

장애물 보행 훈련이 무릎관절 전치환술 환자의 균형 및 낙상효능감에 미치는 영향

민동기, 이상재¹⁾

대구보건대학교 물리치료학과, 대구 더열린병원 물리치료실¹⁾

The Effects of Obstacles Gait on Balance and Falls-efficacy in Patients With Total Knee Arthroplasty

Dong-ki Min, Sang-jae Lee¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Daegu health college.

Dept. of Physical Therapy, The Open Hospital.¹⁾

Key Words:

Balance, Fall-efficacy, Obstacle gait, Total knee arthroplasty

ABSTRACT

Background: This study was conducted to investigate the effects of obstacles gait on balance and fall-efficacy in patients who underwent total knee arthroplasty. **Methods:** The 24 subjects of this study were recruited from individuals diagnosed with degenerative arthritis who had undergone total knee arthroplasty. The 24 patients were randomly divided into a control group and experimental group, obstacle gait exercise was conducted for 4 weeks with three exercises. Balance and fall-efficacy were measured to compare the effects of the exercises. **Results:** The results of the balance ability and fall-efficacy showed that the experimental group showed significantly enhanced results than the control group ($p < .05$). **Conclusions:** Based on these results, obstacle gait exercise effectively improves the recovery of patients with total knee arthroplasty.

I. 서론

근골격계의 흔한 만성질환 중의 하나로 퇴행성관절염은 인구의 수명이 길어짐에 따라 나날이 늘어나고 있어 이에 따른 지속적 관심이 필요한 관절 질환이다. 이 중 무릎관절은 신체의 관절 중에서 체중을 가장 많이 받는 관절이며 퇴행성관절염이 호발하는 부위 중 하나이다(Choi, 2009). 또한 한국인의 경우 좌식생활을 하는 문화적 특성 때문에 무릎관절 손상이 더 높아 무릎관절염이 유발되기 쉽다(Kim, 2002). 무릎관절 질환은 통증이 심하고 무릎 변형, 기동력의 감소로 인해 많은 노인들이 고통을 받는데(Park, 2011), 일반적으로 퇴행성관절염의 마지막 단계에 무릎관절 전치환술을 선택하고(Felson 등, 2002), 대부분 무릎관절 전치환술을 받게 된다(Crownshield 등, 2006; Gidwani 등, 2003). 무릎관

절 전치환술 후 대부분의 환자들은 동통이 소실되고 불편 없이 평지보행 및 계단 보행이 가능한 운동범위와 근력을 얻을 수 있다고 알려져 있으나, 수술 후 평균 운동 범위나 기능 평가가 수술 전에 비해 증가되지만 정상인에 비해 낮은 수치이다(Son과 Kang, 2006). 일반적으로 무릎관절 전치환술 환자는 하지관절의 약화로 인한 기능제한이 원인으로 무릎 펌과 발목 굽힘을 제한시키게 되며 넓다리네갈레근의 약화뿐만 아니라 보행 시 무릎의 움직임 변화까지 일으킨다(Kerrigan 등, 1998). 또한 보행 시간에는 큰 변화가 나타나진 않지만 보폭의 길이는 짧아지게 되는 형태로 걸음을 걷게 되는데, 양발지지기의 시간은 길어지고, 단하지 지지기의 시간은 짧아지면서 안정되지만 속도면에서는 비효율적인 보행 형태를 갖추게 되는 특징이 있다(Cromwell 등, 2002). 이러한 비효율적인 보행 형태는 균형능력의 저하와 더불어 추락과 낙상의 위험을 증가시켜 노인들에게 보건학적으로 심각한 문제를 일으킬 수 있다(Kim 등, 1998). 균형의 변화는 노인의 낙상에 가장 큰 요인 중의 하나이며(Silsupado 등, 2006), 균형 결손과 낙상

교신저자: 민동기(대구보건대학교, limp0206@hanmail.net)
논문접수일: 2019.04.11, 논문수정일: 2019.04.29,
게재확정일: 2019.06.15.

민동기 등. 장애물 보행 훈련이 무릎관절 전치환술 환자의 균형 및 낙상효능감에 미치는 영향

발생은 높은 상관관계가 있다(Horak 등, 1989). Shumway-Cook과 Wollacott(2007)는 균형을 기지면 위에 질량중심을 유지하는 능력이라고 하였으며, 정적 균형과 동적균형으로 나뉜다고 하였다. 동적균형은 신체 움직임의 변화를 예측하고 반응하는 능력이며, 동적 균형 운동은 낙상위험요인을 감소시킨다(Skelton와 Dinan, 1999).

