2

Symposium IV

# 화상 환자의 절단 재활

한릮대학교 의과대학 재활의학교실

# 서 정 훈

## 서 론

화상 환자의 절단 재활에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 화상 환자만이 갖는 고유의 문제를 가질수 있다. 중증 환자의 경우 어려우면서 장기적인 문제에 봉착하게 된다. 따라서 이런 일상 생활동작의 제한을 극복 시키기 위해 적절한 의지를 사용하게 하는 것이 절단 재활의 목적이라 할 수 있다. 의지는 가능한 사용하기 편리해야 하며 간소(simplicity)하게 제작되어져야 한다.

# 본 론

# (1) 화상 환자의 절단

3도 이상의 심한 화상에서는 피부 뿐만 아니라 신경, 혈관조직이나 골조직까지도 심각한 손상을 입어 회생 (salvage)이 어려운 경우에는 불가피하게 절단이 시행되는데, 고압전기화상에서 특히 자주 볼 수 있다. 고압전기화상에서 가장 심각한 손상은 고압전기의 입력 부위나 출력 부위의 인접부위에서 잘 볼 수 있다. 전기감전은 팔다리의 절단을 초래할 수도 있는데, 손가락 절단, 하퇴 절단이 가장 많다. 전기 감전에서 절단은 주로 '오른 손'으로 전기가 들어간 경우 손에서 절단이 되는 경우가 많았으며, 몸의 여러 군데에 동시에 절단되는 경우도 많다.

화상환자의 절단단은 피부상태가 좋지 않으므로 의지 착용시 자주 문제가 되는데 적은 마찰력에 의해서도 쉽게 피부박리(skin breakdown)가 일어나므로 소켓처방에 신중을 기해야 한다. 또한 화상환자에서는 절단 원위관절과 절단단 근처에 이소성 골화증이 가끔 발생하므로 재활훈련에 제한이 되기도 한다. 화상 절단환자의 82%에서 절단단의 골극형성이 발생한다. 평균 38주에 발생하고, 12%에서는 수술이 필요하다.

# (2) 상지 절단의 특수성

상지 절단 환자의 경우 하지에 비해 절단 수술의 결과를 미리 준비하지 못하는 외상의 의한 절단의 경우가 많다. 따라서 환자는 절단 후 상태에 적응하는데 어려움을 겪고 심리적인 불안 및 적응장애를 가질 수 있다. 또한 상지 절단의 경우 외부와의 접촉시 자신의 절단을 쉽게 다른 사람에게 인식 될 수 있는 상태를 갖고 있다.

상지 절단은 하지에 비해 상대적으로 작은 비율을 차지하며 반면에 상지 의수 제작의 특수성, 복잡성 때문에 재활 측면에서 경험하기 어려운 실정이다. 상지 절단환자의 경우 상지 특히 수부의 기능을 잃어버린 상태

이기 때문에 환자들은 많은 좌절감과 재활과정의 어려움을 갖게 된다. 최근에 기술의 발달로 상지 의지에 전자 기술을 접목한 의지가 개발되고 있어 상지 의지 환자에게 다양한 선택을 가능할 수 있게 되었다. 이러한 근전동(Myoelectric) 상지 의수에 대한 구성요소와 재활 치료 과정에 대한 이해가 절단 환자의 재활 치료에 중요한 요소라고 할 수 있다.

상지 절단 환자가 의수를 착용하여 얻게 되는 기대 수준이 하지 절단에 비해 높다. 현재의 최첨단의 의수 활용의 한계성에 대한 인식이 필요하다. 상지 의지 절단환자에게는 의지 착용구성 요소에 대한 장, 단점을 미리 알려주어 선택할 수 있는 기회를 제공해야 한다.

상지 절단 후에 잃게 되는 자존심 및 심리적인 불안정성에 대한 치료 및 지지는 상지 절단 재활 치료의 중요한 요소이다.

