

어깨내밀 축진이 뇌졸중 환자의 팔 기능과 균형에 미치는 효과

장우남

용인대학교 보건복지대학 물리치료학과

Effect of Facilitation of Shoulder Protraction on Upper Limb Function and Balance in Patients with Stroke

Woo-Nam Chang

Depart. of Physical Therapy, College of Health & Welfare, Yong In University

Purpose This study aimed to investigate the effect of facilitating shoulder protraction on upper limb function, static and dynamic balance in hemiplegic patients with stroke. **Methods** A total of 23 patients were randomly allocated into either the study group (SG) of 13 patients or the control group (CG) of 10 patients, respectively. All subjects in the two groups were trained for 30 minutes a session, 10 sessions for 2 weeks. Manual Function Test (MFT) for the upper limb function, Functional Reaching Test (FRT) and Timed Up and Go Test (TUG) for the balance, and the 2D video analysis program (Dartfish ProSuite 9.0) for the trunk displacement and elbow extension angles during reaching to grasping were used for the outcome measures. **Results** In the result of the MFT and TUG, there were significantly improvements in the SG, within and between the groups. FRT was significantly increased in distances in both groups, within and between the groups. During the arm reaching to the task for grasping on the table, elbow extension angle was significantly increased and trunk forward displacement was decreased in the SG. **Conclusion** This study demonstrated that facilitation of shoulder protraction showed significant improvements in function of the affected upper limb and postural control by decreasing compensatory trunk strategies during arm reaching.

Key words Arm reaching, Balance, Shoulder protraction, Stroke, Trunk restraint

“이 논문은 2017년도 용인대학교 학술연구조성비 재원으로 수행된 연구임”

This paper was supported by the research grant of the Yong In University in 2017

I. 서론

뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 신체의 심각한 근 약화가 발생하며, 손상 부위와 범위에 따라 운동 조절의 감소가 나타난다.¹⁾ 이러한 문제는 식사, 옷 입기, 씻기, 글쓰기 등의 동작에 제한을 초래하며, 균형과 보행 등 자세안정성에 문제가 나타난다. 특히, 팔 기능 저하는 일상생활의 독립성과 삶의 질에 현저한 제한이 나타나기 때문에, 팔 기능 회복에 대한 환자들의 욕구는 대단히 높다.²⁾ 편마비 환자들의 물건잡기의 어려움과 비효율적인 동작패턴은 운동조절 감소로 인함이며, 이런 이유로 팔의 다양한 보상패턴이 발생한다.³⁾ 일반적으로 편마비 환자의 마비측 팔은 어깨 주위근의 약화와 단축, 가동범위의 제한, 비대칭 자세와 부정렬이 있다.⁴⁾⁵⁾⁶⁾ 특히, 어깨뼈의 비정상적인 위치는 어깨주위 근육의 기능

부전을 야기하며, 이는 팔 동작의 정확성과 협응력을 감소시킨다.⁷⁾

어깨뼈의 움직임은 올림, 내림, 벌림, 모음 및 회전 등으로 몸통과 위팔뼈의 상호작용에 의해 만들어진다. 팔을 내린 상태에서는 위등세모근과 아래등세모근, 그리고 마름근과 앞톱니근이 각각 짝을 이루어 어깨의 정적 안정성을 유지하며, 팔을 위로 올릴 때는 아래등세모근과 앞톱니근, 위등세모근과 마름근이 짝을 이루어 회전동작을 만든다.⁸⁾ 몸통과 어깨뼈사이의 관계는 등뼈가 굽힘되면 어깨뼈는 내밌고, 편이 되면 당김이 발생한다. 몸통의 위치와 형태가 어깨뼈의 위치에 영향을 미치며, 어깨뼈를 조절하는 근 길이와 근력에 영향을 미치게 된다.⁹⁾ 따라서 등뼈와 어깨뼈의 동적 안정성은 팔 기능과 자세안정성에 중요한 영향을 미친다.

