

상지의지의 임상적 적용

연세대학교 의과대학 재활의학교실

신 지 철

Clinical Application of Upper Extremity Prosthesis

Ji Cheol Shin, M.D., Ph.D.

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

J Korean Soc Prosthet Orthot 2013; 8: 46-50

서 론

절단술을 시행 받은 이후에 의지가 없으면 보행을 할 수 없는 하지 절단인에 비하여, 상지 절단인은 절단 이후에 의지를 사용하지 않는 경우가 많으며, 따라서 임상 의사 혹은 의지보조기기사는 상지의지에 대한 경험이 절대적으로 부족할 수밖에 없는 실정이다. 즉, 그 이유로 (1) 하지 절단에 비하여 수지절단을 제외한 상지절단은 상대적으로 발생빈도가 적으며, (2) 의지 사용의 절대적 필요성이 부족하며, (3) 보행 장애가 발생하지 않으며, (4) 아직 인간의 손을 대체할 수 있는 다양한 기능의 의지가 개발되지 않았으며, (5) 특히 다섯 손가락의 복잡하고 정교한 기능을 대체할 수 없고, (6) 미용적인 부분도 만족스럽지 못하며, (7) 상대적으로 절단인은 의지에 대한 기대치가 너무 높기 때문이라는 문제점들로 생각할 수 있겠다. 따라서 임상 의사가 상지의지를 처방하고 임상적으로 적용할 때는, 단순한 처방에서 끝나는 것이 아니라, 처방 이후에 지속적으로 의지를 사용할 수 있는 동기와 순응도의 향상을 위한 노력이 반드시 필요할 것이다.

본 론

1) 상지 절단의 임상적 특징

상지는 하지와 다르게 선진화 혹은 산업화에 따른 절단 원인의 차이는 없으며, 외상이 가장 많은 원인을 차지한다. 국내의 경우를 살펴보면 외상이 78.5%로 상지 절단의 가장 중요한 원인였고, 그 다음이 말초혈관 질환, 종양이었으

며, 선천성 기형에 의한 경우는 14.4%이었다. 외국의 경우에도 역시 외상에 의한 절단이 약 75%로 가장 많았으며, 그 다음이 종양, 말초혈관 질환이었는데, 주로 15~45세의 남성이 많았으며, 선천성 기형에 의한 빈도는 1,000명당 4.1명이었다.

수부절단을 제외한 상지 절단은 하지 절단에 비하여 낮은 발생을 보고하고 있으며, 전완절단이 상완절단에 비하여 약 2배 많이 발생하는 것으로 보고하고 있다. 절단 부위별로 발생빈도를 조사한 국내 조사에 의하면, 상지 절단 대 하지 절단의 비율은 약 1 : 2.2 정도였으며, 전완 절단 대 상완 절단의 비율은 약 1.3 : 1이었다. 다른 연구에서도 상지 절단 대 하지 절단의 비율을 약 1 : 3으로 보고하였지만, 산업재해로 인한 절단인들을 대상으로 한 경우는 60~75%의 높은 비율을 보고하였고, 특히 우측 상지의 절단이 많다고 하였다. 외국의 경우는 상지 절단 대 하지 절단의 비율은 1 : 4.9~11, 전완 절단 대 상완 절단의 비율은 2 : 1이었다.

절단부위는 궁극적으로 의지 사용의 최종 목적 및 성과를 결정하는 가장 중요한 요인인데, 절단부위와 절단단(residual limb)의 길이가 동시에 작용하게 된다. 절단단의 부위가 근위부가 될수록 의지 작동을 위한 에너지 소모는 증가하게 되며, 작동 방법은 어려워지며, 외양의 미용성도 감소하게 된다. 전완절부 이상의 절단은 아직 기능적인 의지 사용에 제한이 있으며, 주관절이단을 포함한 상완절단은 기능적 의지 사용자가 될 수 있으나, 의지훈련을 위한 치료기간이 8~12주 정도 필요한 단점이 있으며, 임상적으로 전완부 절단이 상지의지 사용에 가장 이상적이다. 그 외, 손목 절단 혹은 수부절단의 경우에는 기능형 상지의지 사용이 현실적이지 못하여 주로 수동형 의지가 많이 처방된다.

