

슬관절의 운동학적 분석*

김 재 현

선린대학 물리치료과

Arthrokinetic Analysis of Knee Joint

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

Department of Physical Therapy, Sunlin college

<Abstract>

Purpose : To describes the important aspects of knee joint movement and function used when applying PNF technique to the lower limb.

Method : The knee was a very important roles in the lower limb movement and ambulation. This study summarizes the physiologic movement of knee to the PNF lower extremity patterns.

Result : The tibiofemoral joint is usually described as a modified hinge joint with flexion-extension and axial rotation by two degrees of freedom movement. These arthrokinematics are a result of the geometry of the joints and the tension produced in the ligamentous structures. The patellofemoral joint is a sellar joint between the patella and the femur. Stability of the patellofemoral joint is dependent on the passive and dynamic restraints around the knee. In a normal knee the ligaments are inelastic and maintain a constant length as the knee flexes and extends, helping to control rolling, gliding and translation of the joint motions.

Conclusions : It is important to remember that small alterations in joint alignment can result in significant alterations in patellofemoral joint stresses and that changes in the mechanics of the patellofemoral joint can also result in changes in the tibiofemoral compartments. Successful treatment requires the physical therapist to understand and apply these arthrokinematic concepts. When applied to PNF low extremity patterns, understanding of these mechanical concepts can maximize patient function while minimizing the risk for further symptoms or injury.

* 본 연구는 선린대학 학술연구 지원비에 의해 수행되었음.

교신저자 : 김재현(e-mail: kjhc@sunlin.ac.kr)

논문접수일: 2007년 12월 20일 / 수정접수일: 2008년 1월 15일 / 게재승인일: 2008년 2월 12일

I. 서 론

슬관절은 인체에서 가장 큰 관절 중 하나로 복잡한 구조로 여러 관절을 포함한 복합 관절이다. 하지의 움직임에 관여하고 체중을 지지하고 이동시키는 역할을 한다. 3면에서 움직임이 일어나는 시상면에서의 굴곡과 신전 움직임이 매우 크게 일어나며 수평면에서의 내회전 외회전 움직임 및 관상면에서의 내전과 외전 움직임은 작게 일어난다. 기립자세를 유지하기 위하여 고관절과 족관절과 함께 체중을 지지하는 역할을 하며, 체중을 좌우, 전후로 움직여 이동이 가능하도록 돕는다(Levangie와 Norkin, 2001; Nordin과 Frankel, 2001).

슬관절은 안정성과 가동성이 함께 요구되어지는 관절로 그만큼 손상 받을 가능성이 높은 관절이다(권혁수 등, 2004; 신문규 등, 1998). 또 신체에서 가장 긴 뼈 들 중 하나인 대퇴골과 경골사이의 움직임으로 생체 지렛팔이 길어서 큰 힘과 모멘트가 발생하게 됨으로 손상받기 쉽다. 이러한 모멘트에 대항하여 여러 연부조직이 슬관절의 안정성에 관여한다. 정적인 기립상태에서는 무게중심이 슬관절 앞쪽을 통과하여 신전 모멘트가 발생한다. 슬관절 후방의 인대와 관절낭이 신전 모멘트에 대항하여 슬관절의 안정성을 확보한다. 따라서 기립자세에서는 근육의 활동에 의한 능동적인 안정성 인자 보다 인대나 관절낭 등에 의한 수동적인 안정성 인자가 슬관절의 안정성에 중요한 역할을 한다. 보행과 같은 이동의 경우 신체 무게 중심선이 슬관절 보다 앞을 통과 하느냐 뒤로 통과 하느냐에 따라 슬관절의 안정성에 관여하는 인자는 달라진다. 슬관절 후방을 통과하게 되면 굴곡 모멘트가 발생하므로 이에 대항하여 대퇴사두근의 수축을 통한 신전 모멘트를 만들어 주어야 한다. 시상면에서 슬관절의 순간 중심 경로(움직임 축)가 한자리에 있는 것이 아니라 반원을 그리며 이동하고, 횡단면에서는 회전 축이 신전에서는 전십자인대 부근에서 굴곡 45°에서는 후십자 인대 부근으로 이동하였다가 굴곡 90°에서는 그 중간정도에 나타났다. 이와 같이 축이 정확한

이동 경로로 움직이지 않았을 때 손상이 발생한다(신문규 등, 1998; Nordin과 Frankel, 2001; Neumann, 2002).

