

다양한 하퇴의지의 특성과 처방시 고려사항

영남대학교 의과대학 재활의학교실

조 윤 우

Characteristics of Various Below-Knee Prosthesis and Considerations for Prescription

Yun Woo Cho, M.D.

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Yeungnam University College of Medicine

J Korean Soc Prosthet Orthot 2012; 6: 18-22

서 론

하퇴절단은 다른 부위 절단에 비해 최소 두 배 이상이며,¹ 최근 의지에 관한 이론 및 기술의 발달로 보행 뿐 아니라 스포츠 및 레저활동으로의 참여도 증가하고 있다.¹ 하퇴의지의 기본 구성은 소켓, 골격부, 족부장치 및 현가 장치로 되어 있다.

하퇴의지의 구성

1) 족부 장치

주로 SACH (Solid Ankle Cushioned Heel) 족부, 단축형, 다축형, 에너지 저장형으로 나뉜다.

(1) SACH: 관절이 없어 발목의 움직임은 일어나지 않지만, 보행 시 뒷꿈치의 쿠션으로 인하여 있어 초기 입각기에 저충돌곡이 유발되어 보행을 유도한다. 뒷꿈치가 딱딱할수록 슬관절은 굴곡하기 쉬워 뒷꿈치 쿠션은 슬관절을 안정화시키는데 도움을 준다. 나무 혹은 경성 플라스틱 재질의 용골대(keel)는 입각기 말기에 체중의 이동을 도와준다. 가장 일반적으로 사용되며, 내구성이 좋고, 저렴해서 노인, 어린이 절단단에 많이 사용된다.

(2) 단축형: 저충돌곡 및 배충돌곡이 일어나는 족부장치로 족저굴곡이 일어날 때 지면 반발력(Ground reaction force)이 슬관절의 후방에서 전방으로 이동하며 슬관절의 신전 모멘트가 일어나며 이는 슬관절을 안정화시킨다. 전후방의 범퍼(bumper)가 있어 슬관절 안정화에 도움이 되며 대퇴사두근이 약한 절단환자에게 유용하다. 유지비와 무게가 증가

하는 단점이 있다.

(3) 다축형: 두 개의 축이 있어 배측-저충돌곡, 내번-외번, 수평회전 운동 모두가 가능한 장치로 고르지 못한 면에서 보행이 용이하다. 유연력이 있는(flexible) 용골이 있어 충격 흡수도 뛰어나다. 단 평지에서의 안정감이 다소 떨어지며 유지비와 무게가 증가하는 단점이 있다.

(4) Solid ankle flexible knee foot: SACH와 비슷하나 다축형보다 가볍고, 제한된 외번-내번이 가능하다. 충격흡수가 잘 되어 활동적이거나 비만인 환자에게 유용하다.

(5) 에너지 저장형: 유연력이 뛰어난 용골을 통해 중간 입각기 시기에서 체중력이 실릴 때 에너지를 저장하였다가 입각기 말기에 이를 방출하면서 보행자의 이동성을 향상시키는 장치이다. 에너지 소모가 적고 가벼워 활동이 많은 절단환자에게 적당하나 높은 가격이 단점이다.² Flex, Springlite, Seattle, SACH 족부장치에 Carbon Copy II 등의 제품이 있으며, 최근엔 미시간 대학 연구팀에서 개발한 Bionic Foot은 스프링 장치를 이용하여 말기 입각기시 최고 족저굴곡력이 약 54% 증가하였다고 보고하였다.³ 그리고 레만 등은 족부 장치의 중심부가 근위부에 위치할수록, 가벼울수록, 높게 위치할수록 효과적이라고 보고하였다.(Fig. 1)⁴

2) 소켓

(1) 소켓: 초기 슬개건 부하형(patellar tendon bearing type)의 경우 주로 슬개건과 슬와부에 압박이 가해지도록 개발되었으나 소켓과 절단단의 전체부위가 접촉(total surface contact)하여 체중을 부하하도록 발전하여 절단단 원위부의 부종도 줄어들었다. 소켓 전방부의 바를 통해 슬개건에 압력이 가해져서 절단단 원위부로의 체중부하를 최소화한다.(Fig. 2) 압박을 허용해도 되는 부위와 민감한 부위가 있으므로 이를 고려하여 제작하여야 한다.(Fig. 3)