오목위팔관절의 안정성은 어깨뼈의 위치, 가시위근의 활성도와 주위 섬유조직의 긴장도에 달려있다. 손이 목표한 과제에 도달하는데 어깨돌림띠와 어깨세모근의 상호작용이 필수이며, 어깨 안정성에는 어깨밀근, 가시위근, 가시아래근, 작은원근으로 구성된 어깨돌림띠가 주된 역할을 담당한다.¹⁰⁾ 따라서, 물건잡기 시 어깨뼈의 정확한 위치는 어깨위팔관절의 안정성을 제공하며, 어깨관절, 팔꿈관절 및 손목관절의 동작을 최적화할 수 있다. 이런 결과로 전방으로 팔을 뻗는 동안 몸통의 전방이동을 최소화시킨다.^{11)12).}

어깨뼈의 이상적인 위치 조절은 팔 동작에 따른 선행성 자세조정을 동원하며, 팔의 기능적 범위의 다양성과 협응력을 강화 시킨다.¹³⁾ 몸통 전체의 역동적인 안정성이 뒷받침되어야 팔을 쉽게 바깥쪽으로 뻗어 손을 공간 내에서 자유롭게 쓸 수 있다.¹⁴⁾ 표적을 향해서 팔을 뻗을 때 팔이 움직이기 전에 양쪽 다리와 몸통의 근 활동은 선행되어 나타난다.¹⁵⁾ 몸통 심부근은 팔의 방향과 무관하게 척추를 수직 방향으로 세워주며, 표층근은 팔이 움직이는 각도에 따라 근의 활성도가 다르게 나타난다.¹⁶⁾ 다양한 상황에서 효율적으로 물건을 잡기 위해서는 몸통과 팔 사이의 협응이 대단히 중요하다.¹²⁾ 팔뻗기 조절에 영향을 주는 몸통의 선행성 자세조정은 자세정렬, 동작 속도와 크기 및 주변상황 등과 같은 여러 가지 요인에 영향을 받는다.¹⁷⁾

따라서 뇌졸중 환자의 팔 기능의 회복을 목표로 치료를 한다면 어깨뼈와 몸통의 상호적인 안정성과 가동성을 이용한 근력 증진이 대단히 중요하다.¹¹⁾ 본 연구는 뇌졸중으로 인해 편마비가 발생한 환자를 대상으로 몸통과 어깨뼈의 안정성을 기반으로 이루어지는 어깨 내밌움 동작의 축진을 통해 마비측 팔의 기능과 자세조절 변화를 분석함으로써 어깨치료의 새로운 관점을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상 및 연구기간

본 연구는 2017년 10월 1일부터 2018년 1월 15일까지 대전에 위치한 H 병원에 입원치료 중인 뇌졸중환자 중 연구 참여에 동의한 23 대상으로 어깨내밀 축진의 효과를 알아보기 위해서 실시하였다. 대상자는 연구군인 어깨내밀 축진군과 대조군인 보존적 치료군으로 제비뽑기 방법을 사용하여 무작위로 군을 배정 하였다. 두 집단의 대상자는 회당 30분씩 총 10회의 치료를 2주간 시행하였다. 연구대상자의 선정 기준은 마비측 어깨관절 굽힘근과 벌림근의 도수근력 측정 상 2등급(poor) 이상인 자로 하였다. 대상자 선정 시 이해실어증, 실행증, 공간지각력 저하, 시청각 장애, 실조증, 정형외과적 장애가 있는 경우는 제외하였다.

2. 측정도구 및 측정방법

대상자에 대한 평가는 치료중재 전과 10회 치료 후에 각각 시행하였다.

1) 팔 기능은 팔 기능평가(manual function test, MFT)로 하였다. MFT는 일본 동북대학에서 개발하였으며, 본 평가의 구성은 상지운동 4개 항목, 장악력 2개, 손가락 조작력 2개로 총점이 32점으로 100점으로 환산하여 표기한다.

2) 상지동작의 운동형상학적 평가는 디지털 캠코더를 사용하여 동작을 촬영한 후 2차원 동작분석 소프트웨어 프로그램(Dartfish ProSuite 9.0)을 사용하여 분석하였다. 대상자는 엉덩관절과 무릎관절 90도를 유지하고 발바닥 전체가 닿을 수 있도록 의자에 앉는다. 양 손은 손바닥이 넓다리 위에 놓일 수 있도록 아래팔을 엮침 시킨다. 대상자는 편안한 속도로 팔을 앞으로 뻗어 손으로 목표물을 잡는다. 대상자와 목표물까지의 거리는 대상자가 앞으로 팔을 뻗었을 때(팔꿈관절 펴 0도), 손목관절 먼 쪽 주름까지로 한다(팔 길이의 80%). 촬영 시 5개의 마커를 부착한다. 어깨봉우리, 가쪽위팔용기, 손목관절 등쪽중양부, 세 번째 손가락의 바닥부, 엉덩뼈능선 중양부에 부착하였다. 동영상 촬영은 대상자의 마비측 가쪽에서 한다. 대상자의 시상면 동작을 정확히 촬영하기 위해서 카메라의 높이는 마비측 어깨관절과 일치하도록 위치하며, 대상자와의 거리는 5m로 하였다.¹⁸⁾

