

심한 하지 길이 부동증에서 새로운 결합형 의지-보조기를 적용한 1례

- 증례 보고 -

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소

신지철 · 박세나 · 박지웅 · 유지현 · 안승준

Application of New Combined Ortho-prosthesis to Severe Leg Length Inequality

- A case report -

Ji Cheol Shin, M.D., Sena Park, M.D., Ji Woong Park, M.D., Jee Hyun Yoo, M.D. and Seung Joon Ahn, M.D.

Department and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine

We presented a case which showed clinical improvements after fabricating new ortho-prosthesis to a patient with severe leg length inequality. He was 51 years old and had developed the leg length inequality on the right due to osteomyelitis that he experienced when he was seven. He had been using the orthosis fabricated by a private orthotic shop for more than twenty years from his twenties. We prescribed a new ortho-prosthesis composed of patellar tendon bearing ankle foot orthosis combined with endoskeletal

shank and dynamic SACH foot. With this new ortho-prosthesis, there were significant improvements in initial abnormal gait patterns of excessive knee flexion at mid-stance and decreased maximal knee flexion peak at swing phase in the kinematic parameters on transverse plane. And step width, step length and step time were also improved. He got pain relief and improvement of gait endurance. (*J Korean Acad Rehab Med* 2007; 31: 366-370)

Key Words: Leg length inequality, Ortho-prosthesis, Gait analysis

서 론

하지 길이 부동증(leg length inequality)은 비대칭에서 오는 보행 이상, 근골격계 통증 등과 같은 다양한 문제가 발생할 수 있는데 Guichet 등¹은 1,000명 중 1명에서 2 cm 이상의 하지 길이 부동증이 존재한다고 하였다. 하지 길이 부동증의 치료는 길이 차이가 2 cm 미만일 경우 치료를 시행하지 않으며, 2 cm 이상의 차이일 경우 치료가 필요하다.^{2,3} 치료 방법으로는 크게 보조기를 이용한 보존적 치료와 단축술, 연장술 등의 수술적 치료로 나눌 수 있으며 이는 모두 다리 길이의 균등화, 골반의 수평화 및 기능 향상을 위한 것이다. 많은 연구들에서 길이 차이 정도를 단계화해서 보존적 치료 또는 수술적 치료를 권장하고 있으나 명확한 치료 방법의 지침을 제시하고 있지는 않다. 다만 일부 연구들^{2,4}에서 다리 길이 차이가 5 cm 이상부터는 수술적 치료로 연장술을 제시하고 있는데, 이로 인한 합병증으로 근력 약화, 신경

손상, 관절 경직, 만성통증, 관절탈구, 관절염 등이 발생할 수 있다. 본 저자들은 이러한 이유로 수술을 거부하였던 25.6 cm의 하지 길이 부동증이 있는 환자에게 새로운 결합형 의지-보조기를 처방하여 치료하였다.

적절한 의지 또는 보조기의 처방은 보행의 보조, 통증의 감소, 적절한 동작 형성 및 변형의 예방으로 인해 환자의 삶의 질 향상에 도움을 주며, 처방 시에는 환자의 연령, 기능적 특성, 활동 정도 등에 따라 개개인에 맞게 제작이 이루어져야 하는데, 현재 우리나라에서는 의료진의 처방에 의해 의지나 보조기 제작이 이루어지지 못하고 비의료기관에서 제작이 이루어지는 경우도 적지 않은 실정이다. 그러나 하지 길이 부동증 환자에서 보조기 처방을 하는 데 있어서 고려해야 할 것은 단지 다리 길이 차이뿐만 아니라, 관절의 불안정성, 부적당한 근육조직, 회전의 이상, 기능적인 필요성, 미적인 요인 등이 있다. 따라서 하지 길이 부동증 환자의 장기적인 보조기로 신발은 적절한 해결책이 되지 못하며 일반적으로 족저굴곡 상태에 맞게 제작된 단하지보조기가 사용된다.⁵ 그러나 수술적 치료가 권장될 정도로 심한 하지 길이 부동증의 경우에 많은 환자들이 재활의학과 의사의 처방 없이 부적절한 보조기를 장기간 사용하여 이로 인한 요통 등의 근골격계질환이 발생하여 문제가 되고 있다.

