

## 슬관절 전치환술 이후의 고유수용성 감각 변화

김 재 현

선린대학 물리치료과

### Proprioception After Total Knee Replacement

Jae-Hun Kim, P.T., M.S.

*Department of Physical Therapy, Sunlin University*

#### ABSTRACT

**Purpose** : The purpose of this article was to review the literature on change of knee position sense after total knee replacement intervention in knee rehabilitation.

**Methods** : This review outlines scientific findings regarding different literature data in knee rehabilitation, and discusses proprioceptive change of knee joints after total knee replacement intervention.

**Result** : Severe pain and diminished joint sensation may precipitate degenerative changes of knees joint, and a strong association between decreased proprioception and function has been identified in elderly patients with knee osteoarthritis.

Total knee replacement(TKR) of the knee joint are effective surgical procedures in osteoarthritis patients, resulting in decreased pain, and improved physical function and quality of life in patients.

After total knee replacement, joint position sensation is partially recovered, which may improve functional stability of the knee, but aspects of physical functioning are not fully restored to preoperative status.

**Conclusions** : Thus, recovery rate in proprioception after TKR also is considered to be important because it may be a significant risk factor in failure of total knee replacement and knee rehabilitation intervention.

---

**Key Words** : Proprioception, Total knee replacement, Osteoarthritis

## I. 서 론

슬관절은 여러 관절을 포함한 복잡한 구조로 신체에서 가장 긴뼈 들 중 하나인 대퇴골과 경골사이 관절로 생체 지렛팔이 길어서 큰 힘과 모멘트가 발생한다. 체중을 지지하며, 체중을 전후좌우로 움직여 이동이 가능하도록 돕는 등 안정성과 가동성이 함께 요구되어지는 관절이므로 손상 받을 가능성이 높다(신문규 등, 1998; Levangie와 Norkin, 2001; Nordin과 Frankel, 2001).

체중이 가해진 상태에서의 반복적인 움직임, 특히 쪼그려 앉는 자세나 비정상적인 체중지지로 퇴행성관절염이 많이 발생한다. 특히 과학의 발달로 인간의 수명이 연장되어 노인 인구가 급속도로 증가함으로 퇴행성관절염 환자는 매우 빠르게 증가하고 있다. 이러한 노인들은 통증과 관절의 안정성 결의 및 기능 장애라는 문제를 가진 퇴행성관절염을 가지고 생활하게 된다. 고령의 퇴행성관절염 환자는 관절내 고유수용성 감각의 감소로 균형능력이 저하되어 낙상의 위험이 높다(Lord 등, 1991; Wegener 등, 1997).

퇴행성관절염 환자의 치료법 중 현재 슬관절 전치환술이라는 방법이 널리 행하여지고 있으며, 수술 전후 물리치료에 내원 한다. 수술 이전에는 통증 제어와 관절 가동 범위 확보, 근력 강화 및 수술 이후의 물리치료에 대한 교육 등이 이루어진다. 수술 이후에는 관절 가동 범위 증가와 근력 강화, 통증 제어와 같은 물리치료 뿐 아니라 고유수용성 감각의 변화를 고려한 여러 가지 운동치료를 행하고 있다. 고유수용성 감각을 고려하는 물리치료는 고령의 환자들의 낙상 방지 및 일상 생활 동작을 위해 필요하다. 그러나 슬관절 전치환술로 고유수용성 감각이 어떻게 변화되는지에 대한 선행 연구에서 상반된 주장을 함으로 슬관절 전치환 이후 물리치료 중재에 있어 혼란을 가지고 있는 상황이다. 따라서 본 연구는 슬관절 전치환술 이후 고유수용성 감각의 변화에 대한 연구를 종합하여 그 기준을 마련하고, 이를 통하여 슬관절 전치환술을 받은 환자의 물리치료 프로토콜을 만드는데 도움이 되고자 한다.