상지 절단인 경우 성공적인 의수사용을 위해서 가장 중요한 것은 절단 수술 후 30일 이내에 의수를 착용하고 사용을 시작해야 한다. 그 이유는 한 손으로의 생활 습관이 고정되기 전에 양수 이용능력을 습관화 시켜주는 것이 이상적이기 때문이다. 하지의 경우도 조기에 소켓을 착용시켜 절단단을 성숙시켜 재활초기부터 보행훈련과 체중부하 운동을 시작하는 것이 효과적이다.

## (3) 상지 의지 처방

**7.** Body powered vs. Myoelectric: 신체작동(Body Powered) 의수는 가격이 상대적으로 저렴하며 무게가 가벼우며 내구성과 감각 신경 되먹임(sensory feedback)이 좋다. 근전동 의수는 파지력이 크고 외관적으로 유리하지만 무겁고 가격이 비싼 단점이 있다(Table 1).

의수 처방시 사용의 편리성(Comfort), 기능(function), 외관(cosmesis), 내구성(Durability), 가격(Cost) 등의 고려가 필요하여 환자에게 적절한 의지 사용이 될 수 있어야 한다.

나. 전완 절단(Transradial amputation): 근전동 의수는 상지부착을 위한 멜빵(harness)이나 조절을 위한 케이블이 필요하지 않게 된다. 그리고 작동을 위해 상대적으로 작은힘이 필요하다.

전완부의 근육의 신호를 대부분 이용하는데 손목 신전근은 의수의 열림, 손목 굴곡근은 의수의 닫힘의 신

Type	Pros	Cons
Cosmetic (passive)	Most lightweight Best cosmesis Least harnessing	High cost if custom made Least function Low-cost glove stains easily
Body powered	Moderate cost Moderately lightweight Most durable Highest sensory feedback	Most body movement to operate Most harnessing Least satisfactory appearance
Externally powered (myoelectric and switch control)	Moderate or no harnessing Least body movement to operate Moderate cosmesis More function-proximal levels	Heaviest Most expensive Most maintenance Limited sensory feedback
Hybrid (cable elbow/electric TD)	All-cable excursion to elbow Increased TD pinch	Electric TD weights forearm (harder to light) Good for elbow disarticulation (or long above elbow)
Hybrid (electiric elbow/cable TD)	All-cable excursion to TD Low effort to position TD Low maintenance	Least cosmesis Lower pinch force for TD

Table 1. Advantages and Disadvantage of Various Upper Limb Prosthesis

호를 이용한다. 근육의 신호는 표면전극을 이용하여 의지 소켓에 부착하게 한다.

말단 장치는 일반적인 의수 외에 기능적으로 보완된 장치 Greifer (Ottobock) 등이 사용 될 수 있어 산업현 장이나 일을 수행시에 도움이 되는 장치로 사용될 수 있다.

#### 다. 상완 절단(Transhumeral amputation)

상완절단에 전자의수를 적용하여 기능적인 회복을 얻는 것은 보다 복잡하여 일반 신체형 의지에 비해 환자에게 적용하고 활용하게 하는데 보다 세밀한 노력이 필요하다.

일부의 상완절단 환자에게는 Hybrid type의 신체작동형과 근전동형의 혼합형의 적용이 높은 기능을 얻게 할 수 있다. 모든 처방의 경우 사용하는 환자의 작동 능력에 따라 구성 요소를 결정 할 수 있다.

# (4) 상지 의지 훈련

가. 의지 착용전 재활 치료: 상지 의지의 제작이전에 절단단에 대한 재활 치료는 중요하다. 절단 부위의 상처 치료및 흉터부위 유착부위를 확인하고 연관되는 통증 및 피부 변화의 해결이 필요하며 부종의 감소와 관절 조직 유착 방지, 관절 운동 치료 및 근력 강화운동의 재활 프로그램을 시작해야 한다(Table 2, 3). 상지 절단 환자에 생기는 절단부위 통증, 환상통 및 피부 병변에 대한 치료도 동시에 이루어져야 한다.

나. 전국 부착 부위를 위한 훈련: 근전동 의수를 적용하기 위해 정확한 표면 전국 위치 적용 부위를 찾는 것은 의수 착용에 중요한 요소이다.

일반적인 근육부위의 선택은 다음과 같다.