장애물 보행은 걷다가 상대적으로 불안정한 장애물을 넘는 자세로의 전환이 포함되고, 인체를 수평뿐 아닌 수직으로의 이동도 포함되어 있어 안정된 균형 능력이 요구되고 더 많은 하지 근육 조절이 필요하며(Lay 등, 2007), 신체의 중심을 이동시키는 능력이 필수적으로 요구된다(Pryde 등, 1997). 일반적으로 가정과 지역사회에서 다양한 높이와 너비의 장애물을 경험하게 되므로, 장애물 통과는 성공적인 지역사회 보행을 위한 중요한 과제중 하나이다(Said 등, 2001). 낙상의 두려움은 자가 활동에 필요한 효능감을 저해하는 매우 큰 심리적인 장벽을 초래 할 수도 있으므로 이는 신체 기능을 저하 시키고 균형과 이동 기능의 약화로 인해 실내 활동 및 제한된 지역사회 활동에서 더 많은 낙상을 초래할 수 있다(Fletcher와 Hirdes, 2004; Tinetti, 2008). 장애물 훈련 프로그램은 균형과 보행 증진에 긍정적인 영향을 주며(Lu 등, 2007; Means, 1996), 다양한 구심성 자극과 기능적 활동들이 일상생활 수행능력 향상에 도움을 준다(Kwon, 2010; Carr와 Shepherd, 2003).

무릎관절 전치환술 후 균형 능력과 통증에 대해 수술 후 대부분 수개월 지난 후 균형 능력 측정이나 보행 속도, 보행의 안정성, 보행의 역학에 대한 연구는 많았지만(Benedetti 등, 2003), 수술 직후부터 훈련을 시킴에 있어서는 기존에 연구들은 많지 않았다. 무릎관절 전치환술 후 며칠 지나지 않아 보행이 가능하고 수술 후 초기부터 근력강화 훈련이나 균형능력의 향상을 위한 운동이 필요하다(Rahmann 등, 2009; Stitik 등, 2005).

따라서 본 연구는 장애물 보행 훈련이 무릎관절 전치환술 환자의 균형 및 낙상효능감에 미치는 영향에 대해 알아보고 효과적인 치료방법을 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 대구 소재의 T병원에서 퇴행성관절염으로 진단 받아 무릎관절 전치환술을 시행한 환자 24명을 대상으로 연구하였다. 대상자를 무작위 배치법으로 장

애물 보행 훈련을 수행할 실험군 12명, 평지 보행 훈련을 수행할 대조군 12명으로 설정하였고, 중재기간은 총 4주간 주 3회 적용하였다.

모든 대상자에게 연구의 목적 및 방법을 상세히 설명하였고, 적극적인 참여와 자발적 동의를 구하였다.

연구대상자 선정기준과 제외 기준은 다음과 같다.

1) 연구대상자 선정 기준

무릎관절 퇴행성 관절염의 진단을 받고 무릎관절 전치환술을 실시한 65세 이상의 환자, Kellgren/Lawrence Grade 4단계 이상 진단 받은 환자, 수술 후 염증과 같은 부작용이 나타나지 않은자, 장애물 보행을 수행하기에 문제가 없는 환자를 대상으로 선정하였다.

2) 연구대상자 제외 기준

무릎관절을 제외한 다른 관절 질환을 가진 자, 장애물 보행 훈련이 불가능한 자, 그 외 신경학적인 질환을 가진 자는 연구에서 제외하였다.

2. 실험도구 및 측정방법

1) 실험 방법

(1) 장애물 보행 훈련

장애물 보행 훈련을 수행하기 위해 너비 5cm, 길이 50cm이며, 높이는 5cm, 10cm의 장애물을 교대로 설치하였다. 보행 속도는 환자의 능력에 맞게 편안하게 느끼는 평지 보행 속도로 걷게 하였고, 양하지 골고루 장애물을 넘게 하였다. 총 장애물 거리 10m로 처음 1m와 마지막 1m를 제외한 거리에 1m간격으로 8개의 장애물을 설치하였다. 장애물 보행 훈련방법에 대해 충분한 설명을 하고 30분간 주 3회, 총 4주간 보행 훈련을 실시하였다(Figure 1, 2).