2) 의지 착용전 재활

절단인의 재활치료를 위해서는 외과의사, 재활의학의사, 물리치료사, 작업치료사, 의지보조기기사, 간호사, 사회사업사, 임상심리사, 오락치료사, 직업상담가 등이 의지재활

접수일: 2013년 11월 20일, 게재승인일: 2013년 11월 29일

교신저자: 신지철, 서울시 서대문구 연세로 50-1

☎ 120-752, 연세의료원 재활병원

Tel: 02-2228-3710, Fax: 02-363-2795

E-mail: jcsevrn@yuhs.ac

팀을 구성하여 단지 의지를 처방하는 것이 아니라, 신체의 일부를 소실한 절단인이 의지를 사용하고 관리하는 것까지 포함한 재활치료를 진행하는 것이 중요하다.

(1) 절단술 전 재활: 절단인의 재활은 절단술을 시행하기로 결정된 시기부터 시작된다. 이 단계에서의 재활치료 목표는 이학적 검사를 통해 환자의 신체상태 뿐만 아니라 사회생활, 추후 직업생활 및 취미생활, 가족들의 지지도 등을 평가하고, 치료 프로그램을 통해 전신 상태를 호전시켜 주며, 절단에 대한 심리적 준비를 도와주는 데 있다.

평가에는 절단측과 건측 사지의 관절운동범위, 근력, 감각 평가 등의 신경학적 평가와, 심폐기능 평가, 피부상태 평가, 욕창, 퇴행성 관절염, 비만 여부 등을 종합적으로 평가하여야 한다. 특히 절단측이 우성수인 경우에는 절단 전부터 비우성수의 수부기능 향상을 위한 작업치료가 반드시 필요하다. 그리고 절단 이후에 남아있는 근육들의 효과적인 사용을 위하여 절단 근위부 근육들에 대한 신경-근육 재교육을 시행하여야 한다.

그리고 신체의 최적화(conditioning)를 위하여 사지의 능동적 혹은 수동적 운동, 근력증진 운동, 호흡재활치료와 유산소운동을 실시하여야 하며, 특히 편측 상지 절단인의 경우에는 측만증 상태에 대한 평가와 예방 혹은 교정을 위한 운동치료가 반드시 필요하다.

환자는 의지에 대하여 전혀 경험과 지식이 없는 상태이므로, 이 시기에 향후 사용하여야 할 의지의 종류와 의지 처방의 목적에 대한 교육이 필요하며, 특히 기존 절단인과 의 면담은 향후 의지재활에 있어서 큰 도움을 줄 수 있으며, 동영상 등을 통한 교육도 도움을 줄 수 있다.

(2) 절단술 직후 재활: 이 시기의 재활치료 목표는 절단단의 치유를 촉진하고, 절단단을 성숙시키며, 관절의 운동범위, 조절력, 지구력 및 근력을 유지시키고, 통증을 조절해 주며, 최대한의 기능적 및 일상생활 동작의 독립성을 확보하는 것이다.

① 절단단의 성숙(maturation, shrinkage): 장골 절단 이후에 이상적인 절단단의 모양은 원통형(cylindrical)이다. 절단술을 시행 받은 직후의 절단단은 부종 등으로 인하여 원위부가 근위부보다 둘레가 증가된 양상을 보이므로, 경성(rigid), 반경성(semi-rigid), 연성 드레싱(soft dressing), 특수 양말(Elastic shrinker) 등의 방법으로 약 4~6주간 절단단을 성숙시켜 의지 착용이 가능하게 하여야 한다.

그리고 절단단에 두 가지 목적을 위하여 마사지를 실시하여야 한다. 절단단의 통증 감소를 목적으로 탈감작을 위하여 실시하는 마사지는 절단단 전체 부위를 가볍게 두드리거나 문지르는 등의 방법으로 시행하게 된다. 다음으로 수술 반흔선의 유착을 방지하기 위한 마사지는 반흔선을 중심으로 수직 방향으로 심부 마찰(deep friction) 마사지를 시행하여야 한다.

일반적으로 체중부하를 시행하여야 하는 하지 절단의 경

우에 비하여 상지 절단에서는 절단단의 성숙은 큰 어려움 없이 효과적으로 진행된다.

