

상지 근전동 의지 제작

서울보훈병원 보장구센터

안 동 영

Fabrication of Myoelectrically Controlled Prosthesis

Dong-young Ahn, CPO, Ph.D.

Seoul Veterans Hospital Prosthetics and Orthotics Center

J Korean Soc Prosthet Orthot 2008; 2: 13-16

서 론

근전동(myoelectric) 의지는 수축하는 근육의 작은 전압변화를 의지 조절의 원동력으로 이용하는 외부동력식 의지이며 절단지(residual limb)에 남아있는 근육에서 발생하는 활동전위(action potential)를 이용하여 의지나 다른 시스템 조절을 시도하는 신경-근 조절의 한 형태이다. 이를 근전동 조절(control)이라고 한다. 근육의 수축은 전기를 발생하고 피부표면에 설치한 전극은 이들 전기를 수집하여 조절 시스템에 전달한다. 그러면 전지(battery)를 이용하여 발생한 힘이 손목관절이나 팔꿈치관절에 착용된 의지시스템을 작동시키게 된다(Fig. 1).^{1,2}

의지보조기기사는 절단인에서 최적의 전기신호 포착을 위해 정확한 검사와 평가를 해야 하며, 절단인과 함께 근전동의지를 익숙하게 사용할 수 있도록 훈련을 시켜야 한다. 이를 위해서는 시각적 되먹임(visual feedback)을 주는 훈련용 장비가 사용되며, 아동에게는 이를 이용한 특별한 훈련장치가 사용되기도 한다.¹

근전동 전완의지 제작방법

1) 취형과 음성 석고모델

근전동 의지 제작을 위해서는 먼저 대상자의 전완부 근육에서 전기적 신호가 가장 활성화 되는 지점을 찾아내는 검사와 평가를 실시해야 한다. 이를 측정하기 위해서 특별한 장비와 소프트웨어가 필요한데 대표적인 예가 독일 오토박사의 마이오보이(MyoBoy) 소프트웨어이다(Fig. 2). 이 프로

그림은 개인용 컴퓨터나 노트북에 설치하여 근전동 의지 대상자에 대한 평가, 선택, 훈련을 시행하고, 이 사항들을 문서화 할 수 있는 장치이다. 근육에서 발생하는 전기적인 힘을 실제 영상으로 볼 수 있어 대상자가 관심 있게 접근할

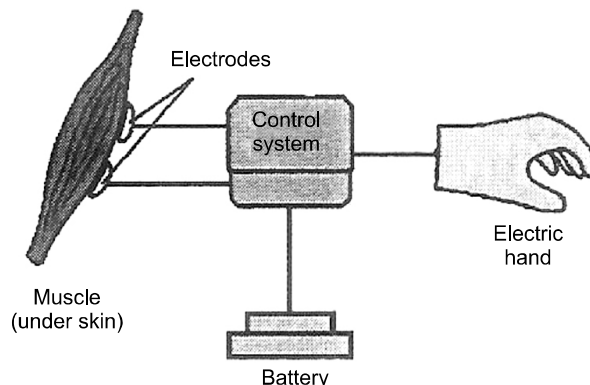


Fig. 1. Basic concept of myoelectric control.



Fig. 2. Tools for myoelectric hands.

접수일: 2008년 11월 2일, 게재승인일: 2008년 11월 28일

교신저자: 안동영, 서울시 강동구 둔촌2동 6-2

☎ 134-791, 서울보훈병원 보장구센터

Tel: 02-2225-1269, Fax: 02-472-1132

E-mail: dyhhjh@hanmail.net

수 있다.

근전동 의지에서는 소켓과 현가장치의 역할이 중요한 사항 중의 하나이다. 전극이 절단단의 표면에 밀착하기 위해서는 전면 접촉식 소켓이 필요하고, 근전동 의지가 일반 의지보다 무게가 무거운 만큼 절단단과 소켓 사이의 피스톤 작용을 최소화 할 수 있는 현가장치가 필요하다. 그러므로 착탈이 손쉽고 절단단과 의지가 일체감을 느낄 수 있는 형태인 뮌스터(muenster)형과 노스웨스턴(northwestern)형을 고려해 볼 수 있다.

뮌스터형은 비교적 짧은 절단단에 적용이 가능하며 소켓 전·후 역할을 강조한다. 노스웨스턴형은 중간 이상의 비교적 긴 절단단에 적용 가능하며 소켓의 내·외 역할을 강조한다.² 이러한 기본적인 사항을 고려하여 절단단에 따라 두 가지 형태가 적절히 혼합된 소켓을 사용하도록 한다.

