

하지정렬의 임상적 측정방법에 대한 분석

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공

공 회 경

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

배 성 수

Analysis of Clinical Measurement Methods of Lower Extremity Alignment

Kong, Hee-Kyung, P.T., M.S.

Department of Physical Therapy, Graduate School of Rehabilitation, Daegu University

Bae, Sung-Soo, P.T., Ph.D.

Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

〈Abstract〉

We need to study about lower extremity alignment because the structure dictates the function of lower extremity. Through lower extremity alignment assessment in static posture, we recognize abnormal structural conditions which could affect dynamic motion such as gait. To evaluate of lower extremity alignment provide so many useful information, but method of measurement is so limited. Therefore, this review will assist understanding for measurement of lower extremity alignment in static posture. From now on study about the objective measurement method must be achieved much more in physical therapy.

I. 서 론

자세란 신체의 각 부분들의 상대적인 정렬이라 정의할 수 있으며(Christie 등, 1995), 올바른 자세는 중력 및 외력에 대해 최대의 생리학적인 신체의 선을 유지하며 최소의 스트레스가 가해지는 생체역학적인 유용한 자세를 뜻한다(Palmer, 1990). 표준자세(standard position)에서 척추는 정상적인 곡선을 이루고 있고, 하반신의 골격은 체중을 유지할 수 있는 이상적인 정렬상태를 하고 있다(Kendall, 1993).

선 자세에서 하지는 전체적으로 척추로부터 상반신의 체중을 받고 있고 바닥으로부터 반작용의 힘이 대퇴골 경부와 대퇴골두에 의해 관절구를 통해 상·하의 힘의 평형을 이룬다(Kapanjii, 1970).

선 자세에서 하지기능은 다리와 체간 사이의 통합조절 능력에 기초를 두고 있다(Ryerson과 Lewit, 1997). 또한 신체를 옮겨가기 위해서는 양측하지가 교대로 굴곡 및 신전이 일어나고, 각 관절에서의 회전운동력이 진행운동력으로 변화하며, 몸의 평형상태의 소실과 회복이 교대로 일어나게 되는데, 기능적인 다변성은 보행시의 장애요인과 지면의 변화 등을 즉각적으로 조절할 수 있게 한다(Perry, 1992).

슬관절을 관상면에서 보아 대퇴골과 경골의 관계를 일반적으로 하지 정렬이라 하고, 하지 정렬에는 경골장축과 대퇴골간부장축을 연결한 선인 해부학적 축과 대퇴골두, 슬관절, 족관절을 이은 선인 역학적 축이 있다(박래준 등, 2001). 또한, 하지정렬과 관련된 것은 천장관절, 고관절, 슬관절, 족관절뿐만 아니라 경골대퇴각(tibiofemoral angle)과 하지길이 차이 등을 들 수 있으며, 하지의 올바른 정렬은 상체의 바른 자세를 유지함은 물론 나쁜 자세로부터 기인할 수 있는 동통 등을 예방할 수 있다(Eng과

Pierrynowski, 1993).

인체의 운동 중 고관절과 슬관절 사이에서 일어나는 조화는 두 관절에 작용하는 근육의 영향뿐만 아니라 몸통과 골반의 안정성과도 밀접한 관계가 있다(이충휘 등, 1988). 슬관절은 하지의 중간관절(intermediate joint)로써 인접관절인 고관절과 족관절의 배열과 밀접한 관련이 있기 때문에 슬관절의 배열은 역학적인 측면에서 볼 때도 중요하다(Horton과 Hall, 1989). 슬관절 정렬이 대퇴골이나 경골의 축정렬의 변화를 일으켜 고관절 및 족관절의 회내 및 회외에 영향을 준다(Chao 등, 1994). 그리고 하퇴, 족관절, 발은 추진과 지지라는 두 가지 주요한 기능을 가지며 추진은 유연성 수단으로, 지지는 신체 전체를 유지하는 단단한 구조로서 활동한다(Magee, 1997). 발과 족관절 역학적 변화는 하지 전체의 기능에 영향을 미친다(Donatelli, 1990). 또한, 발과 족관절은 복합적인 구조 기능 이상은 거의 일어나지 않으며 한 곳에 이상이 있으면 근위에서 원위 또는 양쪽 모두에 영향을 준다(배성수 등, 2000).