② 절단된 상지의 상태 유지

- 관절 운동범위 유지: 경성 및 반경성 드레싱을 사용하면 도움이 될 수 있으나, 무엇보다도 적절한 자세 및 능동적, 수동적 관절 운동을 지속적으로 시행하여야 하며, 관절 구축의 예방법을 교육받는 것이 중요하다. 특히 절단은 주동근과 길항근 사이의 불균형을 유발하게 되는데, 상완 절단의 경우에는 견관절의 외전 및 굴곡 구축이, 전완절단의 경우에는 주관절의 굴곡 구축이 흔히 발생하게 된다. 그러나 체중부하가 필요한 하지절단의 경우와 달리 의지사용에 제한을 주는 경우는 드물다.

- 근력, 조절력 및 지구력 유지: 상지 절단인은 잔여 삼각근, 상완이두근 뿐만 아니라 승모근, 전거근, 대흉근과 같은 견관절 근육의 강화훈련이 중요하다. 그리고, 노인 환자의 경우 조절력 및 지구력 증진을 위한 운동과 균형능력향상을 위한 운동이 시행되어야 하며, 일상생활훈련을 조기에 실시하는 것이 반드시 필요하다. 그 이외에도 침상 가동성(bed mobility), 이동(transfer), 착탈의(dressing)에서 독립성 유지를 위한 훈련을 받아야 하며, 가능하다면 절단인들의 단체치료를 통하여 동기를 부여하는 것이 도움이 된다.

③ 임시(preparatory) 의지: 절단단이 완전히 성숙되기 전 임시 의지를 이용하면 절단단의 성숙 및 탈감작화가 촉진되며 의지착용의 내인성(tolerance)을 형성시켜, 기능적 의지 사용인으로서의 가능성을 증가시키므로 가능한 빨리 시작하는 것이 중요하다. 임시의지 착용시기는 상지 절단인 경우 수술 후 2주후부터 빠를수록 좋는데 국내 보험수가 체계에서는 불가능하며, 임상적으로는 조기 장착을 위하여서 일단 의지를 제작하여 의지 훈련을 시행하고, 3~4개월 이후 절단단의 성숙이 완전하게 되었을 때 소켓만 새 것으로 교환하는 방법으로 대신하고 있다.

3) 의지 처방 및 착용(fitting)

의지의 처방 시기에 대하여는 절대적인 원칙이 없다. 절단인의 개개인의 특성, 사용하고자 하는 목적, 수술시기 등의 다양한 요인에 의하여 개인별로 결정을 하면 된다.

의지는 신체조절형인 경우에는 수술 후 6~12주, 근전동형의 경우에는 4~6개월에 보통 처방을 하며, 수동형인 경우에는 하지 의지처럼 체중부하를 위하여 충분한 절단단의 성숙이 필요하지 않기 때문에 수술 후 3~4주에 착용이 가능하다.

절단단이 충분히 성숙하면 의지의 종류를 결정하게 되는데, 절단단 뿐만 아니라 절단인에 대한 전반적 평가를 통하여 의지의 종류 및 처방 목적을 결정하여야 한다. 의지 처방에 있어서 가장 중요한 것은 절단인의 기능적, 미용적, 혹은 심리적 요인 등과 관련한 개인적 요구사항을 충분히 만족시켜줄 수 있는 것인데, 편측 상지 절단인이 일상생활에서

의지를 사용하지 않는 경우에는 이러한 목적에 대한 충분한 고려 없이 의료진의 편의성에 맞춘 의지가 처방되는 경우가 많기 때문이다.

절단단의 평가에는 길이, 피부상태, 성숙 정도, 근력, 관절운동범위, 합병증의 동반 여부를 포함해야 할 것이며, 절단인의 평가에는 심폐기능, 건축 사지의 근력 및 관절운동범위, 인지기능, 신경-근-골격계 및 내과계 질환의 동반 여부 등을 평가하여야 할 것이다. 이러한 평가를 통하여 의지 처방의 목적이 결정되면, 의지의 각 구성 요소를 결정하게 된다.

상지 절단인의 경우에는 의지를 처방하지 않는 경우를 포함하여 수동(미용)형, 신체조절형, 근전동형, 혼합형, 특수활동형 의지 등의 다양한 가능성에 대하여 반드시 절단인과 충분한 논의 후에 결정하여야 한다.