(1) 취형

① 절단단과 건축의 치수를 측정한다.

- 절단단의 길이, 둘레 등을 측정하고 건축은 전완부 길이, 엄지까지의 길이, 팔목둘레, 손바닥둘레, 중지손가락 길이 등을 측정한다.

② 취형자세

- 취형자세는 팔꿈치 관절을 약 90도 굴곡 시키고 전완은 중립(neutral) 자세를 유지한다. 그래야만 골격과 근육의 윤곽이 잘 나오고 중립에 대한 상지의 대상작용을 막을 수 있다.

- 물에 적신 스타킹을 절단단에 씌워 고정한다. 전극위치, 전완주름(cubital fold), 양측 상과(epicondyles), 주두(olecranon), 요골과 척골의 원위부, 상완골 외측 하단 부위(마른 절단부 경우) 등 필요한 표식점(landmark)들을 표시한다.

- 절단가공선(trim line)을 절단단에 표시하기 위해 주관절은 계속 90도로 유지한 상태에서 양측 상과 첨에서 사방으

로 4 cm, 주두 첨으로부터 2.5 cm 상방으로 그리고 팔꿈치 뒤의 절단가공선은 U자 모양으로 양측 상과 뒤쪽을 감싸도록 표시한다.

③ 석고붕대감기

- 절단단 근위부 스프린트(splint)를 제작하기 위하여 15 cm 비탄력 석고붕대 4겹을 팔꿈치 둘레보다 2 cm 길게 하여 준비한다.

- 절단단 근위부 스프린트(splint)를 근위부 절단가공선을 덮을 수 있도록 감는다.

- 근위부를 비탄력 석고붕대로 보강한다.

- 탄력석고붕대를 절단단에 감는다.

- 근위부 스프린트보다 최소 6 inches 길게 한 후 중앙을 전완주름(cubital fold)의 모양에 맞게 잘라낸 보강용 석고붕대를 감아 전완부 근위부의 연부조직이 부풀지 못하도록 한다.

- 남은 탄력석고 붕대를 보강용 석고붕대와 전체적으로 감는다.

④ 파지위치(Fig. 3)

- 한 손은 주관절 주위에 놓는다

- 다른 손은 상완골 양측을 잡고 뒤쪽은 U자 모양이 되도록 파지한다.

- 상완골의 내·외측 상과 위쪽을 잘 압박하여 현가기능을 강화한다.

- 나머지 손은 전면 전완 주름(cubital fold) 부분의 상완이두근 건을 피해 양쪽을 압박하여 전/후의 현가기능을 강화한다.

- 다른 표식점들이 잘 나올 수 있도록 잘 문질러 준다. 이때 양쪽 전극부위는 평평하게 문질러 준다.

- 팔꿈치 관절의 관절가동범위를 넓혀준다.

- 석고가 거의 굳어 갈 무렵 대상자는 절단단을 이완시킨



Fig. 3. The position of hands.



Fig. 4. Check negative model.

뒤 팔꿈치관절을 완전 굴곡 후 운반각(carrying angle)까지 신전시켜 관절의 굴곡과 신전의 가동범위를 증가시킨다.

- 다시 굴곡(90도) 자세를 유지한 후 석고모델을 절단단과 분리시켜 음성 석고모델을 만든다.

(2) 음성 석고모델 체크

- 음성 석고모델의 전체적인 두께가 6 mm 정도 되도록 보강한다.

- 음성 석고모델의 절단가공선에 맞게 필요 없는 부분을 제거한다.

- 스타킹을 이용하여 음성 석고모델을 절단단에 착용시킨 후 전극의 위치, 팔꿈치관절의 관절가동범위, 뼈의 압박, 현가기능 등을 평가한다. 이때 전극부위 연부조직을 눌러 보아 압력을 확인한 뒤 양성 석고모델 수정 작업 때 참고한다(Fig. 4).

- 절단가공선을 포함한 불편한 부위의 수정작업을 실시한다.

- 확인 과정이 끝나면 음성 석고모델을 빼내고 근위부를 약 5 cm 연장한다(석고모델 내부에 비눗물이나 분리형 크림 등을 적용하도록 한다). 이때 팔꿈치 관절은 90도가 유지 되도록 해야 한다.

2) 석고모델 수정

(1) 양성 석고모델 수정(근위부)

- 양성 석고모델 근위부 상단 절단가공선 밖으로 젖혀지는 부위의 넓이가 약 6 mm 정도 되도록 다듬는다.

