대한뇌졸중학회지 제3권 제2호 2001년 11월
VOLUME 3, NUMBER 2, November, 2001

뇌졸중 후 편마비 환자의 견관절 아탈구에서 기능적 전기자극의 효과

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소

김덕용 · 박창일 · 나상일

Effects of Functional Electrical Stimulation on Shoulder Subluxation of Poststroke Hemiplegic Patients

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

Deog Young Kim, MD; Chang-il Park, MD; PhD; Sang-il Nah, MD

Background : Shoulder subluxation is a significant problem in poststroke patients, resulting in pain and loss of function. The aim of this study was to evaluate the effect of FES(functional electrical stimulation) on the shoulder subluxation in poststroke hemiplegic patients with case-control study. **Methods** : A prospective, randomized controlled study was carried out to determine the effect of functional electrical stimulation on shoulder subluxation after stroke. Forty patients were selected and randomly assigned to a control and FES group. In FES group, FES on supraspinatus and posterior deltoid muscle was applied for 4 weeks. The severity of shoulder subluxation was determined by the radiologic evaluation before treatment and 4 weeks later. **Results** : The vertical disparity of shoulder subluxation was significantly reduced in FES group compared to the control group($p<0.05$). However, the horizontal disparity was not changed. The arm function was significantly improved in both groups, but we didn't find any difference between the two groups. **Conclusions** : The functional electrical stimulation therapy may be considered to be a supplementary therapy in the shoulder subluxation of poststroke hemiplegic patients.

(Korean Journal of Stroke 2001;3(1): 158~163)

Key Words : Shoulder subluxation, Functional electrical stimulation, Stroke

서 론

견관절 아탈구는 뇌졸중 후에 30~75%까지 다양하게 보고되고 있으며[1,2,3], 뇌졸중 발생 직후부터 발생하여 대부분 뇌졸중 발병 후 이완성 마비기에 주로 발생한다[4]. Shai 등[5]은 편마비 환자를 발생 직후부터 10개월간 추적 관찰하였을 때 아탈구 정도가 86%에서 악화된다고 보고하고 있고, 다른 많은 연구에서 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에서 약 40%에서 관절조영술 상 회전근개 파열의 소견이 관찰되고, 상완신경총 손상을 포함하는 신경손상이 동반되는 경우가 있음을 보고하고 있다[6,7]. 이처럼 견관절 아탈구는 그 빈도가 높고, 이로 인한 견관절 동통과 관절운동 장애 및 관절 구축, 연부조직 손상 및 신경

책임저자 : 김 덕 용
서울특별시 서대문구 신촌동 134
연세대학교 의과대학 재활의학교실
TEL : 82-2-361-7538
FAX : 82-2-363-2795
E-mail : kimdy@yumc.yonsei.ac.kr

Table 1. Comparison of basic characteristics between FES group and control group

	Control group	FES group
Age(years)	59.1±15.6	58.6±13.2
Duration(months)	3.3± 3.7	5.6± 6.7
Motricity index(score)	18.6±20.6	13.6±19.6
Height(cm)	162.9± 9.8	163.9± 8.8
Weight(Kg)	61.5±11.3	61.0± 8.8

Values are mean±standard deviation,
FES; functional electrical stimulation

Table 2. Changes of horizontal disparity after treatment in FES group and control group

	Before	After
Control group	-0.2±0.4	-0.1±0.3
FES group	0.1±0.4	-0.1±0.3

Values are mean ± standard deviation(cm), * p value<0.05
FES; functional electrical stimulation

Table 3. Changes of upper motricity index after treatment in FES group and control group

	Before	After
Control group	18.6±20.6	25.9±19.1*
FES group	13.6±19.6	20.4±0.7*

Values are mean ± standard deviation, *p value<0.05
FES; functional electrical stimulation

손상으로 인하여 뇌졸중 환자의 일상 생활동작 수행에 지장을 초래하여 뇌졸중 후 편마비 환자의 재활에 지대한 영향을 미치므로 이에 대한 진단 및 치료는 편마비 환자의 재활 치료과정에 반드시 필요하다[2,8,9].