하나의 관절낭 내에 경골과 대퇴골이 만나 이루는 경대퇴 관절, 슬개골과 대퇴골이 만나 이루는 슬개대퇴 관절로 구성되어 있다. 주변에 상경골비골 관절이 있으나, 슬관절의 역할과 움직임에 영향을 주지 않으므로 대부분 슬관절 복합체에는 포함시키지 않는다(Levangie와 Norkin, 2001).

체중이 가해진 상태에서 시상면에서 굴곡과 신전을 반복함으로 퇴행성 관절염이 많이 발생하며, 특히 쪼그려 앉는 자세나 비정상적인 체중지지로 인한 슬관절의 손상으로 물리치료실에 내원하는 환자가 늘어나고 있다. 이러한 슬관절 환자의 치료로 PNF 하지 패턴이 많이 사용하고 있다. 슬관절 환자들을 치료하기 위해 PNF 하지 기법을 이용하는 물리치료사들은 정확한 진단과 치료를 위하여 환자들의 손상 인자를 정확히 파악하고 더 효과적으로 치료하기 위하여 슬관절의 움직임에 대한 이해가 필요하다. 따라서 본 연구는 슬관절의 움직임을 운동학적으로 분석함으로 이러한 물리치료사들에게 슬관절의 움직임에 대한 이해를 높이고자 한다.

II. 본 론

A. PNF 하지 패턴

1. PNF 하지 패턴의 종류

대각선이며 대단위운동인 고유수용성 신경근 축진법의 하지 패턴에는 편측 하지 패턴을 기본 패턴으로 슬관절의 굴곡과 신전이 포함된 패턴, 양하지 패턴이 있다(구봉오 등, 2000; 배성수, 1993; Sullivan과 Markos, 1996).

먼저 기본이 되는 편측 하지 패턴에는 골반 전인, 고관절 굴곡과 내전과 외회전, 족관절 배측굴곡과 내반을 동반한 패턴(D1F), 대각선으로 짝을 이루는 패턴은 골반 후인, 고관절 신전과 외전과 내회전, 족관절 저측굴곡과 외반을 동반한 패턴(D1E)이다. 또 골반 거상, 고관절 굴곡과 외전과 내회전, 족

관절 배측굴곡과 외반을 동반한 패턴(D2F), 대각선으로 짝을 이루는 패턴은 골반 하강, 고관절 신전과 내전과 외회전, 족관절 저축굴곡과 내반을 동반한 패턴(D2E)이다.

슬관절의 굴곡과 신전이 포함된 패턴에는 고관절 굴곡일때 슬관절 굴곡을 포함한 패턴을 시행하고 고관절 신전 일때 슬관절 신전을 포함한 패턴, 반대로 고관절 굴곡 일때 슬관절 신전을 포함한 패턴을 시행하고 고관절 신전 일때 슬관절 굴곡을 포함한 패턴이 있다. 고관절의 굴신과 슬관절 굴신이 동일한 패턴에는 D1F 패턴에 슬관절 굴곡을 포함한 패턴, D1E 패턴에 슬관절 신전을 포함한 패턴이다. 또, D2F 패턴에 슬관절 굴곡을 포함한 패턴, D2E 패턴에 슬관절 신전을 포함한 패턴이다. 고관절 굴신과 슬관절 굴신이 반대가 되는 패턴에는 D1F 패턴에 슬관절 신전을 포함한 패턴, D1E 패턴에 슬관절 굴곡을 포함한 패턴이다. 또, D2F 패턴에 슬관절 신전을 포함한 패턴, D2E 패턴에 슬관절 굴곡을 포함한 패턴이다.

양하지를 이용한 패턴에는 양하지 굴곡과 슬관절 굴곡 패턴과 양하지 신전과 슬관절 신전 패턴이다. 이는 양하지가 비대칭적으로 움직임이다(구봉오 등, 2000; 배성수 등, 1998; Sullivan과 Markos, 1996).