자세에서 작은 정렬이상은 운동을 제한하고 근육과 다른 연부조직들의 긴장을 유발한다(Palmer와 Epler, 1998). 정상적인 하지정렬은 체중이동이 균형을 이루지만, 비정상적인 정렬인 경우 체중이동이 불균형을 이루어, 생물학적 조직인 인대, 관절연골, 뼈 근육, 건에 과부하를 초래할 것이다(Post 등, 2002). 경골내반(tibia varum), 후족내반(rearfoot varus), 다리길이 차이와 같은 여러 해부학적으로 다양한 요인들이 하지정렬을 비정상적으로 만드는 요소가 될 수 있다. 특히 비정상적인 하지 정렬은 달리기 손상에 잠재적인 원인과 관련이 있다(Masintyre 등, 1991).

하지정렬측정은 선 자세에서 수직선이나 자세자(posture grid)를 사용하거나(Palmer와 Epler, 1998), 해부학적 표시점(anatomical landmark)이 표시된 사진을 측연선이나 사각격자로 관절각도계와 자를 이용하여 측정하거나(Winter, 1979), 방사선적 평가방법을 이용한다(Loner 등 1996, Swanson 등 2000). 방사선적 평가 방법들은 주로 외과영역에서 슬관절 전치환술, 경골 절골술, 골절 정복, 변형 교정 등의 시행시, 고관절에서 족관절까지 포함하는 방사선 사진으로 하지 축 정렬을 평가하기 위해 사용되어져 왔다(Wright 등, 1991). 각도계와 자를 이용한 방법들은 정확한 기준과 다양한 방법들을 제시하고 있지 못하며, 방사선적 평가 방법들은 정확성이 있긴 하지만, 조작과 판독에 전문적인 지식이 요구되므로 물리치료사가 사용하기에는 제한이 있다. 이에 본 연구는 물리치료 임상에 적용할 수 있는 하지정렬측정방법들에 관해 알아보하고자 한다.

II. 본론

1. 정적 측정방법

Smith 등(1996)은 자세는 정적인 정렬을 하고 있을 때 다양한 관절과 신체 분절 내에서 가장 잘 묘사된다고 하였으며, Palmer와 Epler(1998)는 하지의 분절적인 정렬에 대한 것은 선 자세와 같이 정적인 자세에서 측정해야만 한다고 하였다.

Lang 등(1997)은 하지정렬을 알아보기 위해 개방운동사슬(open kinetic chain)과 폐쇄운동사슬(closed kinetic chain)에서 정적 생역학적인 평가하였다. 개방 동력 사슬(open kinetic chain)에서는 고관절, 슬관절, 족관절과 거골하 관절, 중족관절, 중족지절관절의 관절운동범위를 측정하여 양하지의 비대칭성을 알아보고, 경골 또는 좀 더 정확히 경비골 염전(tibiofibular torsion)된 정도를 나타내는 내외측과각(malleolar angle)을 측정하였다. 내외측과각의 측정은 대상자는 앉은 자세로 경골과와 대퇴과가 평행이 되도록 하고, 족관절과 거골하관절은 중립자세를 취한 후, 수평지지면과 경골과중심, 수평지지면과 비골과중심이 이루는 각을 측정한다. 폐쇄 동력사슬평가는 대상자가 선자세에 한다. 전면에서 중심선(mid line)에 대한 상체의 정렬을 바로 잡은 후, 골반의 정렬을 알아보기 위해 장골능(iliac crest)의 높이를 측정하고, 외반술과 내반술의 존재유무를 알아보기 위해 Q각과 대퇴 내측과와 경골과의 거리를 측정한다.