견관절 아탈구의 예방 및 치료로는 마비된 견관절 주위근육을 대신하여 지지해 줄 수 있는 팔걸이(arm sling)가 많이 이용되고 있으며, 보다 효과적인 팔걸이의 유형을 알아보기 위한 다양한 팔걸이에 대한 비교 연구가 활발히 이루어지고 있다[10,11]. 이러한 팔걸이를 이용한 치료 방법 외에 기능적 전기 자극 방법이 소개되어 편마비 환자의 아탈구를 예방 또는 개선하고자하는 노력이 시도되고 있다[12,13]. 그러나 이들의 연구는 대부분 뇌졸중 발생 초기 또는 만성기의 환자를 대상으로 이루어져 급성기 이후 아급성기 즉 적극적인 재활치료가 필요로 하는 시기에 대한 연구가 미비하다.

이에 본 연구에서는 뇌졸중 후 아급성기에 있는 환자 중 견관절 아탈구가 임상적으로 의심되는 환자를 대상으로 하여 대조군과 기능적 전기자극군으로 나누어 기능적 전기자극군은 극상근과 후삼각근에 기능적 전기 자극을 4주간 실시하고 방사선학적 지표를 치료 전후로 비교 분석하여 견관절 아탈구에 대한 기능적 전기자극의 효과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2000년 3월부터 2001년 5월까지 연세의대 재활의학과에 입원한 뇌졸중 환자 중 발병후 1개월이상 12개월이내의 적극적인 재활치료를 필요로 하는 시기의 환자로 Ikai 등[14]이 제시한 바와 같이 이학적 검사상 일 수지폭 이상의 아탈구가 촉지되어 임상적으로 견관절 아탈구가 의심되는 뇌졸중 환자 40명을 대상으로 하였다. 이들은 무작위로 대조군과 기능적 전기자극 군으로 나누어 연구를 시행하였다. 대상환자는 환측 견관절부에 골절이나 외상이나 이학적 소견상 상완신경 손상이 의심되는 경우는 제외하였다. 대조군의 평균 연령은 59.1세였고, 기능적 전기자극 치료군의 평균 연령은 58.6세로 통계학적으로 의의있는 차이가 없었고, 대조군은 남자 10명, 여자 10명이었으며, 기능적 전기자극 군은 남자 12명 여자 8명이었다. 뇌졸중의 원인은 대조군이 뇌경색이 17명, 뇌출혈이 3명이었고, 기능적 전기자극 군은 뇌경색이 15명, 뇌출혈이 5명이었다. 뇌졸중 발생 후 유병기간은 대조군이 평균 3.3개월, 기능적 전기자극 군이 평균 5.6개월로 기능적 전기자극 군이 대조군에 비해 유병기간이 긴 경향을 보였으나 통계학적으로 의의있는 차이는 없었고, 치료 전 Motricity Index는 대조군에서 18.6±20.6 점, 기능적 전기자극군에서 13.6±19.6점으로 두 군간에 통계학적으로 의의 있는 차이가 없었다. 그밖에 키는 대조군이 평균 162.9cm, 기능적 전기 자극군이 평균 163.9cm로 통계학적으로 의의 있는 차이가 없었고, 몸무게도 통계학적으로 의의 있는 차이가 없었다(Table 1).

2. 연구방법

대조군 및 기능적 전기자극군 모두 상지 근력 강화 운동을 포함한 물리치료, 작업치료와 견관절 아탈구 교정용 팔걸이를 착용하였으며, 기능적 전기자극군에서만 기능적 전기자극을 4주간 추가로 시행하였다.

기능적 전기자극 치료기는 8개의 채널로 구성되어 있고 파형이 비대칭 이상성 파형이며 상호교대 자극이 가능하고 주파수, 수축기간, 이완시간 및 자극 기간(pulse width)이 조절이 가능한 치료기인 Neurotech system NT-16PSC(BMR. Ltd. UK)를 이용하였고, 전극은 표면전극(Sigmedic Inc. USA)을 이용하여 앉은 자세에서 후삼각근과 극상근에 각각 전극을 부착하여 시행하였다. 기능적 전기자극은 주파수 35Hz, 자극 기간은 250μsec, 수축기간 10초, 이완기간 10초가 되도록 하였고, 자극강도는 육안으로 근육의 수축이 관찰되는 정도로 하였

