하지 못한 제한점이 있다. 그러나 본 연구의 점진적 하지운동 프로그램 만으로도 슬관절 전치환술 환자의 하지근력과 슬관절 증상 및 기능이 좋아짐을 밝혔다는 점과 슬관절의 각도와 하지근력 등 슬관절의 기능적 측면을 측정할 점에서 의의가 크다. 이러한 결과로 볼 때, 점진적 하지운동 프로그램은 슬관절 전치환술 환자의 운동 프로그램으로 활용될 수 있음이 확인되어 앞으로 임상에서 간호중재 방안으로 적용하는 것도 고려할 수 있겠다.

결론 및 제언

본 연구는 슬관절의 기능을 회복시켜 빠른 일상생활로 복귀시키고자 점진적 하지운동 프로그램을 개발하고 이를 슬관절 전치환술 받은 환자를 대상으로 적용하였다.

본 연구를 통해 8주간의 점진적 하지운동 프로그램이 슬관절 전치환술 후 하지근력과 슬관절 증상 및 기능을 증가시키는 데 효과적이었다는 것과 병원에서 뿐만 아니라 가정에서도 타인의 도움 없이 혼자 할 수 있는 운동 역량을 갖춰 슬관절의 기능을 향상시킬 수 있음이 확인되었다. 이후 점진적 하지운동 프로그램은 슬관절 전치환술 후 환자에게 수술 후 초기에 적용할 수 있는 효과적인 간호중재방법으로 활용될 수 있으며, 슬관절 전치환술을 받은 환자뿐만 아니라 슬관절에 문제가 있는 환자에게 다양하게 확대하여 적용할 수 있으리라 본다. 추후 연구로서 장기적으로 굴곡각도의 향상도와 굴곡각도, 하지근력, 슬관절 증상 및 기능과의 관계를 탐구할 것을 제안한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

AUTHORSHIP

Study conception and design acquisition - KY-O and SR; Data collection - KY-O; Analysis and interpretation of the data - KY-O and SR; Drafting and critical revision of the manuscript - KY-O and SR.

REFERENCES

1. Statistics Korea. 2019 Statistics for elders [Internet]. Seoul: Statistics Korea; 2019 [cited 2019 December 21]. Available from: <http://kostat.go.kr/portal/eng/pressReleases/11/3/index.board>

2. Hur NW, Choi CB, Uhm WS, Bae SC. The prevalence and trend of arthritis in Korea: results from Korea National Health and Nutrition Examination Surveys. *Journal of the Korean Rheumatism Association*. 2008;15(1):11-26.
<https://doi.org/10.4078/jkra.2008.15.1.11>
3. Jeong YH, Ko SJ, Kim EJ. A study on the effective chronic disease management. Policy Directions for Chronic Diseases Management. Seoul: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2013 November. Report No.: Research Report 2013-31-19.
4. Ministry of Health and Welfare. Prevalence of osteoarthritis: data from Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2010 [Internet]. Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2010 [cited 2019 January 20]. Available from: http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&BRD_ID=140&BOARD_FLAG=00&CONT_SEQ=243960
5. The Korean Orthopaedic Association. Rehabilitation after total knee arthroplasty [Internet]. Seoul: Korean Orthopaedic Association [cited 2019 January 20]. Available from: https://www.koa.or.kr/info/index_10_1.php
6. The Korean Orthopaedic Association. Rehabilitation after total knee arthroplasty [Internet]. Seoul: Korean Orthopaedic Association [cited 2019 January 20]. Available from: https://www.koa.or.kr/info/index_10_7.php
7. National Health Insurance Service. Main surgery statistical yearbook for 2018 [Internet]. Seoul: National Health Insurance Service; 2018 [cited 2019 December 12]. Available from: <https://www.nhis.or.kr/nhis/together/wbhaec06800m01.do?mode=download&articleNo=135135&attachNo=63656>
8. Chen SR, Chen CS, Lin PC. The effect of educational intervention on the pain and rehabilitation performance of patients who undergo a total knee replacement. *Journal of Clinical Nursing*. 2014;23(1-2):279-87.
<https://doi.org/10.1111/jocn.12466>
9. Park YR, Park WJ. Changes in Korean Knee Score and range of motion after the implementation of structured nursing exercise programs for patients underwent total knee arthroplasty: a retrospective study. *Journal of Muscle and Joint Health*. 2018;25(2):61-74. <https://doi.org/10.5953/JMJH.2018.25.2.61>
10. Cho WS, Ahn HS, Kim MY, Seol ES, Lee SW, Choi JW. Pain after total knee arthroplasty. *Journal of Korean Orthopaedic Association*. 2006;41(1):129-33.
<https://doi.org/10.4055/jkoa.2006.41.1.129>
11. Bade MJ, Kohrt WM, Stevens-Lapsley JE. Outcomes before and after total knee arthroplasty compared to healthy adults. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2010;40(9):559-67. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3317>
12. Yun JY, Lee JK. Effects of a theraband exercise program on pain, knee flexion ROM, and psychological parameters following total knee arthroplasty. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2015;45(6):823-33.
<https://doi.org/10.4040/jkan.2015.45.6.823>
13. Chung MS, Kwak HS. Effects of a muscle strengthening exercise program after total knee arthroplasty. *Journal of Korean Academic Society of Nursing Education*. 2008;14(1):20-9.
<https://doi.org/10.5977/jkasne.2008.14.1.020>
14. Shin YS, Lee YH. The effects of an early knee joint exercise education program on pain, knee range of motion, and satisfaction in patients after undergoing total knee replacement arthroplasty. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2018;24(3):283-92. <https://doi.org/10.22650/JKCNr.2018.24.3.283>
15. Bae CH, Jung YW, Lee DW, Cho SH. The effect of sling exercise on muscular strength and range of motion in female patients who received total knee replacement. *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2014;15(7):4395-403.
<https://doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.7.4395>
16. Chun YH, Lee WJ, Lee SJ. The effects of rehabilitation exercise program participated by total knee arthroplasty patients on the functions and pains of lower limb muscle. *Korean Journal of Sports Science*. 2017;26(3):1177-89.
<https://doi.org/10.35159/kjss.2017.06.26.3.1177>
17. Yeo HN, Kim YK, Kang MA, Shin JS. Effects of elastic band exercise on pain, range of motion, and fear of falling in patients with total knee replacement. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*. 2015;21(2):266-75.
<https://doi.org/10.22650/JKCNr.2015.21.2.266>
18. Min HS, Jung YH, Kim ES, Kim SH, Choi YJ. Effects of muscle strengthening exercise program on pain, fatigue, physical function in elderly women with total knee arthroplasty. *Journal of Muscle and Joint Health*. 2011;18(2):203-14.
<https://doi.org/10.5953/jmjh.2011.18.2.203>
19. Nam MH, Lee JE. Effects of a video CD rehabilitation program for total knee replacement on range of knee angle and activities of daily living function. *Journal of Korean Society Quality Assurance Health Care*. 2010;16(1):79-89.
20. Kim HN. The effects of structured education program for total knee replacement patients [master's thesis]. Daejeon: Eulji University; 2008.
21. Lee MK, Lee IH, Ju JH, Hwang MS, Seo JG, Sung YH. The effects of home care exercise program on knee joint function and quality of life in patients with total knee replacement arthroplasty. *Journal of Muscle and Joint Health*. 2005;12(2):143-55.
22. Jun JY. Analysis of reported study on the rehabilitation therapy for patients with total knee arthroplasty. *Korean Journal of Adult Nursing*. 2012;24(3):253-65.
<https://doi.org/10.7475/kjan.2012.24.3.253>
23. Cho WS, Park JH, Kim JM, Hwang WY, Nam TS. Factors affecting range of motion after total knee arthroplasty. *Journal of the Korean Orthopaedic Association*. 2003;38(7):683-8.
24. Herbold JA, Bonistall K, Blackburn M, Agolli J, Gaston S, Gross