① 의지를 처방하지 않는다: 일정 활동을 하는 할 때만 혹은 항상 의지를 착용하지 않는 경우이다. 가장 많은 원인은 처음 사용한 의지에 대한 불편한 기억이 있어서 의지 사용을 거부하는 경우이다. 그 외에도 의지 모양 혹은 무게에 대한 거부감, 말단장치가 감각적 feedback를 제공하지 못함, 환상통 혹은 절단단의 통증이 아주 심한 경우, 경제적 문제, 장기간 의지를 사용하면서 반복적인 과사용으로 인한 근골격계 질환의 발생이 원인이 될 수 있다. 이 경우에는 의지 착용을 방해하는 절단단의 신체적 상태를 평가하고 호전시킬 수 있는 전문적인 재활치료가 선행되고, 의지 사용의 필요성에 대한 충분한 토의를 통하여 의지 사용을 권장할 수 있을 것이다. 그래도 의지 착용을 거부하는 절단인에게는 척추 측만증 예방과 절단단의 위축과 운동범위 제한을 방지할 수 있는 전문재활치료는 반드시 시행하여야 할 것이다.

② 수동형(미용형): 다른 의지에 비하여 가볍고, 미관상 수려하며, 현가장치가 가장 적게 필요하고, 유지가 어렵지 않은 장점이 있어서 편측 상지 절단인에게는 가장 많이 처방되는 형태이다. 그러나 개인별 맞춤형으로 제작하는 경우에는 고가의 의지가 될 수 있으며, 청결상태를 유지하기 힘든 문제가 있다. 수동형이지만 기능이 전혀 없는 것은 아니며, 양손잡이 활동에서 보조 손의 역할이 가능하며, 그리고 미용수를 통하여 부분적으로 글씨쓰기 등의 기능도 가능하다.

③ 신체조절형: 비교적 합리적인 가격, 근전동형에 비하여 상대적으로 가벼운 점, 그리고 고유감각성 feedback이 우수하기 때문에 기능을 위한 상지의지 중에는 가장 많이 사용된다.

단점으로, 작동을 위한 신체의 움직임이 가장 많이 요구하는 형태이기 때문에, 건관절의 퇴행성 변화를 촉진시키고, 건관절 근육들의 불균형을 초래하고, 말초신경을 압박할 수 있는 것이다. 그 외에도 케이블과 현가장치가 부착되기 때문에 자연스럽지 못한 착용 형태가 문제점이다. 과거에는 갈고리형의 말단장치를 많이 사용하면서 불량한 외양

이 문제이었지만, 최근에 핸드형 말단장치의 발전으로 인하여 미용의 문제는 많이 개선되었다.

④ 외부조절형: 외부 스위치, turbo sensor 등의 다양한 형태가 있지만 임상적으로 근전동형이 가장 많이 사용된다. 장점으로 간단한 현가장치를 사용할 수 있으며, 작동을 위한 신체동작이 적고, 미용적으로도 만족스러우며, 근위부 절단일수록 신체조절형에 비하여 상대적으로 기능적 장점이 있으며, 절단술후 발생하는 대뇌의 재조직화(cortical reorganization)을 예방하여 환상통의 발생빈도를 감소한다는 것이다.

단점으로 고가의 장치이며, 기계장치로 인하여 무겁고, 유지비가 많이 들며, 현재까지 감각적 feedback이 부족하며, 지속적인 착용 시에 상대적으로 습기가 많이 찬다는 점이다. 물론 최근에는 감각적 feedback를 보완한 장치의 개발과 3개 이상의 손가락을 움직일 수 있는 의지가 개발되어 임상적으로 시도되고 있다.

⑤ 혼합형: 신체조절형과 근전동형의 장점만을 결합하여 상완 의지에서 임상적으로 시도되는 형태이다. 근전동형 주관절과 신체조절형 말단장치를 혼합한 형태는 말단장치의 과악력이 약하고, 미용적으로 불량하며, 신체조절형 주관절과 근전동형 말단장치를 혼합한 형태는 주관절 굴곡에 제한이 있으며, 전완부의 무게가 증가하는 단점이 있어 아직은 임상적으로 보편화되어 있지 않다.

임상에서는 편측 상완 의지의 경우에 신체조절형 주관절과 미용형 말단장치를 사용하는 것이 가장 실용적이며 보편화되어 있다. 그리고 양측 상완절단의지에서 비우성측에 외부조절형 주관절과 미용형 말단장치를 사용하는 것도 임상적으로 도움이 된다.

⑥ 활동 적합형: 스포츠와 레저 활동을 위하여 목적에 맞는 다양한 의태의 특수 말단장치를 사용하는 경우이다.