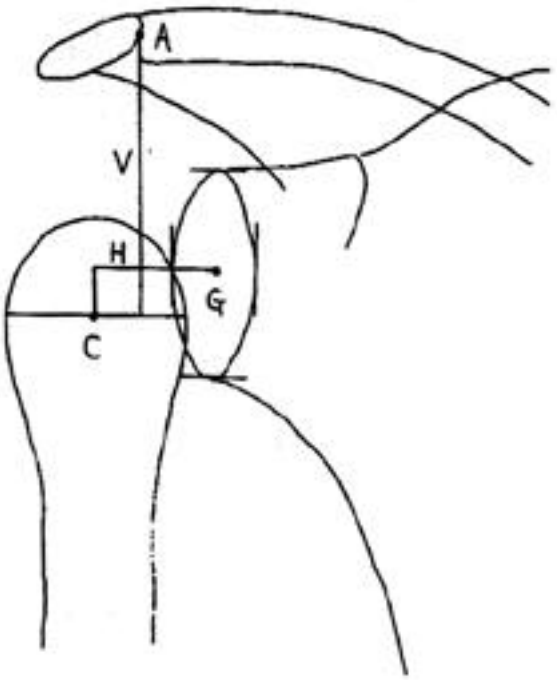

Figure 1. Measurement method of vertical and horizontal distance. C; central pont of humerus head, G; central point of glenoid fossa, A; the most inferolateral point of acromion, V; vertical distance, H; horizontal distance

다. 기능적 전기자극은 일일당 20분씩, 일주일에 3일간 총 4주간 시행하였다.

평가는 크게 견관절 아탈구의 정도 평가와 신경학적 회복정도로 나누어 평가하였다. 견관절의 아탈구 정도의 평가는 Brooke 등[15]이 1991년 제시한 방법과 동일하게 평가하였다. 견관절의 아탈구 정도는 앉은 자세에서 팔걸이를 제거한 후 양측 상지를 지지하지 않고 자연스럽게 늘어뜨린 상태에서 건측과 환측의 견관절이 모두 보이도록 단순 배면 일반 방사선 촬영을 시행하여 수직 거리 차이(vertical disparity)와 수평 거리 차이(horizontal disparity)로 나누어 평가하였다. 이때 방사선 촬영시 치료 전후간에 발생할 수 있는 오차를 최소화하기 위해 3cm 금속선을 같이 촬영하였다. 수직 거리는 견봉의 최외하측 지점과 상완골두의 중앙 지점사이의 거리로 정의하였고, 수평거리는 견갑골하의 중앙 지점에서 평행선을 긋고,상완골두의 중앙 지점에서 수직선을 그어 만나는 점과 관절와의 중앙지점과의 거리로 정하였다(Figure 1). 수직거리 차이는 건측과 환측의 수직거리를 측정하여 그 차이로 정의하였는데 양의 값은 환측의 수직거리가 건측의 수직거리에 비해 긴 경우이며, 음의 값은 이와 반대로 환측의 수직거리가 건측의 수직거리에 비해 짧은 경우로 값이 클수록 환측의 견관절 아탈구가 심함을 의미한다. 수평거리 차이도 수직거리 차이를 구하는 방법과 동일하게 구하였다.

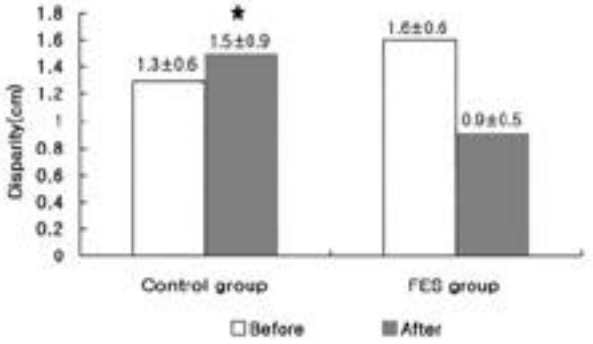

Figure 2. Changes of vertical disparity after treatment in FES group and control group. Values are mean± standard deviation(cm), *p value<0.05.