(2) 소켓 접촉면(prosthetic socket interface): 경성(hard) 소켓은 라이너(liner)없이 절단지와 접촉하는 경우로 소켓과 절단지와의 마찰 및 전단이 최소화되고, 추가적 부피증가

접수일: 2012년 11월 24일, 게재승인일: 2012년 11월 30일

교신저자: 조윤우, 대구시 남구 대명5동 317-1

☎ 705-021, 영남대학교 의과대학 재활의학교실

Tel: 053-620-4047, Fax: 053-625-3508

E-mail: tra5705@hanmail.net

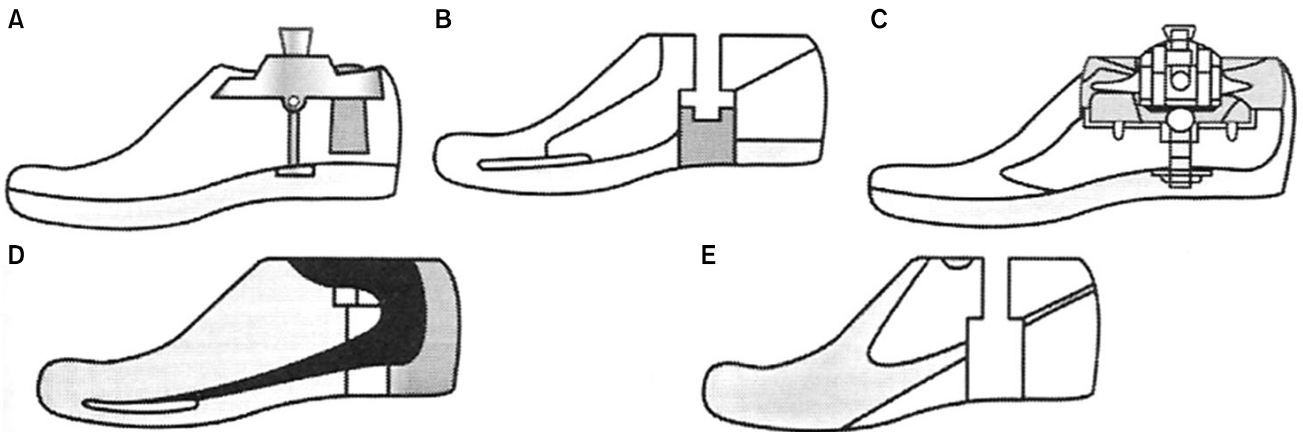


Fig. 1. Ankle-foot assembly. (A) SACH (solid ankle cushioned heel) foot, (B) Single axis foot, (C) Multi-axis foot, (D) Solid ankle flexible keel foot, and (E) Dynamic response foot.

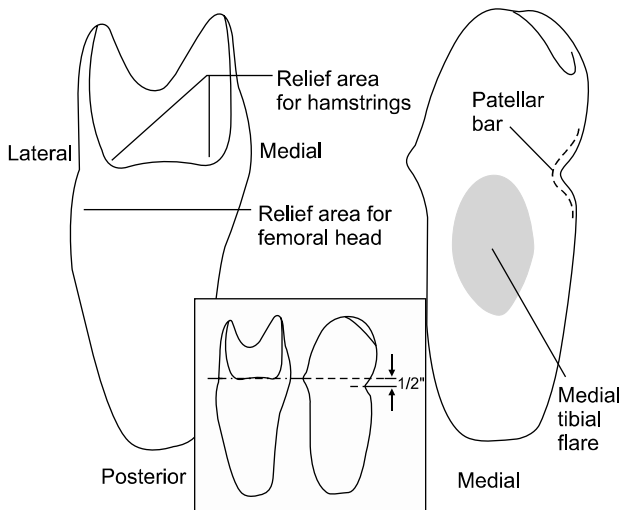


Fig. 2. Patellar tendon bearing socket.

가 없는 미용상의 장점, 관리의 용이 및 세균증식 방지 등의 장점이 있다. 단 피부가 약하거나 비정상적인 절단지 모양의 경우 적절하지 않다.