Figure 1. Obstacle in Front(10cm), behind(5cm)



Figure 2. Obstacle walking training at 10m distance

(2) 평지 보행 훈련

평지 보행 훈련을 수행하기 위해 환자가 능력에 맞게 편안하게 느끼는 평지 보행 속도로 걷게 하였다. 30분간 주 3회, 총 4주간 보행 훈련을 실시하였다 (Figure 3).



Figure 3. Flat walking training at 10m distance

2) 측정 방법

(1) 동적 균형능력

동적 균형 능력을 측정하기 위해 일어나 걸어가기 검사(timed up & go test; TUG)를 시행하였다. TUG는 의자에서 일어나 전방 3m 지점을 돌고 다시 의자에 앉은 시간을 측정한다. 검사자간 및 검사-재검사의 신뢰도가 .99로 높은 평가 방법이다. 측정시간은 초시계를 사용하였고, 3회 측정 후 평균값을 사용하였다(Posiadlo 과 Richardson, 1991).

(2) 정적 균형능력

정적 균형 능력을 측정하기 위해 한발 서기 검사(one leg standing test; OLS)를 시행하였다. OLS는 평편한 지면 위에 보조 없이 일어서서, 환측 다리로 지지

하고 서 있고, 반대측 다리를 충분히 구부리게 하여 독립적으로 한발 서기를 하도록 하여 그 시간을 측정한다. 측정 시간은 초시계를 사용하였고, 3회 측정 후 평균값을 사용하였다(Lin 등, 2004).

(3) 낙상효능감척도

낙상효능감척도를 측정하기 위해 낙상효능감척도(Falls efficacy scale; FES) 설문지를 사용하여 시행하였다. 검사자와 환자의 1:1 대화를 통하여 이루어졌으며, 낙상방지와 관련된 환자 자신감 정도를 평가하는 도구로 총 10문항으로 최저 1점에서 최고 10점으로 설정할 수 있다. 점수가 높을수록 낙상 하지 않을 것이라는 자신감을 나타내며, 검사-재검사의 신뢰도가 .96으로 높은 측정 도구이다(Jeon 등, 2009).

3. 분석방법

본 연구의 모든 측정값의 통계처리는 SPSS/PC Ver. 23.0을 이용하여 분석하였다. 두 그룹 간 일반적인 특성에 대한 동질성 검정을 위해 카이제곱검정(Chi-square test)과 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 각 그룹 내 중재 전, 후 비교를 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)를 실시하였고, 그룹 간 비교를 위해 독립표본 t-검정을 실시하였다. 모든 통계학적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 24명으로 평지 보행을 수행한 대조군 12명, 장애물 보행을 수행한 실험군 12명으로 구성되었다.

대상자의 일반적인 특성은 Table 1 과 같으며, 두 그룹 간 일반적 특성에 유의한 차이가 나타나지 않았으므로($p>.05$), 두 그룹 간 동질한 것으로 나타났다(Table 1).

2. 균형 능력 비교

각 그룹의 일어나 걸어가기 검사와 한 발 서기 검사를 통해 동적 및 정적 균형 능력을 비교하였다(Table 2,3). 그 결과, 중재 전·후 각 그룹 내 변화에서 두 그룹 모두 유의한 차이를 나타내었고($p<.05$), 중재 후 그룹 간 변화에서도 유의한 차이를 나타내었다($p<.05$).

3. 낙상 효능감 비교

각 그룹의 낙상 효능감 척도 설문지를 통해 낙상 효능감을 비교하였다(Table 4). 그 결과, 중재 전·후 각 그룹 내 변화에서 두 그룹 모두 유의한 차이를 나타내었고($p < .05$), 중재 후 그룹 간 변화에서도 유의한 차이를 나타내었다($p < .05$).