접수일: 2007년 1월 18일, 게재승인일: 2007년 4월 27일
교신저자: 박세나, 서울시 서대문구 신촌동 134
☎ 120-752 연세의료원 재활병원 재활의학과
Tel: 02-2227-3048, Fax: 02-363-2795
E-mail: senanes@nate.com

본 저자들은 슬관절 및 경골 골수염 이후 우측 대퇴골 및 경골 성장부전으로 인한 우측 하지 길이 부동증으로 20년 넘게 개인 의지보조기 제작업체에서 제작한 보조기와 한발 지팡이(monopod cane)로 보행하던 환자에게, 슬개건하중형 단하지보조기와 의지 족관절-족부 장치를 결합한 새로운 의지-보조기를 제작하여 보행 양상의 호전 및 통증의 완화를 경험하였기에 보고하는 바이다.

증 례

본 51세 남자 환자는 7세경 우측 경골 근위부의 골절이 발생하였으나 치료를 받지 않고 지내던 중 수상 3개월 후에 우측 근위 경골 부위에서 농양이 발견되어 타 병원을 내원하여 골수염으로 진단 받고 슬관절 및 경골에 수술을 시행 받았다. 환자는 수상 이후 성장하면서 우측 대퇴골 및 경골의 성장 부전이 진행되어 점차 대퇴골 및 경골 길이의 부동증이 진행되었고 양측 목발을 이용하여 보행하다가, 20세 후반경부터 개인 의지보조기 제작업체에서 변형된 플라스틱 단하지보조기를 제작하여 20여 년간 동일한 형태의 보조기를 사용하여 건축으로 한발 지팡이를 이용하여 보행해 왔으며, 2004년, 51세 때 적절한 보조기 제작을 위해 본원 재활의학과 외래에 방문하였다. 과거력 상 고협압, 당뇨 등

기저질환은 없었다. 이학적 검사 상 관절가동범위의 제한이 환측인 우측에서 고관절의 신전은 -5°, 외전은 30°, 내전은 30°, 외회전은 30°, 슬관절의 굴곡은 100°, 신전은 -10°, 족관절의 배측굴곡은 -20°, 족저굴곡은 50°로 관찰되었으며, 우측의 고관절의 굴곡과 내회전 그리고 견측인 좌측에서는 모두 정상적 관절가동범위가 관찰되었다. 도수근력검사 상 견측인 좌측 하지는 모두 정상이었으며, 환측인 우측의 고관절의 굴곡과 신전은 good, 슬관절의 굴곡과 신전은 fair로 측정되었고, 우측 족관절의 배측굴곡 및 족저굴곡은 fair로 측정되었다. 다리 둘레는 슬개골 중앙(midpatella)에서 각각 상방, 하방 15 cm에서 측정하였고, 상방에서 우측 42 cm, 좌측 46 cm, 하방에서 우측 24 cm, 좌측 37.5 cm로 심한 발육부전과 근위축 소견을 보였다. 또한 우측 하지에서 무릎 이하로 감각저하가 관찰되었다. 기립자세에서 우측 고관절의 외전이 관찰되었고 발목관절 구축으로 인해 우측 척족이 관찰되었다. 환측의 피부는 무릎 주변 및 정강이에서 전체적으로 심한 피부 위축 소견을 보였다(Fig. 1A).

방사선학 검사 상 전체 하지 길이는 전상장골극(anterior superior iliac spine)에서 내측복사(medial malleolus)까지 우측이 67.2 cm, 좌측이 92.8 cm로 25.6 cm의 차이가 있었고, 대퇴골 길이는 대전자(greater trochanter)에서 대퇴골내측응기(medial epicondyle of femur)까지 우측이 35.3 cm, 좌측이