다양한 형태의 의지가 많이 개발되고 있지만 아직까지는 전완 절단의 경우에만 실질적으로 의지 사용에 있어 큰 불편함이 없이 사용하고 있으며, 더 근위부 절단의 경우에는 의지 사용에 제한이 있다. 따라서 특히 양측 절단인의 경우에는 적어도 한 쪽의 절단이 전완 절단이 되어야 기능적 의지사용자로 훈련이 가능하다.

초기 진료시 여러 의지의 장단점에 대하여 충분한 설명이 필요하며, 의지 사용의 목적 및 기대에 대한 충분한 논의가 있는 이후에 의지 형태에 대한 결정이 필요하다. 임상적으로 가장 중요한 것은 하나의 의지를 처방하는 것으로 하지 말고, 필요에 따라서는 외출 시는 미용형 의지를 사용하고, 작업 시에는 기능형 의지를 사용하는 전략적 접근도 상지절단인의 의지 사용을 증가시킬 수 있는 방안이라고 생각한다.

4) 의지 재활치료

(1) 편측 상지 절단인: 일반적으로 편측 상지의 절단인은

60% 미만에서 의지를 사용하는 것으로 보고되고 있다. 만약 사용하는 경우에도 비절단측이 우성수의 기능을 담당하기 때문에 비우성수의 기능, 즉 보조적인 역할을 담당하게 된다. 따라서 대부분 수동형 의지를 사용하게 되며, 특수한 직업으로 인하여 반드시 양손 활동이 필요한 경우에 기능형 의지를 사용하게 된다. 이 경우에는 신체조절형 혹은 근전동형 의지를 선택하게 되며, 반드시 전완의지는 4주, 상완의지는 8주 전후의 재활치료가 필요하다.

상지 의지 훈련은 수부기능의 대체를 위하여 섬세한 의지의 조절이 요구되지만 고유수용감각의 소실로 인하여 많은 제한이 있다. 그러므로 절단인은 의지의 기능과 기본 작동 원리, 관리법, 각 구성요소의 유지법 등의 포괄적인 의지의 관리를 배워야 한다. 이 후 의지의 독립적 착탈 훈련을 받으며, 의지 양말의 착용 및 관리법, 말단장치의 작동, 물건을 잡고 놓기, 잡은 물건의 이동, 기능적 활동 등을 점진적으로 훈련 받아야 한다. 이러한 의지 사용 훈련에는 머리 빗기, 옷 입기, 식사 하기, 운전, 스포츠, 작업, 여가 활동 등의 양손을 사용하는 활동을 연습하고 훈련해야 하며, 일반적으로 6~12주의 훈련기간이 필요하게 된다.

편측 상지절단인이 기능형 의지에 대한 재활치료를 시행한 이후에는 의지의 착탈을 포함한 일상생활 수행이 독립적으로 가능하며, 양측 수부활동의 25% 이상 수행이 가능하고, 제한 없이 지속적으로 의지를 착용할 수 있다. 그러나 무거운 물체를 드는 것은 제한을 받게 되는데, 전완절단은 약 20~30 lb, 상완절단은 10~15 lb 정도이다.

(2) 양측 상지 절단인: 양측 상지 절단인에게는 기능적 의지의 처방 및 훈련이 반드시 필요하며, 의지 제작 시에 적절한 사용을 위하여 반드시 우선적으로 고려하여야 할 사항들이 있다. 가장 중요한 것은 우성 측(dominant side)의 결정이다. 우성측의 결정은 절단단이 긴 쪽, 근력이 강한 쪽, 관절의 운동범위가 좋은 쪽으로 결정하며, 대부분 우성측은 기능형 의지를, 비우성측은 수동형 의지를 처방하게 된다. 다음으로 양치질 혹은 식사 등을 위하여 사용할 수 있는 재활보조기구(utensil cuff)를 제작하여 집안에서 독립적인 생활을 비교적 편하게 할 수 있어야 한다. 그리고 하지의 유연성과 족부 기능의 향상을 위한 재활치료가 지속적으로 시행될 수 있어야 한다. 마지막으로 절단인과 함께 의지 사용으로 획득할 수 있는 기능적 성과에 대하여 충분한 합의가 있어야 한다는 것이다. 현실적으로 양측 상지 절단인의 경우에 적어도 한쪽이 전완부위까지만 절단이 되어야 기능적인 의지 사용자가 될 수 있다.