3) 균형능력 평가는 기능적 뻗기 검사(functional reach test, FRT)와 일어서서 걷기검사(timed up and go test, TUG)로 사용하여 측정하였다. FRT는 일어난 자세에서 팔꿈치를 펴고 어깨를 약 90도 굽힘한 상태에서 한쪽 팔의 수평을 유지한 채 평행하게 팔을 앞으로 뻗도록 하여 이동한 거리를 측정한다. 거리 측정은 벽에 부착된 줄자(yardstick)를 통하여 측정하였으며, 3회 측정치의 평균을 측정값으로 사용하였다. FRT에 대한 검사-재검사 신뢰도 ICC=.92였으며, 측정자간 신뢰도는 ICC=.98로서 높은 신뢰도를 가지고 있다.¹⁹⁾ TUG는 일반적으로 노인을 대상으로 낙상위험도를 평가하기 위해 균형을 빠르고 간단하게 검사하는 도구로 동적균형 검사이다. 의자에서 일어나서 3m의 반환점을 돌아 다시 의자에 앉는 시간을 검사자가 초 시계를 사용하여 측정하는 검사이다.²⁰⁾

3. 치료중재방법

연구군의 치료중재는 다음과 같은 방법으로 실시한다.

1)어깨뼈 안정성 강화²¹⁾

- ① 치료사는 마비쪽의 어깨뼈의 위치를 인식할 수 있도록 어깨뼈의 형태를 치료사의 손을 사용하여 자극한다. 이것은 촉각, 고유수용성 감각 자극을 통한 신체상 형성을 강화하기 위한 것이다.
- ② 치료사의 한 손은 가슴근을 지지하여 몸통굽힘과 어깨뼈 내림 유도하고 다른 손은 어깨뼈의 내림과 모음을 조절한다. 반복동작을 통해 근 활성을 증진시킨다.
- ③ 양손을 엉덩이 옆이나 뒤로 짚은 자세에서 양측의 어깨뼈의 내림과 당김 동작을 통해 어깨뼈 주위근의 안정성을 강화한다.

2)어깨뼈 내임 촉진¹²⁾

환자의 앞쪽에 보조치료대와 베개를 사용하여 몸통 전방이동 및 굽힘을 제한한 후 치료를 시행한다. (Figure 1)

- ① 치료사는 환자의 앞이나 옆에서 팔꿈관절 굽힘을 유지한 상태에서 어깨뼈 굽힘을 90도로 유지한다. 통증이 발생할 경우 통증범위 이하로 위치한다.
- ② 치료사의 한 손은 몸통을 지지하고 다른 손은 위팔세갈래근 아래에서 어깨내미를 유도한다. 첫 동작은 치료사의 핸들링을 따라할 수 있도록 지시한다. 반복 동작을 통해서 대상자의 자발적 동작까지 유도한다. 내임 동작이 원활하게 진행된다면, 팔꿈치의 방향을 위, 아래, 안, 가쪽 등으로 다양하게 유도할 수 있다.
- ③ 치료의 마지막은 치료사는 환자의 손을 편 상태로 잡고 손목과 팔꿈관절의 펴, 어깨관절 굽힘 순으로 동작을 유도한다.
- ④ 마지막 범위에서는 어깨내미가 나타나도록 유도한다. 반복 동작을 통해서 대상자의 자발적 동작까지 유도한다. 통증발생이나 어깨 불안정성 발생하는 환자의 경우 지지하는 부위를 몸쪽에 가깝게 한다.