2. PNF 하지 패턴에 작용하는 근육

D1F 패턴에 작용하는 근육은 고관절 굴곡과 내전과 외회전을 위해 장요근과 외폐쇄근, 족관절 배측굴곡과 내반을 위해 전경골근과 장지신근이 작용한다. D1E 패턴에 작용하는 근육은 고관절 신전과 외전과 내회전을 위해 중둔근, 족관절 저축굴곡과 외반을 위해 장비골근과 비복근의 외측두와 무지내전근이 작용한다. D2F 패턴에 작용하는 근육은 고관절 굴곡과 외전과 내회전을 위한 대퇴근막장근, 족관절 배측굴곡과 외반을 위해 단비골근이 작용한다. D2E 패턴에 작용하는 근육은 고관절 신전과 내전과 외회전을 위한 대둔근, 족관절 저축굴곡과 내반을 위한 후경골근과 비복근의 내측두와 장모지골근이 작용한다(구봉오 등, 2000; Sullivan과 Markos, 1996, Martini, 2004).

D1F 패턴에 슬관절 굴곡이 포함된 패턴은 봉궁근과 반막양근이 추가로 작용하며, D1E 패턴에 슬관절 신전이 포함된 패턴은 중간광근이 추가로 작

용한다. D2F 패턴에 슬관절 굴곡이 포함된 패턴은 슬와근이 추가로 작용하며, D2E 패턴에 슬관절 신전이 포함된 패턴은 내측광근이 추가로 작용한다(구봉오 등, 2000; Sullivan과 Markos, 1996, Martini, 2004).

D1F 패턴에 슬관절 신전이 포함된 패턴은 대퇴직근과 내측광근이 추가로 작용하고, D1E 패턴에 슬관절 굴곡이 포함된 패턴은 대퇴이두근이 추가로 작용한다. D2F 패턴에 슬관절 신전이 포함된 패턴은 외측광근이 추가로 작용하며, D2E 패턴에 슬관절 굴곡이 포함된 패턴은 반건양근이 추가로 작용한다(구봉오 등, 2000; Sullivan과 Markos, 1996).

양하지 패턴은 우측하지 D1F 패턴과 좌측하지 D2F 패턴을 시행할 경우 우측하지는 D1F 패턴에 작용하는 근육이, 좌측하지는 D2F 패턴에 작용하는 근육이 각각 작용한다. D1E 패턴과 D2E 패턴을 함께 하는 양하지 패턴도 동일하게 좌우하지의 패턴에 맞는 근육만 작용한다(구봉오 등, 2000; Sullivan과 Markos, 1996).

B. 경대퇴 관절

1. 경대퇴 관절의 움직임

대퇴과와 경골과에 의해 만들어지는 관절로 시상면에서 굴곡이 130~140°, 과신전이 5~10° 일어난다(Boone와 Azen, 1979; Roach와 Miles, 1991). 수평면에서 회전이 30~40° 정도, 관상면에서 내전과 외전 0~10° 정도 일어난다. 대퇴골의 관절면은 크고 볼록한 내측과와 외측과로 구성되며 내측과가 상대적으로 조금 더 크며 두과는 좁은 과간절혼으로 전면에서 후면까지 분리되어 있으며, 과간절혼의 크기가 작아 전십자인대 손상의 한 원인이 된다(Shelbourne, 1998). 경골의 관절면은 내외측에 오목한 관절면이 있고 가운데 과간융기가 있다. 대퇴과는 크고 경골과는 작아 관절면이 일치하지 않는다. 슬관절을 형성하는 뼈와 관절낭, 반월판, 인대, 근육들이 모두 정상적으로 작용하여야 슬관절의 안정성이 확보되어 정상적인 슬관절의 움직임이 일어날 수 있다(Nordin과 Frankel, 2001).

관절면의 일치성을 높여주기 위해 경골의 관절면 위에 내외측 반월판이 존재하는데, 내측 반월판은 큰 반월형(C자형)이고 외측 반월판은 작은 원형(O자형)이다. 외측으로 갈수록 두껍고 내측으로 갈수록

로 얇은 쇠기 모양이다. 반월판은 관절면의 일치성을 높여 주어 특정 부분에 스트레스가 집중 되는 것을 방지하며 접촉 면적이 넓어 안정성이 높아진다. 또 하중에 의한 슬관절 연골의 압박력을 감소시켜주고 윤활 역할 및 마찰력 감소 등의 역할을 한다(Krause 등, 1976; Seedhom, 1976; Neumann, 2002).