거골하 관절의 회내 또는 회외된 정도의 대칭성을 알아보기 위해 내외측과의 상대적인 높이를 측정하였다. 후면에서는 전면에서 평가와 동일한 항목들을 재점검 후, 이완된 종골기립자세(relaxed calcaneal stance)에서 지지면에 대해 종골의 중심선이 중립인지 외반 또는 내반 된 정도를 관절각도계로 측정한다. 외견상 골각도(bony angulation)과 실제 골각도를 구분하기 위해 하지의 하 3분의 1을 이등분하는 선을 그려준 후, 종골의 중심선과 이루는 각도를 이완된 종골기립자세와 중립 종골기립자세(neutral calcaneal stance)에서 모두 측정한 후 비교한다. 시상면에서는 척추의 만곡을 바로 잡은 후, 고관절과 슬관절, 족관절의 과도한 굴곡이나 신전여부를 확인하고 내 외측 종아치의 높이를 측정하였다.

Wen 등(1997)은 하지정렬을 평가하기 위해 족궁 지표(arch index), 종골외반(heel valgus), 슬관절 결절-구 각(knee tubercle-sulcus angle), 내반슬(knee varus), 외반슬(knee valgus), 다리길이차이를 측정했다. 족궁지표는 대상자를 선 자세를 취하도록 한 후, 먼저 주상골의 높이를 알기 위해 발의 내측면의 주상골 조면(navicular tuberosity)을 표시하여 표시점에서 지지면까지 수직거리를 측정했다. 발길이는 종골의 가장 후면에서 첫 번째 중족지절관절(metatarsophalangeal joint)의 내측까지 길이로 하였다. 족궁지표는 Cowan 등(1993)의 방법인 발길이에 대한 주상골 높이의 비율로 하였다. 종골외반(heel valgus)을 측정하기 위해, 대상자는 엎드려 누운 자세를 취하고, 검사자는 거골하 관절(subtalar joint)를 중립위치에 오도록 한다. 후종골을 따라 수직선을 그어준 후, 이 선에 평행하도록 하퇴(lower leg)의 수직축을 따라서 두 번째 선을 그어준다. 그 다음에 대상자가 선 자세를 취하도록 한 후, 하퇴의 수직축과 종골의 수직축이 이루는 각을 관절각도계로 측정한다. 이 각도가 양이면 종골외반, 음이면 종골내반(heel varus)을 의미한다고 하였다. 결절-구 각(TSA)은 대상자가 슬관절 90°굴곡한 앉은 자세에서 측정한다. 내·외측 대퇴상과(femoral epicondyle)를 통과하도록 관상면에서 수평선(horizontal line)을 그려준 후, 수평선에 직각이 되도록 슬개골 중심에서 수직선을 그어준다. 그 다음에, 슬개골 중심에서 경골 조면의 중심까지 세 번째 선을 그어준다. 수직선과 세 번째 선이 이루는 각을 측정하였다. 내반슬 또는 외반슬은 Montgomery 등(1989)의 방법으로 측정하였다. 선 자세에서 대상자 양발 붙이기를 시도한다. 양쪽 내측 대퇴과(femoral condyle)가 닿기 전에 양쪽 내측 경골과(malleolus)가 먼저 닿는다면, 양쪽 내측 경골과가 접촉된 상태에서 좌우 내측 대퇴과 사이의 내반 길이를 잴다. 양쪽 내측 대퇴과가 먼저 닿는다면, 양쪽 내측 대퇴과를 접촉한 상태에서 양쪽 내측 경골과 사이의 외반 길이를 잴다. 다리길이는 대상자가 누운 자세에서, 전상장골극에서 내측 경골과까지의 거리를 잰 후, 긴 다리길이에서 짧은 다리길이를 뺀 수치를 다리길이 차이로 하였다.