절단지용 양말(prosthetic socks)은 보행시 절단단으로의 압박감소에 용이하고, 절단단의 부피 조절에 도움을 주며, 소켓착용시 발생하는 습기를 흡수하는 기능이 있다.

연성 라이너(soft liner)는 연약한 피부 혹은 비정상적 모양의 절단단에 유용하다. 활동적인 환자에서 절단단의 보호에 유리하다.

3) 골격부(shank)

소켓과 족부장치를 연결해주는 장치로 외골격형은 단단한 플라스틱 외피형으로 내구성이 좋으나 완성된 후 정렬의 교정이 불가능한 단점이 있다. 요즘 주로 사용되는 내골격형은 파일론(pylon)과 가벼운 스폰지(foam)로 구성되며,

미용적이고 필요시 부품교체나 정렬의 교정이 훨씬 용이하다.(Fig. 4)

4) 현가장치

(1) 연성형(flexible attachment)

① 과상 커프(supracondylar cuff): 대퇴양과(femoral condyle) 바로 위를 감싸는 스트랩 혹은 커프의 형태를 띄며 주로 유각기 동안 소켓을 고정시켜 준다.⁵

② 소매형 현가장치(suspension sleeve): 고무, 네오프렌(neoprene), 실리콘 등의 재료로 제작되며 편안하고, 가벼우며, 외관상 미용적이다. 피스톤 효과를 줄이는 우수한 기능을 지닌며, 흡입식 현가장치의 보조로 사용되기도 한다. 하지만 슬관절의 안정성에는 영향이 적어 매우 짧은 절단단의 경우 추가적인 안정성을 지닌 장치를 요하며, 잘 헤어져 잦은 교체를 요한다.(Fig. 5)⁵

③ 실리콘 흡입형(silicone suction suspension system)

⑦ 잠금장치 부착용(locking system): 얇고 변형력이 뛰어난 실리콘라이너와 원위부에 고정된 핀으로 구성되며 핀을 소켓내의 기저부에 끼워 결합하여 사용한다. 피부와 실리콘 사이의 마찰원리를 통해 의지가 고정된다. 착용하기 쉬우며 절단단의 부피 변화에도 적응 가능한 장점이 있다. 절단단으로의 전단력 및 피스톤 효과가 줄어들고, 기타 현가장치가 없어 미용적으로 우수하다. 연약한 피부 혹은 민감한 피부 등의 절단환자에게 유리하나 통풍문제로 인한 땀이 많이 날 수 있어 피부질환 예방을 위해 늘 청결하게 유지해야 한다. 짧은 절단단, 중간길이 절단환자에서 유리하다.

⑧ 진공보조형 흡입 현가장치(vacuum-assisted suction suspension): 능동적으로 소켓내의 공기를 외부로 배출하는 장치, 라이너, 덮개용 소매현가장치로 구성된다. 중간길이 이상의 절단단에서 우수한 효과를 보이며, 회전에 대한 안정성(rotational stability)이 뛰어나다. 짧은 절단단, 부피차이가 일어나는 절단단에서 착용이 어려우며, 고가인 단점이 있다.

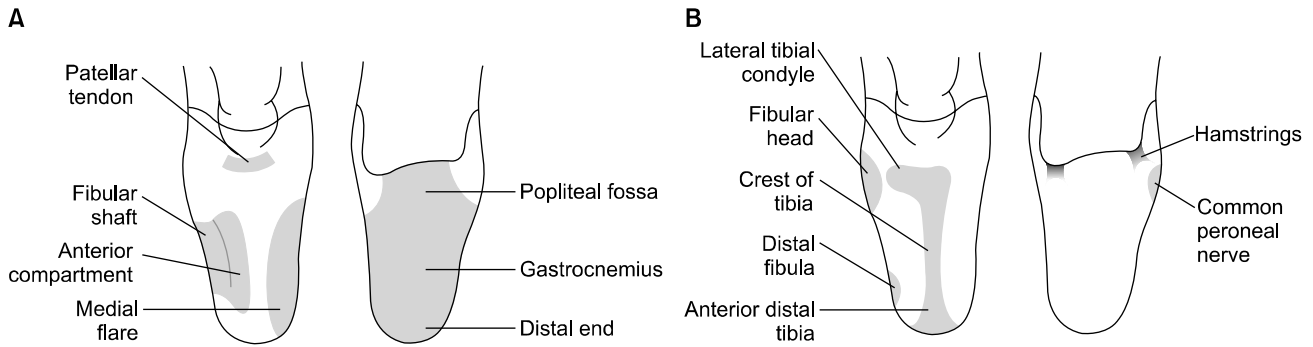


Fig. 3. (A) 'Pressure tolerant', and (B) 'pressure sensitive' areas for patellar tendon bearing socket.