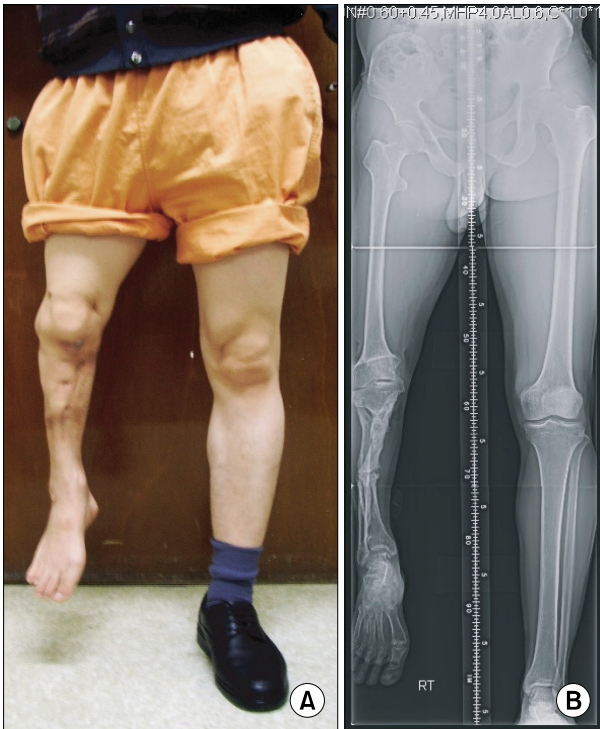


Fig. 1. The patient has severe leg length inequality with muscle atrophy and pes equinus deformity in right side (A). A total of 25.6 cm of leg length inequality (10.7 cm inequality in the femur and 14.9 cm in the tibia) is shown on scanogram (B).



Fig. 2. This figure shows anterior (A) and lateral (B) view of the old orthosis, which consists of modified plastic type orthosis with wood and rubber foot, that he donned at the time of hospital visit.

46.0 cm로 10.7 cm의 차이가, 경골 길이는 경골극(tibial spine)에서 내측복사까지 우측이 25.6 cm, 좌측이 40.5 cm로 14.9 cm의 차이가 측정되었고(Fig. 1B), 우측 대퇴골 및 경골의 심한 골다공증과 경골의 변형이 관찰되었다.

당시 사용하고 있던 보조기의 총 길이는 43 cm였으며 보조기 착용 상태에서의 다리 길이는 우측 88 cm, 좌측 90 cm로 2 cm의 차이가 있었다. 이 보조기는 플라스틱형으로 착용 후 뒤에서 고정을 하는 단하지보조기였으며, 족관절은 약 20°로 제작되어 있었으며 움직임이 없는 고정형(solid type)이었다. 약 20 cm의 나무와 고무로 제작한 발모양의 보조기가 플라스틱 단하지보조기의 말단부에 부착되어 있었다(Fig. 2). 발바닥 부위에 미끄럼 방지 및 충격흡수 기능이 없어 환자는 체중부하가 걸리는 부위인 발목 앞쪽과 발바닥에 통증을 호소하고 있었다. 이 보조기의 착용기간은 약 5년이었고 보조기 착용 시간은 하루에 17시간 정도 되며 중간에 벗는 일은 거의 없는 상태였으며 실제 보행을 하는 시간은 2시간 미만이었다.

보행분석은 Vicon 370 system (Oxford Metrics Ltd., Oxford,

UK)을 이용하였다. 기존 보조기를 착용하고 건축에 한발 지팡이를 사용하여 시행한 보행분석검사에서 우측 고관절은 보행주기 전반에 걸쳐 굴곡과 외전이 과도하게 증가된 소견이 관찰되었고, 우측 슬관절은 입각기에서는 지속적으로 굴곡되었고, 유각기에서는 최대 슬관절 굴곡이 감소되어 전반적으로 슬관절이 굴곡된 상태로 가동범위가 제한된 보행양상이 관찰되었다(Fig. 3A). 보폭(step width)은 우측이 0.21 m, 좌측이 0.20 m로 넓게 관찰되었고, 보장(step length)은 우측 0.50 m, 좌측 0.46 m로 감소되었으며, 보장시간(step time)은 우측이 1.05초, 좌측이 0.91초로 지연되고 양측의 비대칭이 관찰되었다.

보행 시 통증을 경감시키고, 보행 양상을 개선시킬 목적으로 의지보조기제작실에서 플라스틱형 단하지보조기와 의지가 결합된 새로운 형태의 의지-보조기를 제작하였다. 이는 발바닥의 체중 부하를 감소시키기 위해 슬개건하중형(patella tendon bearing)의 플라스틱형 단하지보조기를 사용하였고, 미끄럼 방지를 위해 발바닥에 패드를 넣었다. 의지에 사용되는 내골격형 정강이(shank)를 보조기와 연결되도