Trimble 등(2002)은 주상골 하수(navicular drop), 반장슬(genu recurvatum), 대퇴-발 각(thigh-foot angle)으로 하지 자세를 평가하였다. 선 자세에서 발의 회내된 정도를 알기 위해 주상골 하수를 측정하였다. 한 검사자는 앉은 자세인 대상자의 골반 움직임을 조절하고, 다른 검사자는 거골하 관절 중립위치에서 대상자의 주상골 조면을 표시한 후, 지지면까지의 거리를 측정한다. 그 다음에 대상자가 선 자세에서 주상골 조면에서 지지면까지의 거리를 잰다. 앉은 자세와 선 자세에서 두 길이의 차이가 주상골 하수라 하였다. 반장슬은 선 자세에서 대상자는 측정하는 하지쪽으로 체중을 이동시키고, 슬관절 신전을 최소화하기 위해 대퇴사두근을 수축시킨 상태에서 관절각도계의 팔의 양끝이 외측 경골과와 대전자에 오도록 하고 회전축은 외측 관절 선과 맞춘 후 각도를 측정한다. 대퇴-발 각은 하지와 발의 외염전(external torsion)된 정도를 알기 위해 측정하였다. 대상자는 바로 누운 자세에서 대퇴양과가 수평으로 놓이게 하고, 검사자는 주상골 하수 검사시와 같이 거골하 관절을 중립위치로 한 후, 2차 선(second ray)과 수직축이 이루는 각을 측정한다. 대퇴-발 각은 하지의 염전과 발 구조로 인한 다리의 족 외전(toe out)을 나타낸다고 하였다.

2. 동적 측정방법

Palmer와 Epler(1998)는 하지의 분절적인 정렬은 정적인 자세에서 잘 나타나지만, 근활동과 관절운동성의 잘못된 양식을 찾기 위해서는 걷는 자세와 같은 동적인 자세에서 측정하여야 한다고 하였다.

Decker 등(2003)과 Nigg 등(2003)은 고관절, 슬관절, 족관절의 중심을 각각 구분하기 위한 구형 스티커를 양 하지의 종골, 제2 중족골골두, 제5중족골 골두, 경골과, 외측상대퇴과, 후상장골극과 전상장골극에 대해 전상장골극 위치의 횡단면 내에 후외측으로 10cm 떨어진 두 곳에 부착한다. 또는, 전상정골극, 대전자, 외측 상 대퇴과, 슬개골 중심, 비골과와 아킬레스건 정지부에 부착하여. 카메라 동작분석기(motion analysis)로 특정 hz의 샘플링 주파수에서 하지의 운동학적 데이터를 얻고, 관절이 이루는 각도는 3차원적으로 마커의 움직임 분석하기 위한 소프트웨어를 이용하여 하지 정렬과 동적인 생역학적 변화를 측정하기 위해 사용하였다.

IV. 결 론

하지의 관절은 체중을 지지하고 역학적으로도 상당한 부하가 가해질 수 있는 관절이므로 배열에 경미한 문제만 발생하더라도 비정상적 증후를 보이게 되므로, 하지정렬에 대한 정확한 평가가 필요하다. 또한, 하지의 구조는 기능을 반영하므로 하지정렬에 대한 연구가 필요하며, 측정을 통해 보행과 같은 움직임에 영향을 주는 비정상적인 구조의 상태를 인식 할 수 있다.

정적 하지정렬 측정방법들은 대부분 기계적 장비를 필요로 하지 않아 비교적 단시간에 간단히 수행할 수 있는 이점으로 인해 임상에서 많이 사용되고 있으나, 골 돌출부의 정확한 위치 설정이 어렵고, 검사자의 주관적인 차이나 시간의 경과에 따른 오차가 있을 수 있다.

최근 증가하고 있는 동적 하지정렬 측정방법들은 소프트웨어와 디지털 이미지 처리도구의 집약적인 발전으로 고가의 광범위한 기술적인 지원 없이 정렬, 자세와 움직임을 역동적으로 분석하고 비교할 수 있으며 측정자간 오차나 측정자내 오차의 범위는 줄였으나 아직까지도 피부를 통한 간접적인 측정이기 때문에 신뢰도에는 아직도 논란이 되고 있다.