- C, et al. Randomized controlled trial of the effectiveness of continuous passive motion after total knee replacement. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014;95(7):1240-5. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.03.012>
25. Skoffler B, Dalgas U, Mechlenburg I. Progressive resistance training before and after total hip and knee arthroplasty: a systematic review. 2015;29(1):14-29. <https://doi.org/10.1177/0269215514537093>
 26. Kim YJ, Yoon MN, Han SS. Effects of theraband (R) resistance training including isometric exercise in total knee replacement patients. *Korean Journal of Health Promotion*. 2011;11(2):82-90.
 27. Lee HO, Lee SH. A study on the experiences of total knee replacement in elderly women. *Journal of Muscle and Joint Health*. 2014;21(3):206-14. <https://doi.org/10.5953/JMJH.2014.21.3.206>
 28. Laubenthal KN, Smidt GL, Kettelkamp DB. A quantitative analysis of knee motion during activities of daily living. *Physical Therapy*. 1972;52(1):34-43. <https://doi.org/10.1093/ptj/52.1.34>
 29. Ha JK, Kim JG, Lee MC, Wang JH, Research Committee for Development of a Novel Knee Evaluation System of Korean Knee Society. What symptoms are more important for Korean patients in knee osteoarthritis? Development and validation of the Korean Knee Score. *Knee Surgery & Related Research*. 2012;24(3):151-7. <https://doi.org/10.5792/ksrr.2012.24.3.151>
 30. Han JH. Effectiveness 8 weeks of application of aqua complexed exercise on lower limbs muscular strength, pain relief and balance after total knee arthroplasty [master's thesis]. Seoul: Korea University; 2009.
 31. Jeong HC, Seong KM, Jeong MY. The effect of a hospital life guidance movie for elderly in-patients. *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*. 2010;17(2):142-8.
 32. DeLisa JA, Gans BM, Walsh NE. *Physical medicine and rehabilitation: principles and practice*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p. 526-54.
 33. Cho SH, Ha YC, Song HR, Jeong ST, Park HB, Hwang SC, et al. High flex knee arthroplasty and range of motion. *Journal of Korean Orthopaedic Association*. 2004;39(6):662-7.
 34. Heikki A, Sevander-Kreus N, Häkkinen A, Vuorenmaa M, Salo P, Konsta P, et al. Effect of total knee replacement surgery and postoperative 12 month home exercise program on gait parameters. *Gait & Posture*. 2017;53:92-7. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.01.004>
 35. Yu MJ, Kim HJ. Factors influencing on the quality of life in older adults after total knee replacement: the relevance to pain, range of motion, depression, social support and sense of coherence. *Journal of Korean Academy of Community Health Nursing*. 2017;28(4):494-503. <https://doi.org/10.12799/jkachn.2017.28.4.494>