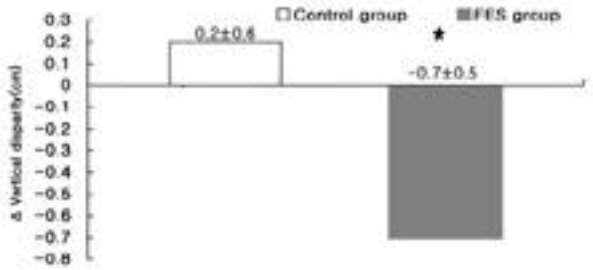

Figure 3. Comparison of degree of changes of vertical disparity between FES group and control group after treatment. Values are mean± standard deviation(cm), *p value<0.05. Positive △Vertical disparity means aggrevation of shoulder subluxation, and negative △ Vertical disparity means improvement of shoulder subluxation.

신경학적 회복정도는 motricity index[16]중 상지 부위만 추출하여 이용하였다. 상지 motricity index는 견관절 굴곡, 주관절 굴곡, 엄지와 검지로 잡기 3가지 동작을 각 단계별 점수를 총 6단계로 구분하여 그 단계에 맞는 가중치를 주어 3가지 동작의 점수를 평균내어 뇌졸중환자의 운동기능회복 정도를 알 수 있는 지표이다.

3. 통계 및 분석

자료분석은 SPSS Windows version 9.0 프로그램을 이용하여 치료 전 초기 상태의 비교는 student t-test를 이용하여 비교하였고, 치료 전후간의 차이 비교는 paired t-test를 이용하여 비교분석하였다. p value가 0.05미만인 경우를 통계학적으로 의의있는 것으로 판정하였다.

결 과

1. 기능적 전기자극 후 견관절 아탈구 수직거리 차이의 변화

기능적 전기 자극 전 기능적 전기자극군의 수직거리

차이는 1.6±0.6cm로 대조군의 수직거리 차이인 1.3±0.6cm보다 약간 큰 경향을 보였으나 통계학적으로 의의있는 차이는 보이지 않았다. 기능적 전기자극군에서는 치료 전 수직거리 차이가 1.6±0.6cm에서 치료 후 0.9±0.5cm로 통계학적으로 의의 있게 감소하였다($p<0.05$). 반면 대조군에서는 치료 전 수직거리 차이가 1.3±0.6cm에서 치료 후 1.5±0.9cm로 약간 증가하는 경향을 보였고, 치료 전 후 간에 통계학적으로 의의 있는 차이를 관찰할 수 없었다(Fig. 2). 기능적 전기자극군에서는 치료 전에 비해 치료 후 각각 대상자의 수직거리 차이가 0.7±0.5cm 감소하여 견관절 아탈구 정도가 향상되었으나, 대조군의 경우 각각 대상자의 수직거리 차이가 0.2±0.6cm 증가하여 견관절 아탈구가 악화되었고, 두 군간의 수직거리 차이의 변화량은 통계학적으로 의의 있게 차이가 있었다($p<0.05$),(Fig. 3).

2. 기능적 전기자극 후 견관절 아탈구 수평거리 차이의 변화

기능적 전기자극 치료 전에 대조군에서는 수평거리 차이가 -0.2±0.4cm로 환측이 건측에 비해 수평거리가 짧았고, 기능적 전기자극군에서는 수평거리 차이가 0.1±0.4cm로 환측이 건측에 비해 수평거리가 길었으나 대조군과 기능적 전기자극군 간에 통계학적으로 의의 있는 차이를 관찰할 수 없었다. 기능적 전기자극 치료군에서 치료 전 수평거리 차이가 0.1±0.4cm에서 치료 후 -0.1±0.3cm로 감소하는 경향을 보였으나 통계학적으로 의의 있는 차이는 없었고, 대조군에서는 수평거리 차이가 치료 전 -0.2±0.4cm에서 치료 후 -0.1±0.3cm로 증가하는 경향을 보였으나 통계학적 차이는 없었다(Table 2).

3. 기능적 전기자극 후 신경학적 회복 지표의 변화

상지의 motricity Index는 치료 전에 두 군간에 통계학적으로 의의 있는 차이를 관찰할 수 없었으며, 기능적 전기자극 치료군은 치료 전 13.6±19.6점에서 치료 후 20.4±0.7점으로 통계학적으로 의의 있는 향상을 보였고, 대조군에서도 치료 전 18.6±20.6점에서 치료 후 25.9±19.1점으로 통계학적으로 의의 있는 향상을 보였다. 그러나 치료 후 두 군간의 통계학적으로 의의 있는 차이는 관찰할 수 없었다(Table 3).