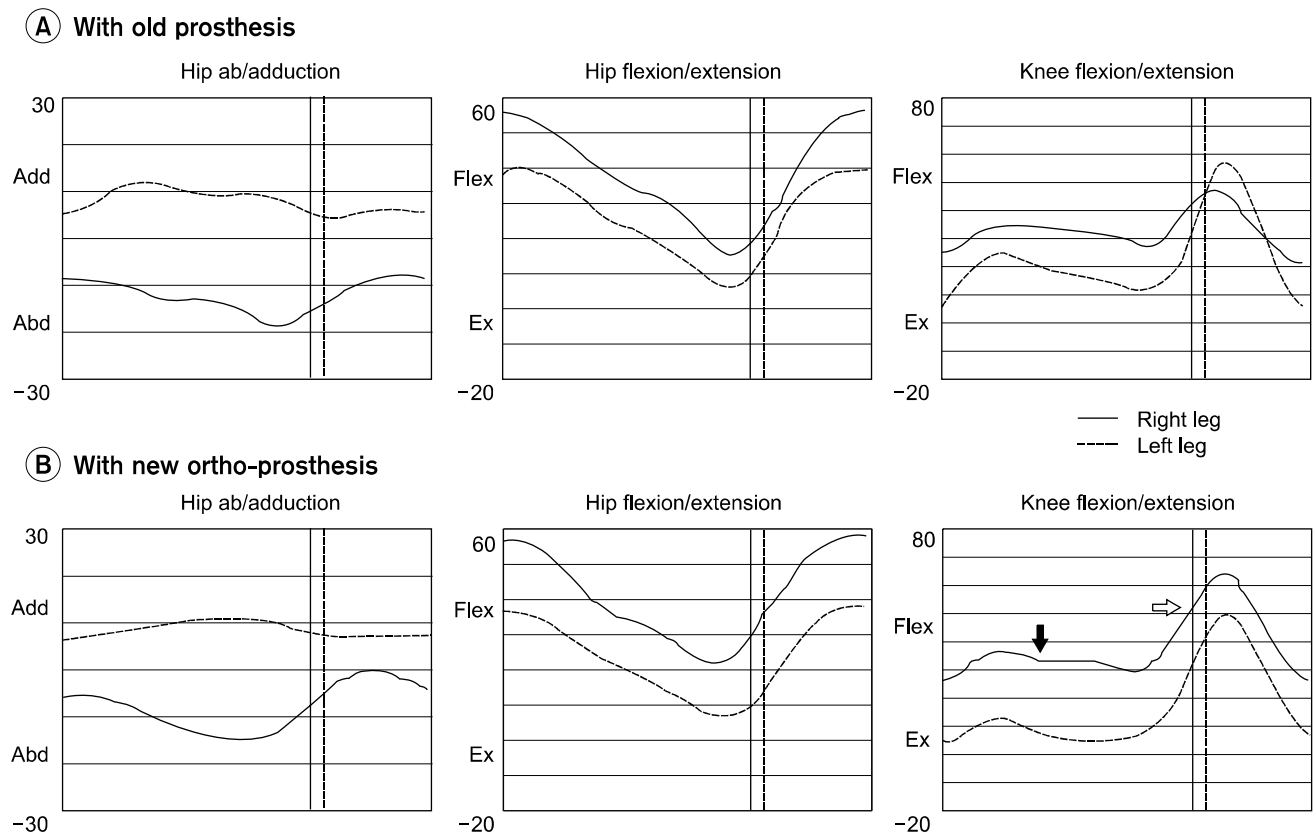


Fig. 3. Comparison of hip and knee kinematics of gait analysis with old orthosis (A) and new ortho-prosthesis (B). Excessive abduction and flexion of right hip is observed in all gait cycle. There is no remarkable interval change between the two in hip kinematics. With the new ortho-prosthesis, there are average 4.6 degree improvements in excessive knee flexion on the right at mid-stance (black arrow) and average 7.55 degree increases in maximal knee flexion peak on the right at swing phase (white arrow) in transverse plane on kinematic parameters.



Fig. 4. This figure shows anterior (A) and lateral (B) view of the new ortho-prosthesis which combined patellar tendon bearing (PTB) ankle foot orthosis and endoskeletal shank with dynamic Solid Ankle Cushion Heel (SACH) foot.

록 부착하였고, 발은 동적 새치 발(dynamic SACH foot, Otto Bock®, Duderstadt, Germany)로 제작하였다(Fig. 4).