## II. 본 론

### 1. 슬관절의 퇴행성관절염의 특징

퇴행성관절염은 일반적인 증상은 관절의 종창과 통증, 국소 열감과 같은 염증 반응과 관절의 기능 장애 등이 대표적으로 나타나는 증상이다(석세일 등, 2006). 슬관절의 퇴행성관절염은 기계적 수용기가 소실되고 통증이 발생하며 염증 반응과 관절간격의 불일치성이 증가하고 이로 인한 일상생활동작의 감소로 고유수용성 감각이 적게 자극됨으로 균형조절능력이 저하되는 특징을 가지고 있다(Barrack 등, 1983; Kaplan 등, 1985).

퇴행성관절염의 정도에 따라 고유수용성 감각이 소실되며, 정상 관절에서 전후방 십자인대의 기계적 수용기가 슬관절의 중요한 고유수용성 감각으로 작용한다(Barrett 등, 1991; Dennis 등, 2001).

퇴행성관절염 치료는 약물치료, 전통적인 물리치료, 수술 방법 등을 시행하고 있으며, 퇴행성관절염의 정도나 환자 개체 특이성으로 증상 완화에 차이가 있다. 약물 치료와 전통적인 물리치료는 퇴행성관절염 치료에 한계가 있음을 인식하고 수술법인 슬관절 전치환술을 통하여 환자의 증상을 완화 시키려고 노력하고 있다(석세일 등, 2006).

### 2. 슬관절 전치환술 방법

슬관절 치환술은 환자의 통증 감소, 슬관절의 관절의 일치성을 높여 줌으로 안정성이 향상, 고유수용성 감각의 향상 및 균형조절 능력 향상, 그리고 보행 등 기능 회복을 위하여 퇴행성관절염 환자에게 많이 행하여지고 있는 치료법이다(이항오, 2006; Insall, 1993; Andriacchi 등, 1982; Dorr 등, 1988; Li 등, 1995; Simmons 등, 1996).

슬관절 치환술은 부분치환술과 전치환술로 구분되며, 또 전치환술은 후방십자인대 보존형과 대치형으로 구분된다.

슬관절 부분치환술은 1970년대 초기에 소개되어 부분 퇴행성관절염 환자들을 대상으로 시행되었다. 슬관

절 조직의 적은 절개, 대퇴골 및 경골의 적은 절골, 적은 양의 인공물 삽입 및 관절 외측부분과 전방십자인대의 구조물을 유지 할 수 있음으로 빠른 회복과 조기 재활에 의한 정상에 가까운 기능 회복 및 입원 기간 단축 등의 장점이 있다. 그러나 슬관절 전치환술에 비하여 대상 환자가 제한적이며 수술 후 15년 이상 생존율에서 다소 떨어진다는 보고되었다(이향오, 2006; 정영복과 이용석, 2004; 석세일 등, 2006).

슬관절 전치환술은 대퇴골관절의 관절면과 슬개 대퇴관절의 관절면 등 3구획 인공물(tricompartmental prosthesis) 치환 형태의 수술법이다. 여기에 후방십자인대 보존형과 후방십자 절제형으로 나누는데, 경도의 변형을 보이는 슬관절에는 후방십자인대를 보존하는 형태의 수술법을 시행하며, 심한 변형을 동반한 슬관절에는 후방십자인대 절제형 수술법을 시행한다. 후방십자인대 절제형에는 후방십자인대를 절제하고 삽입하는 폴리에틸렌의 깊을 깊게 하여 관절의 안정성을 높이는 가동형 인공관절 후방십자 절제형과 후방십자인대 대치인공물을 삽입하는 형태의 후방십자인대 대치형 절제술이 있다. 후방십자인대의 보존과 대치법에 따른 증상 변화에는 차이가 없는 것으로 알려져 있다(정영복 등, 2000). 이와 같은 슬관절 전치환술의 경우 수술자의 충분한 이론적 지식과 수술 기법에 따라 성공 여부가 좌우됨으로 최근 네비게이션 시스템을 이용하여 컴퓨터로 제어하여 절골과 정열을 맞춤으로 정확한 수술이 가능하도록 하고 있다.