경대퇴 관절의 안정성에 내외측부 인대, 전후십자인대, 슬와 인대와 같은 인대가 중요한 역할을 한다. 내측부 인대는 전후방 섬유로 구성되어 있으며, 전방섬유는 약간 전방을 향하는 사선모양으로, 후방섬유는 후방을 향하는 사선 모양으로 주행하며, 내측 반월판에 부착되어 있고, 슬관절의 외반과 과도한 신전 및 과도한 회전 등을 제어한다. 외측부 인대는 거의 관절면에 수직으로 주행하면서 슬관절의 내반과 과도한 신전 및 과도한 회전 등을 제어한다(Neumann, 2002; Seering 등, 1980; Wang 등, 1973). 전십자인대는 경골의 전방 안정성에 후십자인대는 경골의 후방 안정성에 관여 한다(Beynon 등, 1992; Fu 등, 1994).

2. 경대퇴 관절의 움직임에 작용하는 근육

시상면에서 굴곡과 신전이 0~140°의 움직임이 일어나거나 보행을 위해서는 0~70°, 계단 오르기를 위해서는 0~90°, 의자에 앉고 서기는 0~100°, 신발 끈 묶기는 0~110°, 물건들어올리기는 0~120° 정도의 운동 범위가 필요하다(Holden 등, 1997; Kettelkamp 등, 1970; Laubenthal 등, 1972; Nordin과 Frankel, 2001; Perry 등, 1992). 굴곡과 신전동작의 축이 고정되어 있지 않고 이동하며, 축의 이동경로 이상으로 슬관절의 움직임에 문제를 일으킨다(Smith 등, 1996; Hollister 등, 1993; Nordin과 Frankel, 2001). 슬관절 굴곡근은 대퇴이두근, 반건양근, 반막양근을 포함한 슬괵근이 주동근이며 그 외 봉근근, 박근, 비복근이 보조하기도 한다. 대퇴이두근은 슬관절을 굴곡과 하퇴 내회전을 일으키고 반건양근과 반막양근은 슬관절 굴곡과 함께 하퇴 내회전을 일으킨다. 봉근근은 고관절의 굴곡과 외회전을 동반한 슬관절 굴곡, 박근은 고관절 내전을 동반한 슬관절 굴곡, 비복근은 족관절 저축 굴곡을 동반한 슬관절 굴곡을 발생시킨다(Synder 등, 2005). 정확한 근육 훈련을 위해 이러한 복합적인 움직임에 대한 정확한

인식이 필요하다. 슬관절 신전근은 대퇴직근, 중간광근, 내측광근, 외측광근을 포함한 대퇴사두근이 주동근이다. 대둔근은 대퇴를 후방으로 당겨서 슬관절의 신전을 보조하기도 한다. 대퇴사두근의 근력 강화 훈련을 위해서는 먼저 슬괵근의 길이를 확인해야 한다. 근력 강화와 같은 훈련을 위해 길항근의 길이를 고려해야 한다(권혁수 등, 2004).

수평면에서 수동적으로 내회전 10° 외회전 20°의 움직임을 만들 수 있으나, 보행시에는 입각기의 슬관절 신전하는 동안 외회전이 시작되어서 유각기 끝에서 최대가 되며, 유각기에서 슬관절을 굴곡하는 동안 내회전이 일어나 총 4~13°의 회전 동작이 일어난다. 슬관절이 굴곡하면 회전이 용이하나 신전하면 인대의 긴장으로 회전이 일어나지 않는다(Mossberg와 Smith, 1983; Ostering 등, 1980)슬관절을 신전하면 하퇴가 외회전하는 움직임이 동반되는데 이를 'Screw home motion'이라고 한다. 이는 대퇴의 내측과가 외측과보다 더 길어 경골의 내측과가 더 많이 움직이게 되고, 슬관절이 신전됨에 따라 전십자인대가 긴장되는데 이 긴장도에 의해 경골을 외회전 방향으로 당기게 되고, 대퇴사두근이 수축하면 경골을 외측으로 당김으로 인해 슬관절이 신전함에 따라 경골이 외회전하게 된다(Fuss, 1992; Rajendran, 1985; Williams 등, 1995).