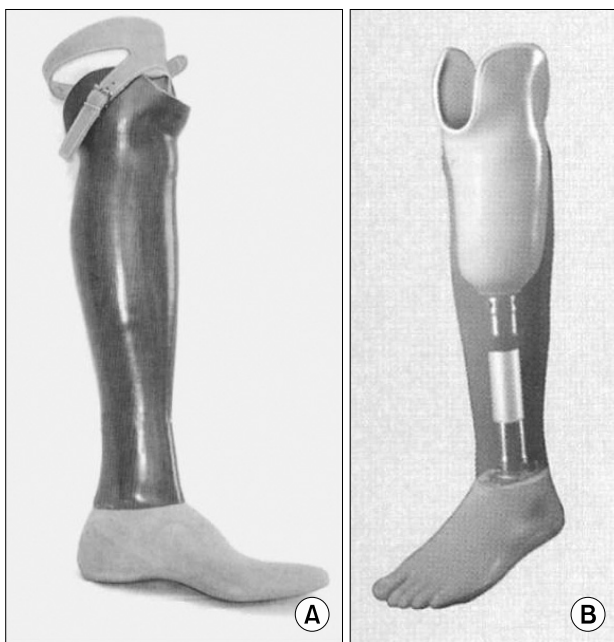


Fig. 4. Shank. (A) Exoskeletal, and (B) endoskeletal type.

㉞ 배출밸브 흡입형 현가장치(suction sleeve suspension with expulsion valve): 안정성이 뛰어나며 절단단의 길이에 관계없이 적용할 수 있다. 절단단의 부피 변화에도 적응가능하며 원위부 절단단의 착용감도 좋다. 다만 슬리브의 손상으로 현가기능이 떨어질 수 있어 잦은 교체를 요할 수 있다.(Fig. 6)

㉟ 맞춤형 라이너 장치(custom made silicone liner system): 기존의 실리콘 라이너에 비해 맞춤형으로 만들어 절단단 및 민감한 부위로의 체중부하를 줄일 수 있어 연약한 피부, 뾰족한 모양의 절단단 등에 적용할 수 있다. 플라스틱 소켓은 밸브가 있어 흡입형 현가장치를 사용한다.

(2) 소켓 변형

① 과상형(supracondylar) 소켓 변형: 슬개건부하형 소켓의 상부 테두리를 대퇴양과 위에서 내외측으로 압박하도록 변형하여 제작하며, 췌기를 내측 상과부위에 넣어 소켓의 고정효과를 올린다. 흔히 사용하는 형태로 내외측 안정성

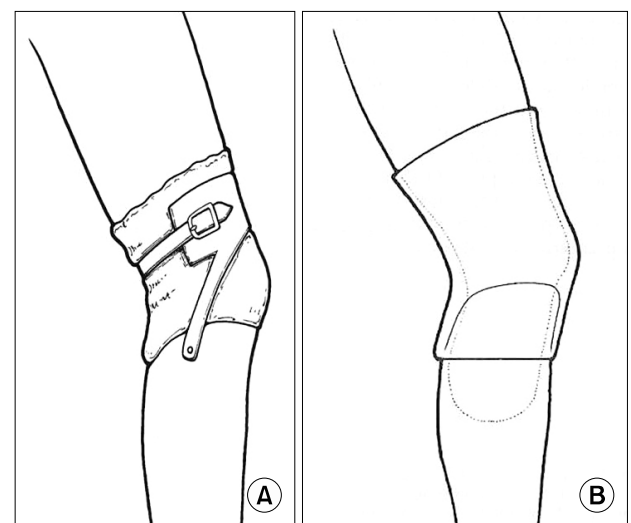


Fig. 5. Flexible attachment. (A) supracondylar cuff, and (B) suspension sleeve.