### 3. 슬관절 전치환술 이후의 환자 증상 변화

환자의 통증을 경감되고 슬관절의 관절의 일치성을 향상으로 관절의 불안정성이 감소되고 관절 가동 범위가 증가된다(Insall, 1993; Andriacchi 등, 1982; Dorr 등, 1988; Li 등, 1995; Simmons 등, 1996).

슬관절 굴곡각도가 증가하는데, 슬관절 전치환술을 받은 환자의 굴곡각도 보다 슬관절 부분치환술을 받은 환자의 굴곡각도가 더 크게 증가하였다(이향오, 2006; Laurencin 등, 1991).

Kono 등(1989)은 슬관절 전치환술 이후 초기에 CPM

을 이용한 수동운동이나 환자 스스로 하는 능동 운동 모두 관절가동범위 증가에 유용한 운동방법들이라고 하였으나, Bradley 등(1987)은 환자의 능동적인 참여가 없는 관절가동범위는 유지 될 수 없으므로 환자의 적극적인 운동 참여를 강조하였다.

많은 연구에서 슬관절 전치환술 이후 수술 후 좁았던 관절 간격이 확보되고, 슬관절의 정렬이 좋아지며, 통증이 감소하고 움직임이 좋아져 주변 조직이 정상화되어 고유수용성 감각과 균형 능력 및 일상생활 수행 능력이 좋아 졌다고 보고하고 있다(Attfield 등, 1996; Barr ett 등, 1991; Insall, 1993; Swanik 등, 2004; Warren 등, 1993;).

### 4. 슬관절 전치환술 이후의 고유수용성 감각의 변화

고유수용성 감각은 관절에 있는 기계적 수용기와 근육의 기계적 수용기에서 관절의 움직임과 긴장도 등으로 관절의 위치와 움직임을 인식하게 된다(Faris 등, 1988; Kaplan 등, 1985; Kokmen 등, 1978; Lephart 등, 1998). 특히 슬관절의 경우 인대에 존재하는 기계적 수용기에 의한 감각 입력이 중요한 것으로 알려져 있다(Faris 등, 1988; Lephart 등, 1998; Kaplan 등, 1985; Kokmen 등, 1978). 슬관절 전치환술 이후 고유수용성 감각의 변화에 대해 선행 연구자들은 상반된 의견을 제시하고 있다.

#### 1) 슬관절 전치환술 이후 고유수용성 감각이 향상된다.

Barrett 등(1991)은 퇴행성 관절염 환자 45명과 슬관절 전치환술을 받은 환자 21명을 대상으로 관절의 위치 오류에 대해 검사한 결과 슬관절 치환술을 받은 환자가 퇴행성 관절염 환자보다 관절의 위치 감각의 정확성이 더 좋았다고 보고하였다.

Warren 등(1993)은 후방십자인대 보존형과 대치형을 각각 받은 환자의 관절의 위치 감각을 비교분석한 결과 두가지 수술법 모두 관절의 위치 감각에 향상을 보였으며, 특히 후방십자인대 보존형에서 더 큰 향상을 보였다고 보고하였다.

Swanik 등(2004)은 슬관절 전치환술 중 십자인대 대치형과 보존형 환자 20명을 대상으로 수동 관절각도 재현 방법으로 관절의 위치각각을 검사하였고 관절이 수동적으로 움직일 때 움직임을 인식하는 역치를 통하여 운동 감각을 검사한 결과 두수술법 모두 고유수용성 감각에 향상을 보였으며, 두 수술방법에 따른 차이는 없었다고 보고 하였다.

김주오 등(2006)은 슬관절 전치환술을 받은 환자 26명을 대상으로 수술 이후 시각적 정보의 차단 여부에 따라 고유수용성 감각과 균형 수행 능력에 차이를 보았는데 후방십자인대 보존형과 대치형 사이에서의 고유수용성 감각과 균형 수행 능력에 두 수술법에 따른 차이 없이 모두 향상되었다고 보고하였다.