새로운 결합형 의지-보조기를 착용한 후 시행한 보행분석검사서 중간 입각기 동안 과도하게 굴곡되었던 우측 슬관절이 평균 4.6° 신전되었고, 유각기 동안 감소되었던 최대 슬관절 굴곡이 평균 7.55° 굴곡이 증가된 소견을 보였으며 우측 고관절의 과도한 굴곡과 외전에 대해서는 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 3B). 보폭은 우측은 0.17 m, 좌측은 0.18 m로 감소되었으며, 보장은 우측과 좌측 모두 0.50 m로, 보장시간은 우측에서 1.10 sec, 좌측에서 1.01 sec로 양측의 차이가 줄어든 소견을 보였다.

환자는 새로운 의지-보조기 처방 후 보행훈련 등의 재활 치료는 따로 시행하지 않았으며, 2년의 추적 관찰 기간 동안 초기 2주 정도의 경미한 통증 이외에 특별한 불편함은 호소하지 않았다. 2년간의 추적 관찰 결과, 새 보조기 착용 시간은 17시간으로 과거 보조기와 동일하였으며, 보행시간은 약 3시간으로 보행지구력이 증가되었다.

고 찰

하지 길이 부동증 환자의 특징으로는 환측의 고관절의 굴곡, 외전, 외회전된 자세 및 굽혀진 무릎을 보이며 이는 뼈의 변형과 연조직의 구축으로 인해 발생한다. 또한 하지 길이 부동증 환자 중 2 cm 이상의 다리 길이 차이가 있는

환자에서 비대칭성 보행을 볼 수 있으며, 보행의 특징으로는 절음발이걸음(limping gait)을 볼 수 있다.⁶ 이는 환측의 입각기 시간(stance time)의 감소, 보행속도의 감소, 보행률의 증가 및 환측의 보장의 감소로 발생한다.^{6,7} 또한 보상기전으로 환측의 침착, 환측의 몸통 기울임을 동반한 골반 처짐, 건측 무릎의 굴곡 등이 나타난다. 건측 무릎의 굴곡은 다리 길이의 차이가 많이 나는 부동증 환자에게 있어서 주된 보상기전이다. 이러한 보상기전의 목적은 기능적으로 다리 길이의 균등화를 하기 위한 것과 중력 중심점의 움직임의 최소화를 위한 것이다.⁶ 경미한 하지 길이 부동증 환자에서는 추가적인 보상기전으로는 환측의 회외(supination)와 건측의 회내(pronation)를 볼 수 있다.⁸ 본 환자의 경우 이러한 보행 패턴을 보이다가 점점 다리 길이 차이가 심해지면서 환측의 침착이 발생한 후 구축이 발생하였고 보조기를 착용하여 다리길이 차이를 2 cm로 줄이면서 건측에 대한 슬관절 굴곡, 뒤꿈치들림(vaulting) 등은 나타나지 않았으나 비대칭성 보행과 통증 등의 불편함을 호소하고 있었다.

5 cm 이상의 하지 길이 부동증 환자에서 수술적 치료 이외의 방법으로 성공적인 치료 결과를 얻은 문헌은 현재까지 보고된 바 없으며, 이에 대해 본 저자들은 의지와 보조기의 기능을 조합시킨 새로운 의지-보조기 제작을 시도하였다.

일반적으로 보조기 처방은 단순히 환측의 길이에 맞게 제작하는 것이 아니라 환자의 나이, 성별, 평소 활동 수준, 내과적 질환 유무 등에 따라 재질, 제작 방법, 디자인 등 다양한 선택을 해야 한다. 환자에게 부적절한 보조기의 처방은 기능적 및 경제적인 면에서 막대한 손실을 가지고 올 수 있으며, 적절한 처방이 되었어도 보조기를 제대로 착용하고 관리할 수 있을 정도의 인지 능력이 필요하다.⁹

본 환자에서 특수한 형태의 의지-보조기를 제작한 이유를 살펴보면, 우선 환측의 피부 상태가 좋지 않고 위축이 심하여 보조기가 피부 전체에 접촉되지 않고 대부분의 체중이 구축된 발 앞쪽에 실리는 상태였기 때문에, 하중을 분산시킬 목적으로 압력-내성에 강한 슬개건에 하중이 분산되도록 하는 슬개건하중형 단하지보조기를 제작하였다. 정강이는 외골격형에 비해 가볍고, 미적 효과 및 조절의 용이성을 고려하여 내골격형으로 선택하였으며, 발은 뒤축던기가 부드럽고, 평탄하지 못한 길을 보행할 경우에도 보상이 가능하며, 건측 다리의 과도 긴장을 완화시킬 수 있다는 등의 안정성, 기능성, 내구성을 고려하여 동적 새치 발을 선택하였다.