참고문헌

- 박래준 등 : 물리치료대백과사전. 제1권, 서울, 나눔의 집, 2001.
- 배성수 등 : 임상운동학. 개정2판, 서울 : 영문출판사, 2000.
- 이충휘 권혁철, 김인숙 등 : 대퇴사두근 등척성 운동시 손과 발목의 위치가 대퇴직근의 활동전위에 미치는 영향, 대한 물리치료사 협회지, 9(2), 75-87, 1988.
- Chao EY, Neluheni EV, Hsu RW et al. : Biomechanics of malalignment., Orthop Clin North Am, 25(3), 379-386, 1994.
- Cowan DN, Jones BH, Robinson JR : Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury, Arch Fam Med, 2, 773-777, 1993.
- Eng JJ, Pierrynowski MR : Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patellofemoral pain syndrome, Phys Ther, 73(2), 62-69, 1993.
- Fiberg O : Biomechanical significance of the correct length of lower limb prostheses: a clinical and radiological study, Prosthetic and prosthetics International, 8, 124-129, 1984.
- Gofton JP, Truman GE : Studies in osteoarthritis of hip. 2. Osteoarthritis of the hip and leg length disparity. Can Med Assoc J, 104, 791-799, 1971.

Horton MG, Hall TI : Quadriceps femoris muscle angle: Nomal values and relationships with gender and selected skeletal measures, *Phys Ther*, 69(11), 897-901, 1989.

Kapanjii IA : The physiology of the joint, Churchill Livinstone new York, vol2, 1970.

Kendall FP, McCreary EK, Provance P : Muscle Testing and Function, 4th ed, William & Wilkins, Baltimore, 1993.

Lang LMG, Volpe RG, Wernick J : Static biomechanical evaluation of the foot and lower limb: the Podiatrist's perspective, *Manual Therapy*, 2(2), 58-66, 1997

Lonner JH, Laird MT, Stuchin SA : Effect of rotation and knee flexion on radiographic alignment in total knee arthroplasties, *Clin Orthop*, 331, 102-106, 1996.

Magee, DJ : Orthopedic physical assessment, 3rd ed, W. B. Saunders company Philadelphia, 1997.

Masintyre JG, Taunton JE, Clement DB et al : Running injuries, *Clin J Sports Med*, 1, 81-87, 1991.

McPoil TG, Cornwall MW : The relationship between static lower extremity measurements and rearfoot motion during walking, *JOSPT*, 24(5), 309-314, 1996.

Montgomery LC, Norton JP, Deuster PA : Orthopedic history and examination in the etiology of overuse injuries, *Med Sci Sports Exerc*, 21, 237-243, 1989.

Palmer ML : Clinical assessment procedures. in phisical-therapy, Washintgen Lippincott company, 1990.

Palmer ML, Epler ME : Fundamentals of Musculoskeletal Assessment Techniques, 2nd ed, Lippincott-Raven Publishers, 1998.

Perry J : Gait Analysis-Normal and pathological function, McGraw-Hill New York, 1992.

Poivache PL, Insall JN Scuderi GR et al : Rotational landmarks and sizing of the distal femur in total knee arthroplasty, *Clin Orthop*, 331, 35-46, 1996.

Post WR, Teitge R, Amis A : Patellofemoral malalignment: looking beyond the viewbox , *Clin Sports Med*, 21(3), 521, 2002.

Ryerson S, Lewit K : Functional movement reeducation, Churchill Livingstone New York pp261, 1997.

Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD : Brunstrom's Clinical Kinigiology, 5th ed, FA Davis Company, 1996.

Swanson KE, Stocks GW, Warren, PD et al : Does axial limn rotation affect the alignment measurements in deformed limbs?, *Clin Orthop*, 371, 246-252, 2000.

Trimble MH, Bishop MD, Buckley BD et al : The relationship between clinical measurements of lower extremity posture and tibial translation, *Clin Biomech*, 17, 286-290, 2002.

Wen DY, Puffer JC, Schmalzwed TP : Lower extremity alignment and risk of overuse injuries in runner, *Med Sci Sports Exerc*, 29, 1291-1298, 1997.

Wright JG, Treble N, Feinstein AR : Measurement of lower limb alignment using long radiographs, *The Joun of B&J Surg[Am]*, 73-B(5), 721-723, 1991.