Figure 1. Intervention of shoulder protraction facilitation

대조군은 마비측 어깨관절의 시상면, 이마면과 수평면에서 대상자의 허용범위 내에서 수동관절가동 운동과 능동보조운동을 시행한다. 과제지향적 훈련으로 대상자의 앞쪽에 컵과 공을 위치시킨 후 팔 뻗어 잡기 동작을 반복한다. 과제와 대상자의 거리는 팔 길이 범위 내에서 한다.

4. 분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver. 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다. 중재 전 연구 참여자의 일반적 특성은 기술통계량을 이용해 평균과 표준편차를 제시하였고, 자료에 대한 동질성 검정을 실시하였다. 군 간 비교를 위해서 Mann-Whitney U 검정을 사용하였고, 군 간 중재 전후를 비교하기 위해서 비모수 검정 방법인 Wilcoxon Signed-ranks 검정을 하였다. 두 군별 중재 전후 변화량을 비교하기 위해 Mann-Whitney U 검정을 사용하였으며, 통계적 유의 수준은 .05 로 하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구의 선정기준에 적합한 대상자 30 명을 모집하였으나 연구 참여에 동의하지 않은 자 3 명, 중도 퇴원자 3 명, 치료중재 횟수 미달인 대상자 1 명을 제외하여 총 23 명을 대상으로 진행하였다. 각 군에 배정된 대상자의 일반적인 특성은 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 전체 대상자 23 명 중 연구군이 13 명(남성 10 명/여성 3 명), 대조군이 10 명(남성 5 명/여성 5 명)이었다. 평균 나이는 연구군이 59.38 세 이었으며, 대조군이 57.8 세 이었다. 뇌졸중의 원인은 연구군에서 뇌출혈 5 명, 뇌경색 8 명 이었고, 대조군에서는 뇌출혈 4 명, 뇌경색 6 명이었다. 마비측은 연구군에서 우측 6 명, 좌측 7 명 이었고, 대조군에서는 우측 4 명, 좌측 6 명 이었다. 발병 이후 평균 유병기간은 연구군이 72 일 이었으며, 대조군은 60 일 이었다. 연구군과 대조군 대상자의 기초평가는 수정판 바델지수를 비교하였으며, 군간 통계적으로 유의한 차이는 없었다. (Table 1)

Table 1. Clinical characteristics of the patients in both groups

variables	study (n=13)	group control group (n=10)	χ^2/z (p)
Sex, M/F	10/3	5/5	-0.18 (.86)
Age, years	59.38 (34-69)	57.8 (34-69)	9.61 (.38)
Height, cm	165.54 (155-174)	165.4 (155-174)	8.65 (.28)
Weight, kg	63.08 (50-73)	62.9 (50-73)	8.09 (.62)
Hemorrhage/Infarction	5/8	4/6	-0.65 (.61)
Paretic side, Rt/Lt	6/7	4/6	-0.29 (.83)
Duration, days	72 (39-100)	60.2 (30-92)	10.48 (.65)
MBI	76.31(55-98)	80.80 (58-98)	4.35 (.99)

Note. MBI: modified barthel index

2. 두 군간 중재 전후 팔 기능과 균형능력의 비교

연구군인 어깨내림 촉진군에서 중재 후 유의한 차이가 있었으며, 보존적 치료군은 변화가 없었다. MFT의 두 군간 변화량의 차이는 연구군이 대조군 보다 유의하게 큰 것으로 나타났다. (Table 2)

어깨내림 촉진군과 보존적 치료군의 중재 후 FRT 결과는 두 집단 모두 유의한 차이가 있었으며, FRT의 두 군간 변화량의 차이는 연구군이 대조군 보다 유의하게 큰 것으로 나타났다. 두 군의 중재 후

TUG의 결과는 연구군에서만 유의한 차이가 있었다. TUG의 두 구간 변화량의 차이는 연구군이 대조군보다 유의하게 큰 것으로 나타났다. (Table 2)

Table 2. Comparison between pre and post treatment mean values of MFT and balance in both groups.

	study group (n=13)			control group (n=10)			z
	pre	post	change (post-pre)	pre	post	change (post-pre)	
MFT	11.92±6.95	14.62±6.26**	2.69±1.89	14.80±7.24	15.50±6.57	0.70±1.16	-2.60**
FRT	19.23±4.78	23.77±4.11**	4.54±1.05	20.00±4.90	22.40±4.99***	2.40±1.35	-3.28***
TUG	23.96±8.77	21.15±7.61**	-2.82±1.50	25.05±11.90	23.96±11.30	-1.09±1.91	-2.23*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Note. MFT: manual function test; FRT: functional reach test; TUG: timed up and go test