고 찰

뇌졸중 후 견관절 아탈구의 발생기전에 대해서는 여러 가지 주장이 있어 왔지만, 이중 Caliiet[17]에 의하면 뇌졸중으로 인해 마비가 오게되면 회전 건개근, 그중에서도 극상근이 마비로 늘어나면서 상완골두를 잡아주지 못하게되고, 편측 견갑골이 측하방으로 내려가서 관절와의 방향이 아래로 향하게되어 몸통이 마비된 쪽으로 굽는 측만증의 소견까지 보이게되고, 이로 인해 상완골두가 관절와에서부터 빠져나가기가 쉬워지게 된다는 것이다. 이런 상태에서 상지의 무게가 관절낭, 주위인대, 견관절 주위근 특히 견관절 외전근을 신전시키게되고, 이로 인해 견관절 아탈구가 발생하게 된다[1,2]. 극상근과 후삼각근은 견관절의 안정화에 매우 중요한 역할을 하는 근육으로 극상근은 상완골두를 관절와에 위치시키고, 상완을 경미하게 내전 및 외회전시키는 근육이며, 후삼각근은 상완골두를 올려준다[13]. 이러한 이유로 본 연구에서는 견관절 아탈구의 교정을 극대화 할 수 있는 극상근과 후삼각근을 선택적으로 전기자극하여 근육수축을 유도하였다.

견관절의 아탈구의 치료로 보편적으로 가장 많이 이용되는 방법은 약화된 근육을 대신하여 지지할 수 있도록 팔걸이를 착용시키는 것으로 이에 대해 많은 연구가 진행되고 있다[10,11]. 팔걸이는 팔의 수의적인 운동과 무관하게 움직이지 않도록 고정시켜 상지를 외부 손상으로부터 보호하고, 마비된 상지의 무게를 지탱하여 팔이 아래로 쳐지지 않도록 하여 상완골두가 관절와내에 잘 위치하도록 하여 견관절 아탈구로 인해 발생하는 여러 가지 합병증을 미연에 방지하고, 아탈구가 발생한 경우에는 복원하고자하는 노력이다[18]. 그러나 이러한 팔걸이는 착용 시 불편하고 외관상 보기 좋지 못하며, 일부 연구에서도 지적하였듯이 그 효과에 대해 아직 논란이 많이 있으며[19], 또한 일부 종류의 팔걸이를 착용 시 상완을 내전, 굴곡시켜 일상생활동작 수행에 장애를 주고 굴근공력작용(fexor synergy)를 유발하게되어, 근긴장도가 돌아오는 시기에 상지 기능에 지장을 초래하게 되는 단점이 있다[13,20].

중추신경계 병변에 의하여 마비된 근육을 전기자극으로 수축하여 기능을 회복시키려는 시도는 오래 전부터 있었지만 1961년 Liberson 등[21]이 뇌졸중 환자의 보행을 돕기 위해 비골신경을 자극한 것이 체계적인 첫 임상 연구로 알려져 있다. 그후 많은 연구와 개발과정을 통해 근래에 본격적으로 임상에 소개되기 시작한 기능적 전기 자극은 일상생활 동작의 능률을 향상하기 위해 마비된 근육에 적절한 전기 자극을 주는 협의의 기능적 전기 자극과 운동범위의 제한, 근력의 약화[22], 경직[23] 등과 같은 문제점을 호전시키기 위하여 시행하는 것으로 치료적 전기자극 또는 광의의 기능적 전기자극이라 할 수 있다[24]. 본 연구에서는 견관절 아탈구의 호전을 유도하기 위한 방법의 하나로 전기자극을 시행한 것으로 후자에 속한다고 할 수 있다.