관상면에서 수동적으로 내전과 외전이 0~10° 일어난 수 있다(Markolf 등, 1978). 보행시에는 발뒤꿈치 닫기와 입각기 초기에 최대로 외전되고 유각기동안 내전되어 총 11°도 외전 내전 동작이 일어난다(Kettelkamp 등, 1970).

3. 닫힌 사슬 운동의 효과

슬관절의 회복 방법으로 닫힌 사슬 운동을 많이 시행하고 있으며, 특히 전십자 인대 손상환자의 재활에 있어서 그 장점을 살려 많이 사용되고 있다(Hooper 등, 2001; Kaland 등, 1990). 슬관절에 발생하는 힘에는 대퇴골에 비해 경골이 전방으로 밀리는 전단력과 경대퇴 관절에서 발생하는 압박력이 있다.

슬관절 신전근 강화 목적으로 열린 사슬 운동을 시행하면 경골 조면이 기시인 대퇴사두근의 수축에 의해 슬관절의 신전과 함께 경골이 대퇴골 보다 전방으로 당겨지는 전단력이 발생하게 된다. 특히 대

퇴사두근의 저항을 발목 부근에 가하면 전단력이 더 많이 발생하게 되고 슬관절 부근에 가하면 전단력과 압박력이 감소한다(Prentice, 2004). 그러나 슬관절 재활에서 열린 사슬 운동의 경우 대퇴사두근의 수축에 비례하여 경골의 전방 전단력이 발생하며, 기능적이지 못한 운동이라는 단점이 있다.

닫힌 사슬 운동의 경우 족관절이 배굴, 슬관절 굴곡, 고관절 굴곡, 골반 전방 경사, 체간 신전 형태의 '스쿼트(squats)' 자세를 취한다. 슬관절에 굴곡 모멘트가 발생함으로 대퇴사두근을 수축하여 더 이상의 슬관절 굴곡이 일어나지 않게 한다(Tang 등, 2001). 대퇴사두근의 수축으로 경골이 전방으로 움직이는 전단력이 발생한다. 그러나 슬딕근이 수축 및 긴장상태로 경골의 후방에서 경골을 후방으로 당겨줌으로 대퇴사두근에 의해 발생한 경골의 전방 전단력을 상쇄시키는 역할을 한다. 이와 같이 굴곡근과 신전이 함께 작용하면 전단력이 감소하게 되어 슬관절의 안정성이 향상된다(Hopkins 등, 1999; Palmitier 등, 1991). 전십자 인대가 손상 받으면 경골이 전방으로 밀려가는 것에 대한 스트레스를 이기지 못한다. 이러한 스트레스는 대퇴사두근의 수축에 의해 경골이 전방 전단력의 발생으로 가중된다. 슬관절에서 발생하는 전방 전단력을 상쇄시키기 위해서 슬딕근을 작용시켜 경골을 후방으로 당기는 역할을 하도록 전십자 인대 손상환자들에게 닫힌 사슬 운동을 권장한다(Hooper 등, 2001; Kaland 등, 1990; Renstrom 등 1986; Solomonow 등 1987). 골반의 전방 기울이기를 충분히 만들어주고 체간을 바로 세우면 슬딕근의 긴장이 향상된다.

많은 물리치료사들이 이러한 닫힌 사슬 운동의 원리를 접목시켜 PNF 상하지 패턴을 이용한 하지 재활운동을 시행하고 있다.

C. 슬개대퇴 관절

1. 슬개골

슬개골은 인체의 대표적인 종자골로 역삼각형 모양이며, 상부는 야간 둥근 모양의 기저부로 사두근건이 부착되며, 하부는 슬개골 침부라고 한다(Levangie와 Norkin, 2001). 슬개골 후부는 중앙에 볼록한 수직융선이 있고 그 옆으로 약간 오목한 내외측면이 존재하며 가장 내측면에는 odd면이 있다(Radin, 1979). 대퇴골의 과간구와 접촉하는 부

분으로 4~5mm의 두꺼운 관절연골이 있어 슬개대퇴 관절에서 발생하는 압박력을 감소시켜준다(Fulkerson과 Hungerford, 1990). 전부는 전체적으로 볼록한 형태이다.