을 제공하여 짧은 절단지에 사용한다.

② 과상-과슬개골형(supracondylar-suprapatellar) 소켓 변형: 과상형 소켓에 비해 전방으로 슬개골 근위부까지 소켓이 덮이는 형태이다. 내외측 및 전후방 안정성을 주어 슬관절의 과신전을 예방하고, 혈관성 문제 발생을 최소화 한다.⁵ 짧은 절단지에 사용하며, 무릎뚫기에 어려움이 있다.⁵

③ 대퇴부 코르셋: 좌우 금속 바를 통해 절단단으로의 체중부하를 감소시킨다. 충분한 안정성을 줄 수 있어 짧은 절단단 혹은 슬관절 안정성이 떨어진 경우, 슬관절 안정성을 많이 요하는 직업의 환자에게 사용할 수 있다. 외관상 보기 좋지 않으며 장기간 착용시 대퇴사두근의 위축이 발생할 수 있다.(Fig. 7)

처방시 고려할 사항

1) 나이

혈관성 질환과 관련된 노인의 경우엔 활동량이 적고 안정성이 중요하므로 가벼운 골격부, SACH, 족부장치 등을

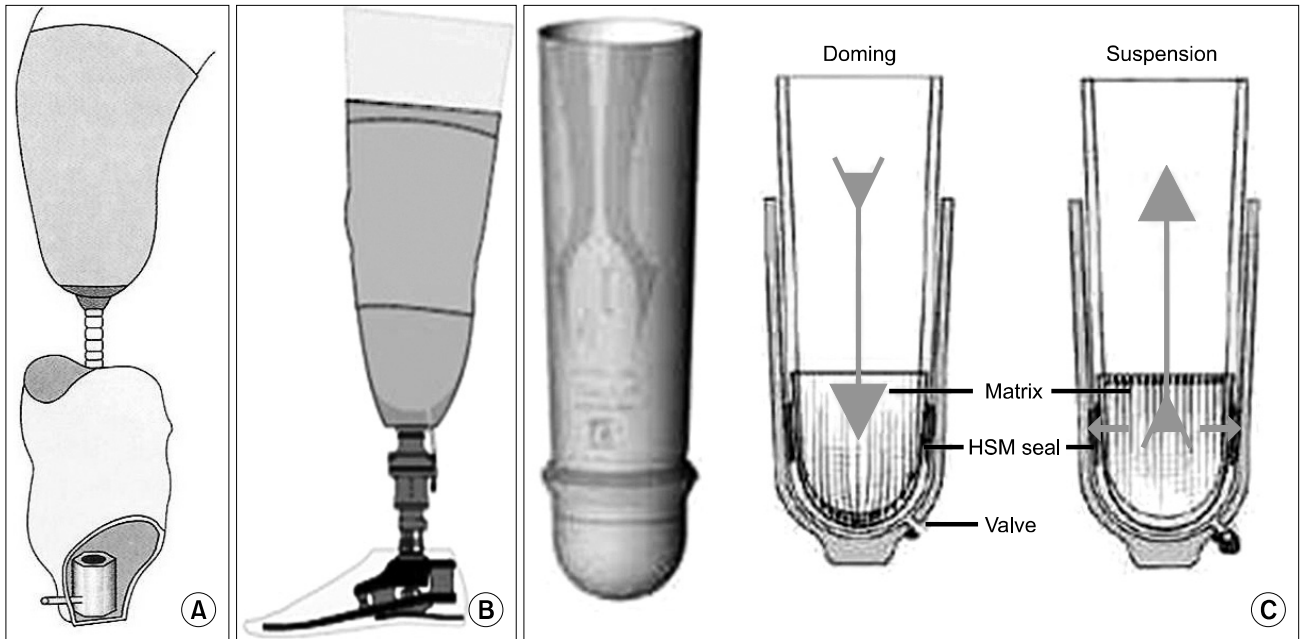


Fig. 6. Silicone suction suspension system. (A) locking system, (B) vacuum-assisted suction suspension, and (C) suction sleeve suspension with expulsion valve.