Table 1. General characteristics of subjects

Groups	EG(n=12)	CG(n=12)	t	p
Gender (M/F)	2 / 10	2 / 10		
Age (yrs)	69.75±2.89	72.00±5.72 ^a	1.216	.237
Height (cm)	153.41±5.61	154.50±5.96	.458	.651
Weight (kg)	58.75±8.94	61.16±6.82	.744	.465

^aMean±SD, * $p < .05$

CG: Control Group, EG: Experiment Group

Table 2. Comparison of TUG between each groups

Groups	Pre	Post	t	p
EG	22.75±4.69 ^a	13.25±5.32	3.842	.003*
CG	21.33±5.14	17.33±2.83	2.456	.032*
t	-.705	2.343		
p	.488	.029*		

^aMean(sec)±SD, * $p < .05$

CG : Control Group, EG : Experiment Group

Table 3. Comparison of OLS between each groups

Groups	Pre	Post	t	p
EG	6.66±3.60 ^a	16.58±5.55	-6.420	.000*
CG	5.83±3.90	11.58±4.44	-3.185	.009*
t	-.543	-2.437		
p	.592	.023*		

^aMean(sec)±SD, * $p < .05$

CG: Control Group, EG: Experiment Group

Table 4. Comparison of FES between each groups

Groups	Pre	Post	t	p
EG	46.58±15.61 ^a	73.00±9.89	-4.802	.001*
CG	44.41±10.41	62.33±12.49	-3.047	.011*
t	-.400	-2.318		
p	.693	.030*		

^aMean(score)±SD, * $p < .05$

CG: Control Group, EG: Experiment Group

IV. 고 찰

무릎관절 전치환술 후 무릎관절 기능의 회복과 건강할 때의 무릎관절 능력을 되찾고자 하는 것이 환자들의 최대 관심사이며, 최근 다양한 중재 방법으로 무릎관절 전치환술 후 무릎관절 기능 회복을 위해 많은 노력이 이루어지고 있다(Akagi 등, 2000). 그 중 환자들이 수술 후 균형능력 저하로 인한 낙상을 가장 두려워하고 실제로 가장 조심해야할 과제이다.

따라서 본 연구에서는 장애물 보행 훈련이 무릎관절 전치환술을 실시한 환자들의 균형 및 낙상효능감에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 연구하였다.

첫째로 균형능력 변화에서는 두 그룹 모두 중재 전보다 중재 후 동적, 정적 균형 능력이 모두 향상되었고, 특히 실험군에서 중재 후 대조군에 비해 유의한 향상을 나타내었다. 이는 무릎관절 전치환술 환자에게 체간운동을 실시한 연구(Lee 등, 2018)와 엉덩관절 운동을 동반한 운동치료 프로그램을 실시한 연구(Lee, 2017)와 일치하는 결과를 나타내었다. 이는 장애물 보행 훈련을 수행할 때, 균형 능력을 담당하는 시각, 전정기관, 체성 감각 등 여러 감각과 인체능력들이 사용되면서 손상된 감각들을 되살리는데 도움을 준다(Hwang, 2015)고 연구되었고, 반복적인 장애물 보행 훈련을 통한 자세의 안정성 증가와 균형 능력의 향상으로 나타난 것으로 판단된다(Lee, 2017).

장애물 보행 훈련 시 다양한 높이의 장애물을 넘기 위해 노력함으로써 한다리 지지 능력향상과 그 기간 동안 하지의 전반적인 근력강화와 특히 중간볼기근(gluteus medius)과 큰볼기근(gluteus maximus)와 같은 엉덩관절 근육 또한 함께 운동되어 균형능력에 유의한 향상을 보였을 것으로 사료된다.

둘째로 낙상효능감 변화에서는 두 그룹 모두 중재

전보다 중재 후 낙상효능감이 모두 향상 되었고, 특히 실험군에서 중재 후 대조군에 비해 유의한 향상을 나타내었다. 이는 가상현실 프로그램을 적용한 연구(Kim 등, 2010)와 장애물을 이용한 과제순환 프로그램을 적용한 연구(Park, 2015)와 일치하는 결과를 나타내었다. 이는 장애물 보행 훈련을 통한 균형 능력의 향상으로 낙상에 대한 두려움을 해결하고, 일상생활에 더욱 자신감을 갖게 되었다고 판단된다.

하지만 대조군 또한 중재 후 유의한 향상을 보였는데, 수술 후 시간이 지남에 따라 무릎관절 기능이 점차 향상된다고 알려져 있다(Dennis, 2004). 또한 무릎관절 전치환술이 다른 수술에 비해 체중지지와 무릎 기능 회복 시간이 짧고, 평지 보행 훈련 또한 무릎기능 회복과 낙상효능감에 긍정적인 영향을 보였을 것으로 판단된다.