- \* Transradial (TR, BE) amputation: Wrist extensor/flexors for terminal device
- \* Transhumeral (TH, AE) amputation: Biceps-elbow flexion/extension

Triceps-terminal device opening/closing

\* Shoulder disarticulation, forequarter: Deltoid, trapezius, latissimus, pectoralis

올바른 근육부위를 찾기 위해선 EMG 신호를 측정할 수 있는 장치가 필요한데 일반적인 근전도 장비나 상업적으로 개발된 제품(Myoboy, Myotester)의 시각적, 청각적 신호를 이용해 나타내는 최대 신호 부위를 위치로 정한다. EMG 신호 검사는 절단부 원위부 근육을 이용한다.

Table 2. Goals of a Postoperative Program

Promote wound healing
Control incisional and phantom pain
Maintain joint ROM (to prevent contractures)
Explore patient's and family's feelings about change in body
Obtain adequate financial sponsorship for prosthesis and training

Table 3. Preprosthetic Program

Residual limb shrinkage and shaping
Residual limb desensitization
Maintenance of normal joint ROM
Increasing muscle strength
Instruction in proper hygiene of limb
Maximizing independence
Myoelectric site testing and training
Orientation to prosthetic option
Exploration of patient goals regarding the future

다. 근전동 의수 훈련 초기 단계: 초기에 기구 구조에 대한 교육이 필요하다. 배터리 구동 및 관리 방법, 구조 명칭 및 작동 방법 소개에 대한 사항의 실제적인 교육을 실시한다. 이후 독립적인 착용, 탈착 방법에 대한 교육을 실시한다. 또한 의수 착용 스케줄에 대한 방법을 교육한다. 초기에는 30분 이내에서 착용하며 착용 부위 절단부위의 피부 변화를 수시로 관찰하게 한다. 피부 부위의 발적이 20분 이상 지속되면 소켓에 문제가 있는지 확인한다. 피부의 자극이 없는 상태라면 착용시간을 점차 증가 시킨다. 절단단은 저자극성비누나 세정제로 깨끗이 유지할 수 있게 한다.

라. 근전동 의수 작동 재활: 물체를 잡고 놓고 하는 간단한 훈련을 여러 가지 크기 및 모양, 질감을 가진 물체를 이용해 훈련한다. 환자가 물체를 실제적으로 잡는 것을 시각적으로 느끼게 하는 것이 중요하다. 대부분이 상지 절단 환자는 물건을 잡으려고 할 때 의수가 아닌 몸통을 움직여 물건을 잡기 위한 전단계 자세를 취하려는 경향이 있는데 이는 피해야할 습관이다. 거울을 이용하여 정상측 팔이 어떻게 움직이는지 익힐 수 있는 방법으로 사용될 수 있다.

물체를 잡는 힘의 조절을 위한 훈련도 필요하다. 스티로폼이나 면솜, 스폰지를 이용한 훈련이 실제적인 일상에 부딪히는 물건에 대한 교육이 될 수 있다.

마. 일상 생활 동작 훈련(ADL training): 전자 의수 훈련은 양측 손을 이용한 훈련에 중요하다. 일상 생활 동작은 일반적으로 정상측과 환측의 조화로 이루 어질 수 있어 즉 병뚜껑 열기, 칼질하기, 치약 짜기 등의 실제적인 동작훈련을 실시한다.

작업이나 운동시에 사용할 수 있게 개발된 Activity-specific Prosthesis를 이용하여 말단부 장치를 특수한 환경에 쓸 수 있다.

#### (5) Advances in upper limb technology

말단 수부 장치는 Motion Control Hand, Ottobock Greifer 장치, Sensor Speed Hand 등이 있고 Touch Bionics 의 iLIMB hand의 손가락 관절 수부 장치나 감각 신경 되먹이 기능작용이 있는 장치 등이 개발 중이다.

팔꿈치 관절은 Boston Digital Arm System, Utah Arm 3, Dynamic Arm 등이 소개 되어 있어 말단장치와 조화를 이루게 하는 장치 등이 개발 되었고 근전동 전극이 실리콘 라이너에 포함되어 있는 장치가 소개 되었다.