1986년 Baker와 Parker는 견관절 아탈구가 있

는 63명의 편마비 환자를 대상으로 일반적인 물리치료를 시행한 대조군과 물리치료와 더불어 견관절 외전근에 전기자극을 한 실험군으로 나누어 6주간 치료한 결과 대조군에서는 아탈구의 변화가 관찰되지 않았으나 실험군에서는 유의한 감소를 관찰하였다[12]. 대조군의 평균 유병 기간은 46일, 실험군은 49일이었다. Faghrie 등[13]은 13명의 발병 1개월 미만의 뇌졸중 후 편마비 환자를 대상으로 전기자극을 시행한 결과 견관절의 아탈구의 진행을 막을 수 있었으며, 상지의 회복에도 도움이 된다고 하였다. 1999년 Kobayashi 등[25]은 만성기 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 하여 전기자극을 후삼각근, 극상근으로 나누어 시행하였을 때 대조군에 비해 양쪽 군에서 모두 견관절 아탈구가 감소함을 보고하여 만성기의 환자에서도 효과가 있음을 증명하였지만 Wang 등[26]은 급성기 뇌졸중 환자와 만성기 뇌졸중 환자에 동일한 방법으로 시행하였을 때 급성기 환자에서는 효과가 있었으나 만성기 환자에는 차이를 보이지 않았다고 하여 발병후 1년 이내에서 전기자극 치료가 효과가 있을 것이라고 하였다. 본 연구에서는 유병기간이 대조군에서는 평균 3.3개월, 기능적 전기자극 군이 평균 5.6개월로 이전의 연구 결과와 비교하는데는 무리가 있지만 이전의 연구와 동일한 결과를 얻었다.

본 연구에서 전기자극을 시행한 군에서 의의 있게 견관절 아탈구가 호전되는 결과를 얻었으나, 완전히 견관절 아탈구가 소실된 경우를 관찰할 수 없었다. 이는 Faghri등[13]의 보고, Wang 등[26]의 보고와 동일한 결과를 얻었다. 이는 아마도 뇌졸중 발병 후 극상근 및 후삼각근의 약화로 인해 상완골두가 아래로 내려오고 이로 인해 관절낭과 주위의 인대가 과신전되어 전기자극으로 인해 극상근과 후삼각근의 근 활성도가 증가함에도 불구하고 관절낭과 주위의 인대가 단축되지 않기 때문으로 생각된다.

Baker 등[27]은 16명의 편마비 환자의 완관절 신전근에 전기자극을 주어 아급성군에서 관절 구축을 예방할 수 있었으며, 만성근에서 완관절 신전 각도가 증가함을 보고하였고, Bowmann 등[28]은 뇌졸중환자에서 전기자극을 시행하였을 때 관절운동범위와 근력의 향상을 보고한 바 있다. Linn 등[29]이 뇌졸중 급성기 환자에게 전기자극을 4주간 시행하였을 때 치료기간 동안 견관절 아탈구를 예방할 수 있었지만 대조군과 비교하여 상지 전체의 운동 기능 향상을 관찰할 수 없었다고 하여 전기자극이 운동 회복에 어떠한 영향이 있는지 아직 논란이 많다. 본 연구에서는 극상근과 후삼각근을 전기 자극하였을 때 대조군에 비교하여 상지 전체의 운동 회복에는 도움이 되지 않는 결과로 보였다. 그러나 본 연구에서 이용한 motricity index가 상지 전체의 운동 기능 평가에 유용하지만 국소적인 근력 회복에 대한 평가도구로는 적합하지 않고, 대상군이 적어 향후 보다 구체적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