3. 두 구간 중재 전후 팔뻗기 동작 시 몸통이동과 팔꿈관절 편각도 비교

책상 위에 컵을 잡기 위한 팔뻗기 동작 시 어깨내밀 축진군(Figure 2)과 보존적 치료군의 중재 후 시상면의 몸통이동 결과는 연구군에서 유의한 차이가 있었으며, 두 구간 변화량의 차이는 연구군이 대조군보다 유의하게 큰 것으로 나타났다. 팔꿈관절 편각도 결과는 중재 후 두 군 모두 유의한 차이가 나타났으며, 두 구간 변화량의 차이는 연구군이 대조군보다 유의하게 큰 것으로 나타났다. (Figure 3, 4)

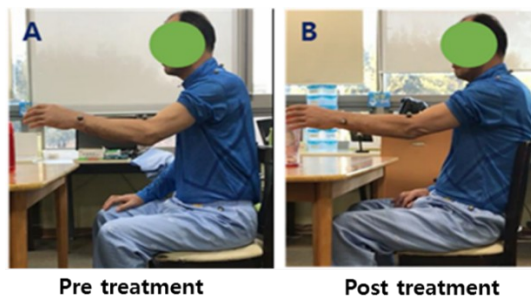


Figure 2. Photographs of reach to grasp movement

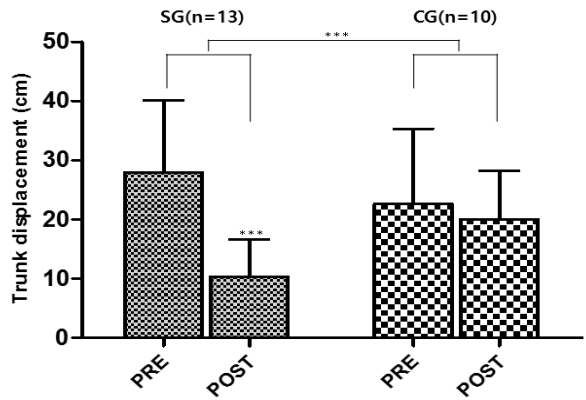


Figure 3. Comparison between pre and post treatment mean value of trunk displacement in both groups.

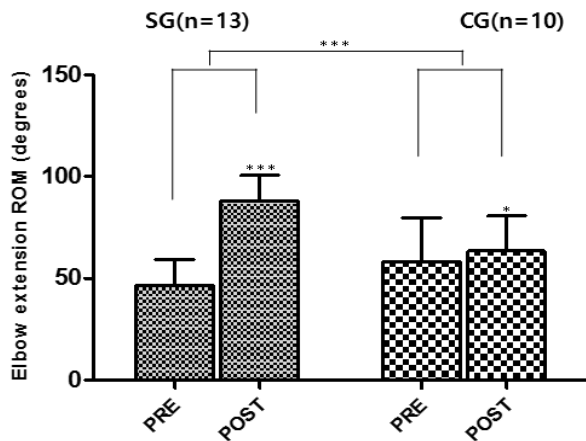


Figure 4. Comparison between pre and post treatment mean value of elbow extension in both groups.

IV. 고찰

본 연구는 마비측 어깨의 내밀 범위를 넓힘으로서 팔의 기능 변화와 자세 조절에 미치는 효과를 알아보기 위한 것이었다. 연구군의 치료중재는 어깨관절 내밀을 강화하기 위한 촉진법을 사용하였으며, 대조군은 편마비환자에게 시행되는 보존적 치료를 시행하였다.