- 양측 상과 상방은 약 6 mm, 주두 상방은 약 3 mm 정도로 파춤으로써 현가기능을 강화한다.

- 위의 방법을 참고하여 절단가공선 전체를 부드럽게 다듬어 준다.

(2) 양성 석고모델 수정(절단단 부위)

- 양성 석고모델의 치수가 취형 때와 정확한 지 측정한다. 다음 취형 때의 치수에 맞게 수정한다.

- 전체를 부드럽게 다듬는다.

- 양측 상과와 주두 부위를 수정한다.

- * 양측 상과의 경우 돌출부위를 중심으로 뒤쪽, 위쪽 방향을 위주로 약 3 mm 정도 덧붙인다.

- * 주두부위는 돌출 부위를 중심으로 위아래 방향을 위주로 약 3 mm 정도 덧붙인다.

- 전극부위는 전극접촉 부위 가운데에 구멍을 뚫은 후 음성 석고모델 체크 때 기억해 둔 압력만큼 평행하게 만든다. 이 구멍은 나중 전극의 중앙을 표시하기 위함이다.

- 전극부위는 전극이 피부에 밀착할 수 있도록 평평하게 만들 때 줄어든 만큼 앞, 뒤로 덧붙여 전체적인 부피가 줄어들지 않도록 한다. 절단단의 모양도 원형에서 타원형 형태로 바뀐다.

- 양성 석고모델 전체를 부드럽게 마무리한다.

- 경성(rigid) 플라스틱을 이용하여 체크소켓을 제작한다. 이후 소켓에 실제 전자의수를 연결하여 착용해 보도록 한다. 문제가 있다면 다시 수정작업을 실시해야 한다.

3) 소켓제작

(1) 내부소켓(inner socket) 제작: 윈스터형 소켓은 보통 이중(double)으로 제작하는데 내부소켓은 전면 접착식으로 연성(flexible)플라스틱을 이용함으로써 편안하고 절단단의 고유수용감각을 증가시킨다. 주의할 점은 소켓을 제작하기 전에 양성석고모델을 완전히 건조시켜야 소켓 내부가 깨끗하게 나온다.

- 먼저 PVA 백(bag)을 씌우고 진공을 실시한 뒤 전극용 더미(dummy)를 PVA 백 위에 부친다.

- 다크론(dacron) 한 겹을 씌운다.

- 폭이 8 cm 정도 되는 올이 고운 스타킹[펄론(perlon(오토복사))]을 길게 잘라 가운데를 박음질하여 한겹을 양성 석고모델에 씌운 뒤 와사를 전면 2개(절단가공선 15~20 mm 하방), 후면 두개(주두 15~20 mm 하방)씩 붙인다. 이 와사들은 내부소켓과 외부소켓을 연결하는데 이용된다. 근위부를 카본으로 보강하고 나머지 부분을 내린다(Fig. 5).

- PVA 백을 씌운 뒤 흡입(suction)을 하지 않는 상태에서 경성레진(실링(sealing)레진)을 붓고 뒤쪽으로 액을 먼저 내리면서 와사의 1/2까지 레진을 내려준다. 실링레진은 빨리 굳기 때문에 신속히 작업을 한 후 액이 따뜻해지면 흡입을 한다.

- 굳은 후 PVA 백을 벗겨내고 레진표면을 다듬는다.

- 다시 스타킹 한 겹을 씌우고 PVA 백을 씌운 다음 레진을 붓는다. 이때 레진은 초연성(super flexible)과 연성레진을 1:1로 혼합하여 사용한다. 레진을 적용할 때 소켓의 근위부가 들어간 자리에 충분히 고여 있도록 하여 실제 소켓 착용

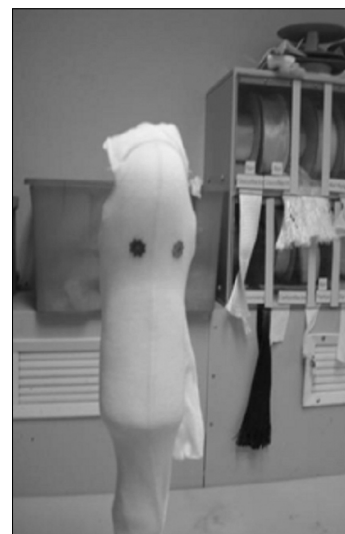


Fig. 5. Position of the washer.



Fig. 6. Make forearm with foam.