슬개골은 대퇴사두근을 슬관절축에서 보다 멀리 떨어지게 만들어줌으로 지렛팔을 길게 만들어주어 대퇴사두근의 적은 수축으로도 신전이 가능하도록 돕는다. 슬개골이 없을 경우 지렛팔은 짧아져서 슬관절 신전을 위해 더 많은 대퇴사두근의 수축력을 요구할 것이다(Lindahl과 Movin, 1967; Nordin과 Frankel, 2001; Smidt, 1973). 그리고 대퇴사두근과 대퇴과와의 마찰력을 감소시켜주는 역할을 한다(Levangie와 Norkin, 2001).

2. 슬개대퇴 관절의 움직임

슬관절이 굴곡하면 슬개골은 대퇴과를 따라 약 7cm정도 하방으로 활주한다. 슬관절이 중립위나 신전상태에서는 슬개골의 하극과 대퇴구에서 적은 접촉을 하며, 슬관절 굴곡이 90°를 넘어서면 슬개골이 외회전하게 되며 대퇴골의 내측과와 슬개골 내측면과 접촉한다. 완전 굴곡의 경우 슬개골은 대퇴골의 내외측과 사이의 과간구를 따라 움직이며, 슬개골의 오드면과 외측면이 대퇴구와 접하게 된다. 슬관절의 굴곡이 증가하거나 대퇴사두근의 수축이 증가할수록 대퇴과와 슬개골 사이의 접촉 면적은 넓어지고 접촉 압박력이 강하게 나타난다. 슬관절 굴곡 60~90°의 경우 슬개골과 대퇴과가 가장 넓게 접촉하게 된다(Matthew 등, 1977). 슬개대퇴 관절 접촉면이 슬관절의 굴곡 신전에 따라 다르게 나타나며, 특히 슬개골의 내측면은 지속적으로 접촉함으로 슬개골의 내측면에서 퇴행성 변화가 빠르게 발생한다(Aglietti 등, 1983; Levangie와 Norkin, 2001).

슬관절이 굴곡함에 따라 슬개골은 시상면에서 대퇴골의 슬개면에서 대퇴골과 사이로 미끄러지듯 움직이며, 슬관절을 신전하는 경우 반대 방향으로 움직임이 일어난다(Hefzy, 1991) 슬개골이 대퇴과 사이로 움직이면서 수직축을 기준으로 회전이 발생하여 슬개골 경사가 일어난다. 이는 대퇴의 외측과가 내측과에 비하여 더 돌출되어 있어 슬관절을 굴곡할 때 약 11°정도의 내측 경사가 발생하는 것이다(Fujikawa 등, 1983; Hefzy 등, 1991). 슬개골 하부인 침부는 경골조면까지 인대로 강하게 연결되

어 있어 경골의 회전에 따라 슬개골의 회전이 발생한다. 즉 슬관절 신전의 경우 screw home motion으로 경골의 외회전이 발생하고 경골조면과 강하게 연결된 슬개골 첨부가 외측으로 끌려감으로 슬개골의 외측회전이 발생한다. 반대로 슬관절을 굴곡하면 경골이 내회전하게 되고 따라서 슬개골도 내회전이 발생한다(Fujikawa 등, 1983; Sikorski 등 1970). 대퇴 위에서 슬개골의 움직임이 정상적으로 일어나야 정상적인 슬관절의 움직임이 발생한다. 정상적인 슬개골을 수동적으로 움직이면 내측으로 9.6mm, 외측으로 5.4mm, 슬관절을 35° 굴곡한 상태에서는 내측으로 9.4mm, 외측으로 10.0mm의 이동을 보인다(Skalley 등, 1993)

3. 슬개대퇴 관절의 안정성과 관련된 구조물

슬개대퇴 관절은 관절의 일치성이 가장 낮은 관절 중 하나이다(Radin, 1979; Wiberg, 1941). 슬개골은 횡적인 안정인자와 종적인 안정인자에 의해 내외측의 안정을 확보하고 있다(Ficat, 1983). 대퇴사두근의 내외측광근이 내외측의 신전근 지대와 연결되고 내외측 슬개대퇴 인대와 일부 결합함으로써 슬개골의 횡적인 안정 인자로 작용한다(Cox, 1985; Paulos 등, 1980; Williams와 Warwick, 1995). 슬개골 상부는 대퇴사두근과 연결되어 있고 하부는 슬개건과 연결되어 있어 슬개골의 종적인 안정 인자로 작용 한다(Cox, 1985).