정적균형검사인 FRT 에서 치료중재 후 두군 모두 유의한 변화를 보였으나, 연구군이 대조군보다 증가된 결과를 보였다. 동적균형검사인 TUG 검사에서 치료중재 후 연구군에서만 유의한 감소를 보였으며, 군간 비교에서도 유의한 차이가 나타났다. 편마비 환자의 어깨뼈 안정화 촉진은 임상 물리치료사

에게는 일반적인 접근법이며, 이것은 자세조절 향상을 위해 팔 기능의 회복과 관계가 있음을 강조하고 있다. 하지만, 팔 기능과 균형 변화의 상호관계에 대한 연구는 현재까지 미흡하다. McMullen 과 Uhl (2000)²²⁾의 연구에서는 어깨관절의 기능회복을 위해 운동 사슬 접근법을 강조하고 있다. 어깨뼈는 어깨 주위 여러 근육의 부착 지점이며, 짝 힘을 효과적으로 만들기 위한 안정성을 가지고 있다. 몸통에서 팔뼈까지 연결되어 있는 넓은등근의 경우 골반에서부터 몸통과 어깨뼈를 지나 위팔뼈 앞쪽까지 운동 사슬을 이루고 있으며, 네발기기 자세에서 다리를 들어올릴 때 큰볼기근과 함께 등허리근막의 긴장 변화는 반대편 어깨뼈 안정성에 영향을 미친다. 또한, Maenhout 등(2009)²³⁾의 연구에서는 네발기기 자세에서 같은 쪽 다리를 들었을 때 앞뿔니근의 활성도가 가장 높게 나타났다고 하였다. 이와 같은 자세에서 골반을 포함한 몸통 주위 근의 긴장도 증가는 중심안정근의 기능 향상을 의미한다. 중심안정근의 향상과 앞뿔니근의 선택적 근 활성화는 협력적 관계이며, 동시 활성화의 결과라고 볼 수 있다. 본 연구에 결과에서 균형능력의 강화된 반응은 중심안정근의 기능 향상에 의한 것으로 생각하며, 치료중재인 어깨내미근인 앞뿔니근의 축진이 몸통안정성에 영향을 미친 것이라고 할 수 있다.

팔을 사용한 과제 수행에서 팔 뻗기 동작의 감소는 팔꿈치 펴 범위의 정도에 따라 영향을 받는다. 펴 각도가 30 도 미만이라면, 전방 팔 뻗기 범위는 6% 미만의 감소가 나타난다. 그러나 팔꿈관절 제한이 30 도를 넘게 되면 팔 뻗기 기능 상실은 매우 커지게 된다. 팔꿈관절 90 도의 구축에 의해 전체 팔 뻗기의 기능은 50%나 감소된다. 따라서 30 도 미만으로 굽힘 구축을 유지 시켜주는 것은 환자를 위한 중요한 기능적 목표가 된다.²⁴⁾ 본 연구에서 앉은 자세에서 전방에 있는 컵을 잡기 위한 팔 뻗기 동작 시 치료 중재 전과 후 몸통 이동 감소와 팔꿈관절 펴 각도의 변화를 2 차원 영상분석을 사용하여 분석하였다. 연구군의 경우는 팔꿈관절 펴 각도 변화가 현저히 증가하였으며, 이와 더불어 팔 뻗기를 하는 동안 몸통 전방이동은 치료중재 전과 비교해서 현저한 감소를 보였다. 이것은 Sawan 등(2014)¹⁸⁾의 연구 결과에서 팔 뻗기를 하는 동안 몸통의 보상을 억제한 군과 허용한 군의 결과와 동일하게 나타났다. McCrea 등(2005)²⁵⁾은 뇌졸중 환자의 신체기능의 감소는 팔 뻗기 동작 시 몸통의 보상전략과 더불어 주변 신체부위의 추가적인 자유도가 요구될 수 있다고 했다. Michaelsen 등(2001)¹²⁾의 연구에서는 몸통을 고정한 군이 그렇지 않은 군보다 팔 사용 시 몸통 이동의 현저한 감소를 보였다. 그에 비해 대조군은 유의한 증가를 보였다. 본 연구에서도 보조치료대를 사용하여 몸통 전방 이동을 제한한 상태로 어깨뼈 내미를 축진하였다. 이것은 Michaelsen 등(2001)¹²⁾의 연구에서 사용한 몸통을 의자에 억제한 효과와 비슷한 방법이며, 치료중재 동안 몸통 보상을 감소시켰다. 따라서, 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 어깨뼈 내미 축진법은 자세조절을 위한 몸통 안정성과 팔 뻗기 기능 향상을 위한 효과적인 치료중재라고 할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 적절한 앉은 자세에서 선택적인 어깨뼈 내미훈련은 중심안정근의 축진과 몸통굽힘의 보상전략을 감소시킬 것으로 생각한다. 본 연구의 제한점으로 대상 환자군의 수가 적었고, 단일 의료기관에 입원한 비교적 경증의 환자를 대상으로 하였기 때문에 선택편견이 개입되었을 가능성을 배제할 수 없다. 어깨내미 축진 치료중재의 일반화를 위해서는 더 많은 대상자의 참여가 필요할 것이며, 효과에 대한 명확한 규명을 위해서 더욱 세분화된 치료목적과 방법을 적용하는 것이 도움이 될 것이다.