따라서 이상의 결과들을 모두 종합하여 볼 때, 장애물 보행 훈련이 무릎관절 전치환술을 실시한 환자들의 균형 및 낙상효능감에 효과적인 결과를 나타내었으므로 임상에서 널리 활용 해볼 것을 제안한다.

본 연구에서 대상자 수와 중재 기간이 충분하지 못한 점과 중재 방법 이외에 회복을 위한 개인적인 노력을 모두 일괄되게 통제하지 못한 제한점이 있다. 향후 좀 더 깊이 있고, 체계적인 연구해 볼 것을 제안한다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 장애물 보행 훈련이 무릎관절 전치환술 환자의 균형과 낙상 효능감에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고, 실제 임상에서 효과적인 치료 방법을 제공하고자 실시하였다. 연구 대상자는 퇴행성 관절염으로 진단 받아 무릎관절 전치환술을 실시한 24명을 대상으로 장애물 보행 훈련을 수행한 실험군 12명, 평지 보행 훈련을 수행한 대조군 12명으로 무작위 배정하여 보행 훈련을 총 4주간, 주 3회 수행하였다. 그에 따른 결론은 다음과 같다.

1. 균형 능력은 일어나 걸어가기 검사, 한 발 서기 검사 모두 중재 전·후 대조군과 실험군에서 유의한 차이를 나타내었고($p < .05$), 특히 중재 후 실험군에서 대조군에 비해 유의한 향상을 나타내었다 ($p < .05$).
2. 낙상 효능감은 중재 전·후 대조군과 실험군에서 유의한 차이를 나타내었고($p < .05$), 특히 중재 후 실험군에서 대조군에 비해 유의한 향상을 나타내

었다($p < .05$).

따라서 평지 보행 훈련 그룹과 장애물 훈련 그룹 모두 균형 능력과 낙상 효능감에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났고, 특히 장애물 보행 훈련을 수행한 실험군에서 평지 보행 훈련을 수행한 대조군에 비해 중재 후 더욱 유의한 효과를 나타내었다. 본 연구를 바탕으로 향후 임상에서 무릎관절 전치환술을 실시한 환자 치료에 적극적으로 사용되길 기대한다.

참고문헌

Akagi M, Nakamura T, Matsusue Y, et al. The bisurface total knee replacement: A unique design for flexion. Four-to-nine-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:1626-1633.

Benedetti MG, Catani F, Bilotta TW, et al. Muscle activation pattern and gait biomechanics after total knee replacement. *Clinical Biomechanics.* 2003;18(9): 871-876.

Carr JH, Shepherd RB. *Stroke Rehabilitation.* London: Butter Worth-Heinemann. 2003.

Choi HK. *Effects of Water Exercise on Physical Fitness, Pain and Quality of Life in Patients with Osteoarthritis.* Seoul National University, Master Thesis. 2009.

Cromwell RL, Newton RA, Forrest G. Influence of vision on head stabilization strategies in older adults during walking. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci,* 2002;57(7):442-448.

Crowninshield, Roy D, Rosenberg, et al. Changing demographics of patients with total joint replacement. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2006;443:266-272.

Dennis DA. Evaluation of painful total knee arthroplasty. *J Arthroplasty,* 2004;19(4 Supple 1):35-40. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2004.03.003>

Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA, et al. Osteoarthritis. new insights. Part 1. the disease and its risk factors. *Ann Intern Med,* 2002;133(8):635-646.