기능적 전기 자극은 기존의 물리치료 및 팔걸이 요법에 부가하여 이용한다면 견관절 아탈구의 교정에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료되며, 향후 전기자극의 효과가 치료 후에도 장기간 지속되는지, 극상근과 후삼각근의 근력 회복에 도움이 되는지에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Fitzgerald-Finch OP, Gibson JM. Subluxation of shoulder in hemiplegia. *Age and Aging* 1975;4:16-18.
2. Moskowitz H, Goodman CR, Smith E, Baltharzar E, Mellins HZ. Hemiplegic shoulder. N.Y. *State J Med* 1969;69:548-550.
3. Najenson T, Pikielny SS. Malignment of the glenohumeral joint following hemiplegia. *Am J Phys Med* 1965;8:96-99.
4. Smith RG, Cruikshank JG, Dunbar S, Akhtar AJ. Malignment of shoulder after stroke. *Br Med J* 1982;284:1224-1226.
5. Shai G, Ring H, Costeff H, Solzi P. Glenohumeral malalignment in the hemiplegic shoulder. *Scand J Rehabil Med* 1984;16:133-136.
6. Najenson T, Yacubovich E, Pikielni SS. Rotator cuff injury in shoulder joints of hemiplegic patients. *Scand J Rehabil Med* 1971;3:131-137.
7. Kaplan PE, Meridith J, Taft G, Betts HB. Stroke and brachial plexus injury: a difficult problem. *Arch Phys Med Rehabil* 1977;58:415-418.
8. Bohannon RW, Larkin PA, Smith MB, Horton MG. Shoulder pain in hemiplegia: Statistical relationship with five variables. *Arch Phys Med Rehabil* 1986;67:514-516.
9. Chino N. Electrophysiological investigation on the shoulder subluxation in hemiplegics. *Scand J Rehabil Med* 1981;13:17-21.
10. 전중선, 전세일, 최은희, 김상현. 편마비 환자의 견관절 아탈구에 대한 4가지 보조기의 비교 연구. ***대한재활의학회지*** 1988;22:210-216.
11. Marvin MB, Lateur BJ, Diana-Rigby GC, Questard KA. Effect of three different support. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72:582-586.
12. Baker LL, Parker K. Neuromuscular electrical stimulation of muscles surrounding the shoulder. *Phys Ther* 1986;66:1930-1937.
13. Faghri PD, Rodgers MM, Glaster RM, Bors JG, Ho C, Akuthota P. The effect of functional electrical stimulation on shoulder subluxation, arm function recovery, and shoulder pain in hemiplegic stroke patients. *Scand J Rehabil Med* 1994;75:73-79.

14. Ikai T, Tei K, Yoshida K, Miyano S, Yonemoto K. Evaluation and trreatment of shoulder subluxation in hemiplegia-relationship between subluxation and pain. *Am J Phys Med Rehabil* 1998;77:421-426.
15. Brooke MM, de Lateur BJ, Diana-Rigby GC, Questard KA. Shoulder subluxation in hemiplegia: effects of three different supports. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72:583-586.
16. Demeurisse G, Demol O, Robaye E. Motor evaluation in vascular hemiplegia. *Eur Neurol* 1980;19:382-389.
17. Calliet R. Shoulder pain, 3rd ed, Philadelphia, FA Davis, 1991; pp198-201.
18. 안용팔. 뇌졸중 편마비 환자의 보장구 치료. ***대한재활의학회지*** 1990;14;1-9.
19. Hurd MM, Farell KH, Wayloins GW. Shoulder sling for hemiplegia: friend or foe? *Arch Phys Med Rehabil* 1974;55:519-522.
20. Voss DE. Should patients with hemiplegia wear a sling? *Phys Ther* 1969;49:1029-1031.
21. Liberson WT, Holmquest HJ, Scott D, Dow A. Functional electrotherapy: stimulation of peroneal nerve synchoronized with the swing phase of the gait of hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1961;42:101-105.
22. 진미령, 박창일, 박은숙. 흉수 손상 환자에서 기능적 전기자극에 의한 근력의 변화. ***대한재활의학회지*** 1995;19: 620-628.
23. 박창일, 신지철, 김유철, 김성우, 김덕용, 서혜정. 뇌성마비 환자에서 전기자극이족저굴곡근 경직에 미치는 영향. ***대한재활의학회지*** 1996;20:848-857.
24. Chae J, Kilgore K, Triolo R, Creasey G. Functional neuromuscular stimulation in spinal cord injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2000;11:209-226.
25. Kobayashi H, Onishi H, Ihashi K, Yagi R, Handa Y. Reduction in subluxation and improved muscle function of the hemiplegic shoulder joint after therapeutic electrical stimulation. *J Electromyograph Kinesiol* 1999;9:327-336.
26. Wang RY, Vhan RC, Tsai MW. Funtional electrical stimualtion on chronic and acute hemiplegic shoulder subluxation. *Am J Phys Med Rehabil* 2000;79:385-394.
27. Baker LL, Yeh C, Wilson D, Waters RL. Electrical stimulation of wrist and fingers for hemiplegic patients. *Phys Ther* 1979;59:1495-1499.
28. Bowmann JV, Baker LL, Waters RL. Postural feedback and electrical stimulation: automated treatment for hemiplegic wrist. *Arch Phys Med Rehabil* 1979;60:497-502.
29. Linn SL, Granat MH, Lee KR. Prevention of shoulder subluxation after stroke with electrical stimulation. *Stroke* 1999;30:963-968.