III. 결 론

고유수용성 신경근 촉진법의 하지 패턴은 슬관절의 운동성과 안정성을 회복시켜 슬관절의 역할인 하지의 움직임과 체중지지 및 이동을 향상시키려는 목적으로 시행한다.

현재 고유수용성 신경근 촉진법의 여러 패턴과 기법을 달린 시슬 운동과 접목하여 슬관절에 직간접적으로 체중 부하 운동을 시행하고 있다. 이와 같이 물리치료사는 슬관절의 움직임에 대한 많은 지식을 가지고 있어야 다양한 기법과 이론들을 응용하여 환자에게 적용할 수가 있다.

참 고 문 헌

- 권혁수, 권혜정, 김상수 등 역. 정형도수치료진단학. 현문사, 691-793, 2004.
- 구봉호, 권비지, 배성수 등. 신경물리치료학. 대학서림, 33-37, 109-148, 2000.
- 배성수. 고유수용성 신경근 촉진법 원리에 관한 연구. 대한물리치료학회지, 5(1); 109-114, 1993.
- 배성수, 정형국, 김호봉. 고유수용성 신경근 촉진법 패턴의 운동분석. 대한물리치료학회지, 10(1); 213-221, 1998.
- 신문균, 권혁철, 김현숙 등 역. 관절생리학II. 현문사, 66-149, 1998.
- 정인혁. 사람해부학. 아카데미서적, 198-289, 2005.
- Aglietti P, Insall JN, Cerulli G. Patellar pain and incongruence. Clin Orthop. 176:217-223, 1983.
- Beynon B, Howe JG, PopeMH. The measurements of anterior cruciate ligament strain in vivo. Int Orthop, 16:1-12, 1992.
- Boone DC, Azen SP. Normal range of motion of joints in male subjects. J Bone Joint Surg. 61A:756-759, 1979.
- Cox JS. Patellofemoral problems in runners. Clin Sports Med. 4:699-715, 1985.
- Ficat P. Lateral fascia release and later hyper pressure syndrome. Williams and Wilkins. Baltimore; 1983.
- Fu FH, Harner CD, Johnson DL. Biomechanics of the knee ligament: Basic concepts and clinical application. Instr Course Lecture, 43:137-148, 1994.
- Fulkerson JP, Hungerford DS. Disorders of the patellofemoral joint. Williams and Wilkins. Baltimore; 1990.
- Fuss FK. Principles and mechanism of automatic rotation during terminal extension in the human knee joint. J Anat. 180:297-304, 1992.
- Fujikawa K, Seedhom BB, Wright V. Biomech of patellofemoral joint. Engr Med. 12:3-11, 1983.
- Fulkerson JP, Hungerford DS. Disorder of the patellofemoral joint. Williams and Wilkins. Baltimore; 1990.