Fletcher PC, Hirdes JP. Restriction in activity asso-

- ciated with fear of falling among community-based seniors using home care services. *Age Ageing*. 2004;33(3):273-279.
- Gidwani S, Tauro B, Whitehouse S, et al. Do patients need to earn total knee arthroplasty? *J Arthroplasty*. 2003;18(2):199-203.
- Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Neurobiol Aging*. 1989;10:727-738.
- Hwang HC. The Effect of Obstacle Training in Aqua and Land for Chronic Stroke Patients for Balance and Muscle Activation. Daegu University, Master Thesis. 2015.
- Jeon BJ, Lee JS, Lee OJ, et al. A study on the factors affecting falls of the elderly in rural areas. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*. 2009;17(4):99-111.
- Kerrigan DC, Todd BA, Mary K, et al. Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: Evidence for specific limiting impairments. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998;79(3):317-322.
- Kim EJ, Hwang BY, Kim MS. The effect of a virtual reality program on static balance control and fall efficacy of elderly people. *Journal of the Korean Gerontological Society*. 2010;30(4):1107-1116.
- Kim HS. The Effect of Therapeutic Taping on The Active Knee Extension and Knee pain during Going up and Down the stairs With Knee Osteoarthritis. Dankook University, Master Thesis. 2002.
- Kim JH, Yang YH, An SY, et al. *Gerontological Nursing*. HyunMoon. 1998;61-66.
- Kwon HM. The Effect of Balance Control And Vestibular Function by an Aquatic Rotation Control and The Obstacle Avoidance Underwater With Hemiplegia Patients. Dongshin University, Master Thesis. 2010.
- Lay AN, Hass CJ, Richard Nichols T, et al. The effects of sloped surfaces on locomotion: An electromyographic analysis. *J Biomech*, 2007;40(6):1276-1285.
- Lee HJ. The Effects of Obstacles Gait on Balance and Gait in Patients with Parkinson's Disease. Daegu University, Master Thesis. 2017.
- Lee JH, Min DK, Lee SJ. The effects of trunk stability exercise on knee function, balance, gait in patients after total knee arthroplasty. *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2018;19(2):422-428.
- Lee SJ. The Effects of Early Exercise Therapeutic Program with Hip Joint Exercise on Muscle Strength, Balance and Gait in Early Patients after Total Knee Arthroplasty. Daegu University, Master Thesis. 2017.
- Lin MR, Hwang HF, Hu MH, et al. Psychometric comparisons of the timed up and go, one-leg stand, functional reach, and tinetti balance measures in community-dwelling older people. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2004;52(8):1343-1348.
- Lu TW, Yen HC, Chen HL. Comparisons of the inter-joint coordination between leading and trailing limbs when crossing obstacles of different heights. *Gait Posture*. 2007;27(2):309-315.
- Means KM. The obstacle course: A tool for the assessment of functional balance and mobility in the elderly. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. 1996;33(4):413-429.
- Park KT. Effects of The Task circuit training program using the obstacles on Gait, Balance, Falls-efficacy and Self-efficacy in Stroke Patients. Korea National University of Transportation. 2015.
- Park SY. The effect of adjuvant cold therapy before Continuous Passive Motion on pain management in elderly total knee replacement patients. Pusan Catholic University, Master Thesis. 2011.
- Posiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons, *J Am Geriatr Soc*. 1991;39:142-148. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Pryde KM, Roy EA, Patla AE. Age-related trends in

- locomotor ability and obstacle avoidance. Human movement science. 1997;16(4):507-516.
- Rahmann AE, Brauer SG, Nitz JC. A specific inpatient aquatic physiotherapy program improves strength after total hip or knee replacement surgery: A randomized controlled trial. Phys Med Rehabil. 2009;90:744-755.
- Said CM, Goldie PA, Patla AE, et al. Effect of stroke on step characteristics of obstacle crossing. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2001;82(12):1712-1719.
- Shumway-cook A, Woollacott MH. Motor control: Translating research in to clinical practice. 3rd e d. Lippincott Williams & Wilkins. 2007;157-186.
- Silsupado IP, Siu KC, Shumway-Cook A, et al. Training of balance under single and dual-task conditions in older adults with balance impairment. Phys Ther. 2006;86:269-281.
- Skelton DA, Dinan SM. Exercise for falls management : rational for an exercise programme aimed at reducing postural instability. Physiother Theory Pract. 1999;15:105-120.
- Son JH, Kang MS. Total knee arthroplasty without patellar resurfacing in moderate to severe patellofemoral arthritis. Knee Surgery & Related Research. 2006;18(2):140.
- Stitik TP, Kaplan RJ, Kamen LB, et al. Rehabilitation of orthopedic and rheumatologic disorder. osteoarthritis assessment treatment and rehabilitation. Arch Phy Med Rehabil. 2005;86(1):48-55.
- Tinetti ME. Multi factorial fall-prevention strategies: Time to retreat or advance. Journal of the American Geriatrics Society. 2008;(8)1563-1565.