이는 수술후 슬관절의 관절의 간격이 일정하여져 관절 손상 조직의 자극이 감소하였고 통증과 염증반응이 감소함으로 고유수용성 감각이 좋아졌을 것이라고 생각한다(Barrack 등, 1983; Kaplan 등, 1985).

## 2) 슬관절 전치환술 이후 고유수용성 감각의 변화가 없다.

Ishii 등(1997)은 48명의 슬관절 전치환술 받은 환자와 대조군 슬관절 사이에 active-active 검사법으로 관절의 위치각각을 검사하였을 때 차이가 없음을 보고하였다.

Skinner 등(1984)은 퇴행성관절염 환자는 슬관절 전치환술 이전에 이미 고유수용성 감각에 신경학적 장애가 있으므로 수술 이후 고유수용성 감각의 증가나 감소와 같은 변화는 일어나지 않을 것이라고 하였다.

Fuchs 등(2003)은 전후방십자인대 보존형태의 슬관절 전치환술을 받은 환자의 수술 받은 슬관절과 수술 받지 않은 슬관절의 고유수용성 감각과 균형 수행 능력에 차이가 없다고 보고 하였다.

## 3) 슬관절 전치환술 이후 고유수용성 감각이 감소된다.

Pap 등(2000)은 슬관절 전치환술 받은 환자 15명과 동일 나이대의 대조군 15명을 대상으로 관절의 수동 움직임 검사와 특정 각도에서 멈추는 위치 감각 검사에

서 슬관절 전치환술 환자에서 모두 감각이 떨어진다고 하였다. 이는 슬관절 전치환술로 인하여 관절내 수용기가 포함된 여러 구조물이 제거되고 인공삽입물로 대체됨으로 인하여 고유수용성 감각이 감소하였다고 보고 하였다. 전후방십자인대와 연골 및 관절낭과 내외측부인대 등에 존재하는 관절의 기계적 수용기에 의하여 고유수용성 감각이 입력됨으로 슬관절 전치환술에 의하여 제거되거나 절개된 이러한 조직들에게서 고유수용성 정보를 받지 못함으로 고유수용성 감각이 감소한다. 슬관절 전치환술로 통증이 경감하고 보행 능력이 향상됨으로 고유수용성 감각이 감소하였음에도 불구하고 고유수용성 감각이 증가 하였다고 오해하는 경향이 있다.

이와 같이 연구자마다 모순된 연구 결과는 보고하는데, 이는 고유수용성 감각을 측정하는 방법과 기구의 차이와 개인의 특이성, 나이에 따른 고유수용성 감각의 변화, 수술법에 사용된 삽입물의 형태 차이 등 여러 가지 원인으로 상반된 주장을 하는 것 같다(Skinner 등, 1984; Warren 등, 1993).

## 5. 슬관절 전치환술 이후의 균형 수행 능력 및 보행의 변화

균형은 기저면내에 무게 중심을 유지하는 것을 의미하는데 고정된 지지면에 흔들림 없이 있을 수 있는 능력으로 균형을 유지하기 위하여 시각 및 체성각각과 전정각각을 포함한 감각요소, 중추 신경계의 감각 상호작용, 적절한 근골격계 요소의 반응이 이루어져야 균형을 유지 할 수 있다(배성수 등, 1992; Nichols 등, 1996; Chandlere 등, 1990). 균형 수행 능력은 시각, 청각, 고유수용성 감각에 따라 변화를 보이며, 특히 고유수용성 감각과 전정계 손상의 경우 시각이 정적 균형에 중요한 역할을 한다(Shumway-Cook과 Horak, 1986; Nashner 등, 1983).

노인의 균형 수행 능력을 저하 시키는 감각 요소의 변화 중 하지의 고유수용성 감각의 저하가 가장 큰 요인이며, 시각과 전정계는 보조적인 요인이다(Lord 등, 1993).

몇몇 연구자들은 슬관절 전치환술을 받은 환자는 보행능력의 향상을 가져오나, 활보장이 짧고 입각기시 슬관절의 굴곡각도가 감소하는 등 정상 보행과는 차이가 있다고 보고하였다(Murray 등, 1983; Olsson과 Barck, 1986; Berman 등, 1987; Otsuki 등 1999).