- Hefzy MS et al. Effects of tibial rotations on patellar tracking and patellofemoral contact areas. *J Biomed Eng.* 14:329, 1991.
- Hollister AM, Jatana S, Singh AK et al. The axes of rotation of the knee. *Clin Orthop.* 290:259-268, 1993.
- Hooper DM, Morrissey MC, Drechsler W. Open and closed kinetic chain exercise in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction: Improvements in level walking, stair ascent, and stair descent. *Am Sport Med.* 34(4):353, 1999.
- Kaland ST, Sinkjaer L, Arendt-Neilsen et al. Altered timing of hamstring muscle action in anterior cruciate ligament deficient patients. *Am Sport Med.* 18(3):245-248, 1990.
- Krause WR, Pope MH, Johnson RJ et al. Mechanical changes in the knee after meniscectomy. *J Bone Joint Surg.* 58A:599-604, 1976.
- Levangie PK, Norkin CC. *Joint structure and function III*, F.A. Davis company. Philadelphia: 326-366, 2001.
- Lindahl O, Movin A. The mechanics of extension of the knee joint. *Acta Orthop Scand.* 38:226, 1967.
- Markolf KL, Graff-Radford A, Amstutz HC. In vivo knee stability. *J Bone Joint Surg.* 60A:664-674, 1978.
- Martini FH. *Fundamentals of anatomy and physiology*, Benjamin Cummings. 280-283, 367-375, 2004.
- Matthews LS, Sonstegard DA, Henke JA. Load bearing characteristics of the patellofemoral joint. *Acta Orthop Scand.* 48:511-516, 1977.
- Mossberg KA, Smith LK. Axial rotation of the knee in women. *J Orthop Sports Phys Ther.* 4:236-240, 1983.
- Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for physical rehabilitation*, Mosby. 435-473, 2002.
- Nordin M, Frankel VH. *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*, Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia: 177-200, 2001.
- Ostering LR, Bates BT, James SL. Patterns of tibial rotary torque in knees of healthy subjects. *Med Sci Sports Exerc.* 12:195-199, 1980.
- Palmitier R, Kai-Nan A, Scott S et al. Kinetic-chain exercise in knee rehabilitation. *Sports Med.* 11(6):402-413, 1991.
- Paulos L et al. Patellar malalignment, a treatment rationale. *Phys Ther.* 60:1624-1632, 1980.
- Perry J. *Gait analysis: Normal and pathological function*, SLACK. 89-110, 1992.
- Sikorski JM, Peters J, Watt I. The importance of femoral rotation in chondromalacia patellae as shown by serial radiography. *J Bone Joint Surg.* 61B: 1970.
- Prentice WE. *Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training*, McGraw Hill. New York: 242-262, 526-578, 2004.
- Radin EL. A rational approach to the treatment of patellofemoral pain. *Clin Orthop.* 144:107-109, 1979.
- Rajendran K. Mechanism of locking at the knee joint. *J Anta.* 143:189-194, 1985.
- Renstrom P, Arms S, Stanwyck T et al. Strain within the anterior cruciate ligament during hamstring and quadriceps activity. *Am Sport Med.* 14:83-87, 1986.
- Roach KE, Miles TP. Normal hip and knee active range of motion: The relationship to age. *Phys Ther.* 71:656-665, 1991.
- Seedhom BB. Loadbearing function of the menisci. *Physiotherapy.* 62:223-226, 1976.
- Seering WP, Piziali RL, Nagel DA. The function of the primary ligament of the knee in varus-valgus and axial rotation. *J Biomech.* 13:785-794, 1980.
- Shelbourne KD, Davis TJ, Klootwyk TE. The

- relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med.* 26:402-408, 1998.
- Skalley TC et al. The quantitative measurement of normal passive medial and lateral patellar motion limits. *Am J Sport Med.* 21:728, 1993.
- Smidt GL. Biomechanical analysis of knee flexion and extension. *J Biomech.* 6:79, 1973.
- Smith KS, Weiss EL, Lehmkuhl LD. *Brunnstrom: Clinical Kinesiology*, 5th ed. F.A. Davis. Philadelphia, 1996.
- Solomonow M, Barata R, Zhou B et al. The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *Am Sport Med.* 15:207-213, 1987.
- Sullivan PE, Markos PD. *Clinical procedures in therapeutic exercise II*, Pearson education. 1996.
- Synder DC, Conner LAM, Lorenz GF. *Kinesiology foundations for OTAs and PTAs*, Thomson Delmar Learning. New York; 287-304, 2005.
- Tang SFT, Chen CK, Hsu R et al. Vastus medialis obliques and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phy Med Rehab.* 82(10):1441-1445, 2001.
- Wang CJ, Walker PS, Wolf B. The effects of flexion and rotation on the length patterns of the ligaments of the knee. *J Biomechan.* 6:587-596, 1973.
- Wiberg G. Roentgenographic and anatomic studies on the femoropatellar joint. *Acta Orthop Scand.* 12:319-409, 1941.
- Williams PL, Bannister LH, Berry M et al. *Gray's anatomy*, 38th ed. Churchill Livingstone. New York; 1995.