시 부드럽게 열리면서 현가기능을 강화하도록 한다.

(2) **외부소켓(outer socket)제작:** 외부소켓을 제작하기 위해서는 대상자의 전완부 길이를 측정하여 내부소켓 끝에서 그 길이만큼 연장해야 한다. 연장은 보통 우레탄 폼(foam)이나 석고를 이용하여 연장한다(Fig. 6). 전완부 길이는 상완골 외측상과에서 척골의 경상돌기 하단부까지 길이를 이용하는데 측정한 치수보다 1 cm 정도 짧게 하는 것이 좋다. 또 한 가지 방법은 상완골 외측상과에서 엄지 손끝까지 길이의 수치를 이용하는데 손목관절과 기능수를 연결하여 길이를 맞추도록 한다.

- 정렬 봉(alignment rod)과 손목장치 크기와 같은 더미(dummy)를 이용하여 내부소켓 하단끝에 고정된 뒤 주위를 얇은 플라스틱으로 막는다(Fig. 6).

- 우레탄 폼을 만들어 부은 후 굳으면 정렬 봉을 제거한 뒤 필요 없는 폼을 제거한다.

- 전지(battery)가 들어갈 부위를 파내어 전지 더미(dummy)를 고정한다. 전지는 가능한 근위부에 위치하게 하여 원위부에 가해지는 무게를 감소시킨다.

- 전완부 전체에 얇은 스타킹을 씌운다.

- PVA 백을 씌운 다음 흡입을 실시한다.

- 스타킹을 준비하여 한 겹을 씌운 뒤 카본을 이용하여 보강한 다음 다시 한 겹을 씌운다(튼튼하게 제작할 필요가 있다면 스타킹을 더 씌운다).

- PVA 백을 씌운 다음 진공을 실시하면서 레진을 부어 외부소켓을 제작한다.

4) 조립 및 완성

- 내부소켓과 외부소켓을 분리하여 절단가공선을 참조하여 다듬기 작업을 한다.

- 와사의 가운데에 4 mm 나사를 만들어 외부소켓과 내부소켓을 조립할 수 있도록 만든다.

- 내부소켓 끝 중앙과 외부소켓을 연결하는 공기통로를 만들어 준다. 특별한 튜브를 이용하여 이들 사이를 연결하여 고정한다. 이 통로의 역할은 절단단을 소켓에 삽입할 때 스타킹을 잡아당기는 통로가 되며 땀을 배출하는 통로 역할을 한다.

- 전극과 전지가 들어갈 자리를 다듬고 전지 케이스를 외부 소켓에 고정한다.

- 대상자에게 필요한 손목장치를 전완부 원위부에 고정한다.

- 전극과 전지를 설치하고 말단장치도 연결한다.

결 론

근전동 의지는 신체의 근육에서 발생하는 전기를 조절하여 움직임의 형태로 나타내는 최첨단의 의지이다. 그러나 모두에게 적용하기에는 제작방법, 무게, 가격, 훈련, 실용성, 수리 등으로 인한 어려움이 있다. 또한, 국내의 몇몇 곳에서 상지 근전동 의지를 개발·제작하고 있기는 하지만 제품 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정이다. 그러므로 누구나 근전동 의지를 착용하기가 쉽지만은 않다. 그러나 신체의 작은 움직임을 기능적인 움직임으로 변환하려는 노력은 지속적으로 이루어질 것이고 더 편안하고 내 몸과 같은 움직임이 가능한 의지를 찾고자하는 열망도 지속될 것이다. 그러므로 제작기술의 발전도 중요하지만 이러한 의지를 저렴한 가격에 공급 받을 수 있는 제도적인 장치가 더 중요한 것이 아닌가 생각해 본다.

위의 전완 근전동 의지 제작 방법은 독일 오토복사의 제작과정을 기준으로 기술한 것이다. 그러므로 사용하는 재료 및 부품이 다른 회사인 경우 제작방법이 다를 수 있으며 지면으로 제작방법을 자세히 기술하는 데는 한계가 있었다는 점을 밝혀 둔다.

참 고 문 헌

1. Kim JH, Park YS, Song JC, Shin HS, Jang YJ. Prosthetics and Orthotics. 3rd ed. Seoul: Topmed, 2006.
2. Muzumdar A (editor). Powered upper limb prostheses. In: Hubbard S, Heim W, Naumann S, Glasford S, Montgomery G, Ramdial S, eds. Heidelberg: Springer-Verlag, 2004:85-116.