어떤 연구자들은 슬관절 전치환술을 받은 환자와 슬관절 부분치환술을 받은 환자 모두에서 정상에 가까운 보행으로 회복된다고 보고 하였다(이향호, 2006).

### III. 결 론

선행 연구들에서 슬관절 전치환술 이후 고유수용성 감각의 증감 여부에 대해 상이한 결과들을 보고하고 있으나, 최근 연구들은 고유수용성 감각이 감소한다는 의견을 제시함으로써 수술 이후 물리치료 프로토콜에서 고유수용성 감각에 대한 부분을 첨가하여 만들어야 할 것이다. 향후 우리나라에서도 슬관절 전치환술 이후의 고유수용성 감각에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

슬관절 전치환술 이후 새로운 관절범위를 유지하고 기능적인 활동을 위해 환자의 능동적인 참여가 무엇보다 중요하다. 따라서 PNF와 같이 관절과 근육의 고유수용기를 최대한 자극하며 환자의 능동적인 참여와 기능적인 동작이 포함된 물리치료가 슬관절 전치환술을 받은 환자에게 매우 효과적일 것이다.

### 참 고 문 헌

김주오, 박분주, 임한기, 노경환. 슬관절 전치환술후 자세균형조절기능. 대한슬관절학회지. 18(2):167-174, 2006.

배성수, 김한수, 이현옥 등. 인체의 운동. 서울. 현문사. 1992.

석세일, 이춘기, 안정국 등. 정형외과학. 제 6판. 서울. 최신의학사. 2006.

신문균, 권혁철, 김현숙 등 역. 관절생리학 II. 서울. 현문사. 1998.

이향호. 동일 환자에서 슬관절 전치환술 및 부분치환술

후 비교 보행 분석. 을지의과대학교 대학원 석사학위논문. 2006.

정영복, 이용석. 슬관절 부분치환술. 대한정형외과학회지. 39(1):108-114, 2004.

정영복, 태석기, 진희재, 송광섭, 이재성. 슬관절 전치환술시 후방십자인대 보존형과 절제형간의 임상적 비교. 대한슬관절학회지. 12(1):30-36, 2000.

Andriacchi TP, Galante JO, Fermier RW. The influence of total knee replacement design on walking and stair climbing. J Bone Joint Surg. 64(1):1328-1335, 1982.

Attfield SF, Wilton TJ, Pratt DJ, Sambatakakis A. Soft tissue balance and recovery of proprioception after total knee replacement. J Bone Joint Surg. 78(2):540-545, 1996.

Barrett DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. J Bone Joint Surg. 73(1):53-56, 1991.

Barrack RL, Skinner HB, Cook SD et al. Effect of articular disease and total knee arthroplasty on knee joint position sense. J Neurophysiol. 50(3):684-687, 1983.

Berman AT, Zarro VJ, Bosacco SJ, Israelite C. Quantitative gait analysis after unilateral or bilateral total knee replacement. J Bone Joint Surg Am. 69(9):1340-1345, 1987.

Bradley GW, Freeman MAR, Albrektsson BEJ. Total prosthetic replacement of ankylosed knee. J of Arthroplasty. 2(3):179-183, 1987.

Chandler JM, Ducan PW, Studenski SA. Balance performance on the postural stress test. Phys Ther. 70(7):410-415, 1990.

Dennis D, Komistek R, Scuderi G et al. In vivo three-dimensional determination of kinematics for subjects with a normal knee or unicompartmental or total knee replacement. J Bone Joint Surg. 84:104-115, 2001.