다음으로 중요한 것은 의지의 종류와 형태를 결정하기 위한 사항들이다. 우선 기능적 의지 사용인이 되기 위하여 양측 의지의 길이를 신장을 고려한 예측치보다 3~5 cm 짧게 만드는 것에 대하여 충분한 논의가 있어야 한다. 다음으로 우성측에는 신체조절형 의지가 바람직하며, 비우성측에

는 수동형 혹은 근전동형 의지를 적용시킬 수 있다. 그리고 화장실 사용 등의 정중활동(midline activity)을 위한 특수 기능의 완관절 장치 사용 여부를 결정하여야 하며, 최종적으로 적어도 2~3개월의 집중적인 재활치료가 필요함에 대하여 동의가 필요하다.

그리고 양측 절단인의 경우에는 여러 개의 의지를 제작하는 것도 임상적으로 고려하여야 한다. 최근에 양측 전완 절단의 젊은 여성 환자에게 재활치료를 시행하면서, 의지 제작전에 여러 번의 만남을 통하여 미용적인 측면과 기능적인 측면을 모두 만족할 수 있는 재활치료를 시행하였다. 즉, 집안과 직장에서의 일상생활에서는 양측 후크형 말단 장치를 사용하여 독립적 생활을 가능하게 하였고, 사회활동을 할 때에는 우성수는 신체조절형 의지를, 비우성측은 수동형 의지를 사용하도록 제작하여 성공적인 의지재활치료를 하였다.

(3) 기타: 소아 절단인의 경우에 의지 장착 시기는 신체자아상(自我像, body image)의 형성 시기 및 정상적인 신경발달적 측면에서 조기에 실시하는 것이 바람직하다. 일반적으로 상지 절단에서 미용 목적의 의지를 6개월 전후부터 처방을 하여야 하며, 말단장치 조절은 1.5~2세, 주관절 장치 조절은 3~4세부터 가능하다. 그리고 성장에 따른 신체 불균형으로 발생하는 척추 측만증의 발생을 최소화하기 위하여 보다 적극적 의지 처방이 필요한 실정이다.

의지의 교환 시기에 대하여, 보통 성인의 경우에는 상지 의지는 3~4년을 주기로 새 의지가 필요하다. 그러나 소아의 경우에는 지속적 성장, 골의 과성장 및 왕성한 신체 활동 때문에 교환 주기가 단축된다. 따라서 만 5세까지는 매년 교환이 필요하며, 5~12세까지는 매 1.5년마다, 12세부터 21세까지는 매 2년마다 새 의지로의 교환이 필요하다. 그러나 국내에서는 경제적 문제 때문에 아직 의지를 10년 이상 사용하는 절단인이 많은 실정이다.

결 론

절단술의 개선, 의지재료 및 공학 등의 발전으로 전동수의 사용이 보편화될 것으로 기대되고 있으나, 아직 현실적으로 상용화되고 있지 못한 실정이다. 오히려 국내에서는 의지를 사용하고 있지 않은 상지 절단인이 아직도 많은 실정이다. 절단술을 담당하는 의사, 절단환자, 재활의학과 전문의를 포함한 의지재활치료팀 뿐만 아니라, 의지 개발을 하고 있는 공학자들이 서로 가지고 있는 기술적 능력을 조화롭게 조율하여 실제 생활에서 부딪히는 다양한 과제들을 해결하기 위한 상호대화와 협조가 적극적으로 이루어진다면, 상지 절단인들이 다양한 의지들을 사용하면서 건강한 삶을 살 수 있게 될 것이다.

참 고 문 헌

1. 신지철: 의지. In. 대한정형외과학회: 정형외과학, 제 6판, 최신의학사, 2006:1184-1197
2. 신지철: 의지. In: 박창일, 문재호: 재활의학, 제 2판, 한미의학, 2011:205-223
3. 신지철: 상지절단인의 재활. 2013년 한국의지보조기학회 춘계학술대회 강의를록
4. 신지철: 양측 전완절단 환자에서 기능의지와 미용의지의
동시 제작 및 재활훈련. 한국의지보조기학회지 2012; 12: 53-57
5. Sheehan TP. Rehabilitation and prosthetic restoration in upper limb amputation. In: Braddom RL, ed. Physical medicine & rehabilitation, 4th ed, Philadelphia: Saunders, 2011: 257-276
6. Walsh NE, Bosker GB, Maria DS. Upper and lower extremity prosthetics. In: DeLisa JA, ed. Physical medicine and rehabilitation: Principles and practice, 5th ed, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011:2017-2049.