Kuiken 등은 짧은 상완 절단이나 견관절 이단 절단 부위에 적용 할 수 있는 targeted reinnervation 방법을 소개 하였는데 이는 현재의 조절 시스템의 한계를 극복하기 위해 절단부위 신경을 흉곽 부위 근육으로 신경이식하여 새로운 근전도 신호를 이용 할 수 있게 하는 것으로 이를 이용한 의수 활용에서 운동 능력 뿐만아니라 감각 기능에도 호전된 결과를 나타냈다.

# (6) 하지 절단

하지 의지의 선택은 환자의 기능과 피부 상태를 고려하여 처방 되어져야 한다. 중증 화상 환자는 다른 절 단 환자와는 달리 근력 약화가 심한 상태를 보여주어 의지의 안정성이 중요하다.

하퇴 의지의 경우 절단단에 체중부하가 어려운 경우 근위부 체중부하 장치(knee joint/thigh lacer or ischial gluteal weight-bearing brims)가 필요할 수 있다. 부분 족부 절단인 경우 다양한 의지를 사용 할 수 있다. 흉터 방지를 위해 발등 쪽으로 압력을 가할 수 있게 하는 신발 처방이 필요하다. 골극 형성이 된 환자의 경우 소켓을 깊게 만들고 교체할 수 있는 절단부 원위부 쿠션을 사용 할 수 있다. 화상반흔이 있고 연부조직의 모양이 좋지 않은 하퇴 절단의 경우에는 절단단 피부에 압력이 균등히 미치게 하기 위하여 안창(molded insert)을 사용하며, 소켓은 supracondylar, suprapatellar 형에 rubber sleeve를 사용하는 것이 피스톤 운동을 최소화하여 피부를 보호할 수 있다. 족관절은 다축 관절(multiaxis)을 사용하는 것이 비틀리는 힘을 감소시킬 수 있으며, 하퇴 절단단에 체중부하를 감소시킬 필요가 있을 때는 대퇴 콜셋(thigh corset)과 외부 단축 슬관절을 사용하는

것이 도움이 된다. 최근에는 ICEROSS 소켓이나 Silicone suction socket (3S) 등 절단단과의 접합성이 좋고 피부 부작용이 감소되는 소켓이 화상환자들에게 도움이 될 수 있지만 가격이 고가인 문제점이 있다.

대퇴의지에는 네오프렌 타입의 현가 벨트가 사용될 수 있고 흉터 조직이 많지 않다면 흡입소켓을 사용할 수 있다. 화상 후 흉터가 있으면 그 모양에 맞추어서 소켓을 제작해야 한다.

# 결 론

절단 환자의 재활은 의지에 대한 깊은 지식뿐만 아니라 절단 환자의 상태의 이해가 필요하다. 의지 기술의 발달은 지속적으로 진행 되고 있어 의지 환자들에게 다양한 선택의 기회와 양질의 재활 치료를 시행 할 수 있도록 지속적인 교육 및 연구가 필요하다. 환자와 의지 제작 전문가를 포함한 의지 재활 치료 팀의 포괄적 인 재활 프로그램이 의지 사용의 효율성을 극대화 시킬 수 있다.

# 참 고 문 헌

- 1. Kuiken T. Targeted reinnervation for improved prosthetic function. Phys Med Rehabil Clin N Am 2006;17:1-13.
- 2. Kuiken TA, et al. Targeted reinnervation for enhanced prosthetic arm function in a woman with a proximal amputation: A case study. Lancet 2007;369:371-380.
- 3. Lake C, Dodson R. Progressive upper limb prosthetics. Phys Med Rehabil Clin N Am 2006;17:49-72.
- Malone JM, et al. Immediate, early, and late postsurgical management of upper-limb amputation. J Rehabil Res Dev 1984;21:33-41.
- 5. Kelly BM, Spires MC, Restrepo JA. Orthotic and prosthetic prescriptions for today and tomorrow. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2007;18(4):785-858.
- 6. Esquenazi A, Leonard JA, Meier RH et al. Prosthetics, orthotics, and assistive devices. 3. Prosthetics, Arch Phys Med Rehabil 1989;70(5-S):S206-S209.