- Dorr LD, Ochsner JL, Gronley J et al. Functional comparison of posterior cruciate retained versus cruciate sacrificed total knee arthroplasty. *Clin Orthop*. 236;36-43, 1988.
- Faris PM, Jiang CC, Otis JC et al. Proprioceptive input of the posterior cruciate ligament in knee prostheses. *Trans Orthop Res Soc*. 13;358, 1988.
- Fuchs S, Tibesku CO, Genkinger M et al. Proprioception with bicondylar sledge prostheses retaining cruciate ligament. *Clin Orthop*. 406; 148-154, 2003.
- Insall JN. *Surgery of the knee*. 2nd ed. New York. Churchill Livingstone. 1993.
- Ishii Y, Terajima K, Terashima S et al. Comparison of joint position sense after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 12(5);541-545, 1997.
- Kaplan FS, Nixon JE, Reitz M et al. Age related changes in proprioception and sensation of joint position. *Acta Orthop Scand*. 56;72-74, 1985.
- Kokmen E, Bossemeyer RW, Williams WJ. Quantitative evaluation of joint motion sensation in an aging population. *J Gerontol*. 33(1);62-67, 1978.
- Kono H, Ryu J, Kobayashi S. Use of continuous passive motion in the postoperative rehabilitation of total knee replacement. *Joint Surg*. 16;95-100, 1989.
- Laurencin CT, Zelicof SB, Scott RD et al. Unicompartmental versus total knee arthroplasty in the same patient. *Clin Orthop Relat Res*. 273; 151-156, 1991.
- Lephart SM, Pincivero DM, Rozzi SL. Proprioception of the ankle and knee. *Sports Medicine*. 25(3);149-155, 1998.
- Levangie PK, Norkin CC. *Joint structure and function*. 3rd ed. Philadelphia. FA Davis company. 2001.
- Li E, Ritter MA, Moilanen T, Freeman MA. Total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 10;560-570, 1995.
- Lord SR, Caplan GA, Ward JA. Balance, reaction time and muscle strength in exercising and non-exercising older women: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*. 74(8);837-839, 1993.
- Lord SR, Clark RD, Webster IW. Physiological factors associated with falls in an elderly population. *J Am Geriatr Soc*. 39(12);1194-1200, 1991.
- Murray MP, Gore DR, Laney WH et al. Kinesiologic measurements of functional performance before and after double compartment marmor knee arthroplasty. *Clin Orthop*. 173;191-199, 1983.
- Nashner LM, Shumway-Cook A, Marin O. Stance postural control in select groups of children with cerebral palsy. *Exp Brain Res*. 49(3);393-409, 1983.
- Nichols DS, Miller L, Colby LA et al. Sitting balance : its relation to function in individuals with hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil*. 77(9);865-869, 1996.
- Nordin M, Frankel VH. *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 2001.
- Olsson E, Barck A. Correlation between clinical examination and quantitative gait analysis in patients operated upon with the Gunston Hult knee prosthesis. *Scand J Rehab Med*. 18(3);101-106, 1986.
- Otsuki T, Nawata K, Okuno M. Quantitative evaluation of gait pattern in patients with osteoarthritis of the knee before and after total knee arthroplasty : gait analysis using a pressure measuring system. *J Orthop Sci*. 4(2); 99-105, 1999.
- Pap P, Meyer M, Weiler HT, Machner A, Awiszus F. Proprioception after total knee arthroplasty.

- Acta Orthop Scand. 71(2);153-159, 2000.
- Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance. *Phys Ther.* 66(10);1548-1550, 1986.
- Simmons S, Lephart S, Rubash H et al. Proprioception after unicondylar knee arthroplasty versus total knee arthroplasty. *Clin Orthop.* 331;179-184, 1996.
- Skinner HB, Barrack RL, Cook SD. Age-related decline in proprioception. *Clin Orthop.* 184; 208-211, 1984.
- Swanik CB, Lephart SM, Rubash HE. Proprioception kinesthesia and balance after total knee arthroplasty with cruciate retaining and posterior stabilized prosthesis. *J Bone Joint Surg.* 86(2);328-334, 2004.
- Warren PJ, Olanlokun TK, Cobb AG et al. Proprioception after knee arthroplasty. *Clin Orthop.* 297;182, 1993.
- Wegener L, Kisner C, Nichols D. Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 25(1);13-18, 1997.