참고문헌

1. Majsak MJ. Application of motor learning principles to the stroke population. *Top Stroke Rehabil*, 1996;3(1):76-81.
2. Massie CL, Fritz S & Malcolm MP. Elbow extension predicts motor impairment and performance after stroke. *Rehabil Res Pract*, 2011;1-7.
3. Roby-Brami A, Feydy A, Combeaud M, et al. Motor compensation and recovery for reaching in stroke patients. *Acta Neurologica Scandinavica*, 2003;107(5):369-81.
4. Blomqvist L, Stark B, Engler N, et al. Evaluation of arm and shoulder mobility and strength after modified radical mastectomy and radiotherapy. *Acta Oncologica*, 2004;43(3):280-3.
5. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med*. 1998;26(2):325-37.
6. Sahrmann SA. Does postural assessment contribute to patient care? *J Orthop Sports Phys Ther*. 2002;32(8):376-9.
7. Voight ML, Thomson BC. The role of the scapula in the rehabilitation of shoulder injuries. *J Athl Train*, 2000;35(3):364-72.
8. Magarey ME, Jones M. Dynamic evaluation and early management of altered motor control around the shoulder complex. *Man Ther*. 2003;8(4),195-206.
9. Braun B, Amundson L. Quantitative assessment of head and shoulder posture. *Arch Phys Med Rehabil*. 1989;70(4):322-9.
10. Dark A, Ginn KA, Halaki M. Shoulder muscle recruitment patterns during commonly used rotator cuff exercises: an electromyographic study. *Phys Ther*, 2007;87(8):1039-46.
11. Raine S, Meadows L, Lynch-Ellerington M. *Bobath concept: Theory and clinical practice in neurological rehabilitation*. Wiley-Blackwell, 2009;154-81.
12. Michaelsen SM, Luta A, Roby-Brami A, et al. Effect of trunk restraint on the recovery of reaching movements in hemiparetic patients. *Stroke*, 2001;32(8):1875-83.
13. Mottram SL. Dynamic stability of the scapula. *Man Ther*, 1997;2(3):123-31.

14. Massion J, Alexandrov A, Frolov A. Why and how are posture and movement coordinated? *Prog Brain Res*, 2004;143:13-27.
15. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 1996;21(22):2640-50.
16. Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: core concept and current literature, Part 1. *Am J Phys Med Rehabil*, 2005;84(6):473-80.
17. Urquhart DM, Hodges PW, Story IH. Postural activity of the abdominal muscles varies between regions of these muscles and between body positions. *Gait Posture*, 2005;22(4):295-301.
18. Sawan S, Shaker HA, Fahmy EM, et al. Task-specific training with trunk restraint: its effect on reaching movement kinematics in stroke patients. *Med J Cairo Univ*, 2014;82(2):7-13.
19. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol* 1990;45(6):192-7.
20. Podsiadlo D, Richardson S. The time "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 1991;39(2):142-8.
21. Jung KM, Jung YJ. The effect of scapula setting intervention on the function of upper extremity and walking in the patients with stroke. *J Korean Soc Neurother*, 2013;17(1):39-44.
22. McMullen J, Uhl TL. A kinetic chain approach for shoulder rehabilitation. *J Athl Train*, 2000;35(3):329-37.
23. Maenhout A, Van Praet K, Pizzi L, et al. Electromyographic analysis of knee push up plus variations: what's the influence of the kinetic chain on scapular muscle activity? *Br J sports med* 2009.
24. Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63(6):872-7.
25. McCrea PH, Eng JJ & Hodgson AJ. Saturated muscle activation contributes to compensatory reaching strategies after stroke. *J Neurophysiol*, 2005;94(5):2999-3008.