본 하지 길이 부동증 환자는 비록 대퇴골 및 경골 길이 차이는 있으나 슬관절이 존재하고 발목관절이 구축으로 거의 기능을 못하는 것을 감안하였을 때 경골절단 환자와 매우 유사한 특징을 가지고 있다. 경골절단 환자에서 보행 능력은 보조기의 기계적 성질과 잔여지의 생리적 요소로 인

해 결정된다. 잔여지의 생리적 요소의 주요결정인자는 수동적 관절 운동범위와 근력이다. 슬관절의 구축이 10° 이상 보일 경우, 보행 능력 향상에 많은 장애를 보이며¹⁰ 근력 약화는 보행 속도와 직접적으로 연관이 있기 때문에 초기 재활 프로그램은 구축과 근력 약화 예방을 위주로 진행해야 한다. 본 환자의 경우 부동증 발생 초기에 제대로 된 재활치료 시행 및 교육을 받지 못하여 우측 슬관절의 수동적 관절 운동범위가 굴곡 120°, 신전 -10°로 구축이 10° 이상을 보이고 있었으며 우측 하지 전체의 근육에서 근력 약화 소견이 보였다. 과거 보조기는 이를 교정하지 못하고 있어 보행분석검사 상 전 보행주기에 걸쳐서 슬관절이 굴곡된 상태로 가동범위가 제한된 보행을 보이고 있으며, 의지-보조기 처방 후 시행한 보행분석검사서 중간 입각기 동안 우측 슬관절 신전의 호전 및 유각기 동안 우측 최대 슬관절 굴곡의 호전을 보였다.

본 저자들은 심한 하지 길이 부동증 환자에서 특수한 형태의 의지-보조기를 착용하여 보행양상 및 통증의 감소를 얻은 1례를 경험한 바, 앞으로 심한 하지 길이 부동증 환자에게 수술적 치료뿐만 아니라 보존적인 치료로서 특수한 형태의 의지-보조기의 시도가 가능함을 알리고자 한다.

참 고 문 헌

1) Guichet JM, Spivak JM, Trouilloud P, Grammont PM. Lower limb length discrepancy. An epidemiologic study. Clin Orthop

Relat Res 1991; 272: 235-241
 2) Hill RA, Tucker SK. Leg lengthening and bone transport in children. Br J Hosp Med 1997; 57: 399-404
 3) McCarthy JJ, MacEwen GD. Management of leg length inequality. J South Orthop Assoc 2001; 10: 73-85
 4) Moseley CF. Leg-length discrepancy. In: Morrissy RT, editor. Pediatric orthopaedics, 3rd ed, Philadelphia: JB Lippincott, 1990, pp767-813
 5) Guidera KJ, Novick CD, Marshal JG. Femoral deficiencies. In: Douglas GS, John WMI, John HB, editors. Atlas of amputations and limb deficiencies, 3rd ed, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2004, pp906-910
 6) Kaufman KR, Miller LS, Sutherland DH. Gait asymmetry in patients with limb-length inequality. J Pediatr Orthop 1996; 16: 144-150
 7) Schuit D, Adrian M, Pidcoe P. Effect of heel lifts on ground reaction force patterns in subjects with structural leg-length discrepancies. Phys Ther 1989; 69: 663-670
 8) D'Amico JC, Dinowitz HD, Polchaninoff M. Limb length discrepancy. An electrodyne-graphic analysis. J Am Podiatr Med Assoc 1985; 75: 639-643
 9) Coppola C, Maffulli N. Limb shortening for the management of leg length discrepancy. J R Coll Surg Edinb 1999; 44: 46-54
 10) Munin MC, Espejo-De Guzman MC, Boninger ML, Fitzgerald SG, Penrod LE, Singh J. Predictive factors for successful early prosthetic ambulation among lower-limb amputees. J Rehabil Res Dev 2001; 38: 379-384