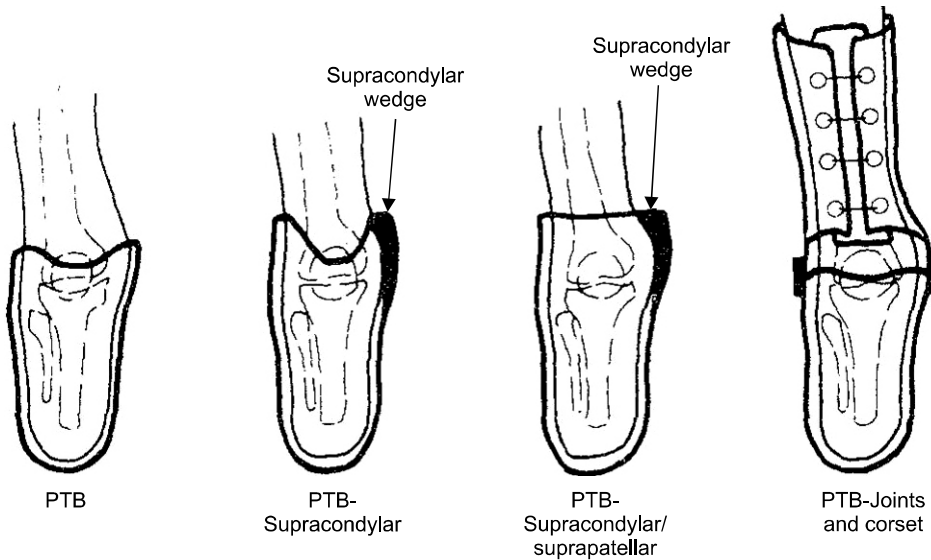


Fig. 7. Suspension according to brim contour.

사용하고, 젊고 활동적인 환자는 에너지 저장형 족부장치를 처방한다.

2) 미용

외관을 중요시 하는 일부 환자들에서는 미용형 스폰지(foam)를 이용하여 만족감을 높여준다.

3) 기후

덥고 습기가 찬 곳일수록 라이너 혹은 슬리브를 이용한

현가장치는 좋지 않다.

4) 의학적 혹은 절단단의 상태

혈관성 질환으로 인한 절단 시 혹은 둔감한 절단단인 경우 부드러운 라이너를 사용하여 압박을 줄이고, 소켓에 알리지 반응이 있는 경우 경성 소켓(hard socket)은 피한다. 25도 이상의 슬관절 구축이 있는 경우 의지제작이 매우 어렵다.

5) 직업 및 기능적 상태

매우 활동적인 경우 가볍고, 에너지 효율이 높은 부품을 사용하며, 고열을 가까이 하는 환경에서 일하는 경우 미용성 스폰지의 손상 가능성이 있으므로 플라스틱 외피형 등의 골격부를 사용할 수 있다.

6) 기타

이전의 의지를 가지고 있는 경우 기존의지의 불편함, 문제점 등을 고려하여 새로운 의지를 제작해야 하며, 보험관계 혹은 경제적 문제를 고려하여 부품을 구성하도록 한다.

참 고 문 헌

1. Gary MB. Transtibial prosthesis. In: Michelle ML, Caroline CN, eds. Orthotics and prosthetics in rehabilitation. 2nd ed. Missouri: Saunders Elsevier, 2007:679-710.
2. Hafner BJ, Sanders JE, Czerniecki JM, Fergason J. Transtibial energy-storage-and-return prosthetic devices: a review of energy concepts and a proposed nomenclature. J Rehabil Res Dev 2002;39:1-11.
3. Mancinelli C, Patrilli BL, Tropea P, Greenwald RM, Casler R, Herr H, et al. Comparing a passive-elastic and a powered prosthesis in transtibial amputees. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2011;2011:8255-8258.
4. Lehmann JF, Price R, Okumura R, Questad K, de Lateur BJ, Négretot A. Mass and mass distribution of below-knee prostheses: effect on gait efficacy and self-selected walking speed. Arch Phys Med Rehabil 1998;79:162-168.
5. Seymour R. Prosthetics and orthotics: lower limb and spinal. 1st ed. Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.

1. Gary MB. Transtibial prosthesis. In: Michelle ML, Caroline CN,