한국전문물리치료학회지 제 16권 제 2호
PTK Vol. 16 No. 2 2009.

뇌졸중 환자에서 수의적인 상·하지 움직임 시 선택적인 체간 근육의 선행적 자세조절

정경심
삼육대학교 대학원 물리치료학과
정이정
삼육대학교 보건복지대학 물리치료학과

Abstract

Anticipatory Postural Adjustment in Selected Trunk Muscles Associated With Voluntary Arm and Leg Movement in the Persons With Stroke

Kyoung-sim Jung, B.H.Sc., P.T.
Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Sahmyook University
Yi-jung Chung, Ph.D., P.T.
Dept. of Physical Therapy, College of Health Welfare, Sahmyook University

Anticipatory postural adjustments is an example of the ability of the central nervous system to predict the consequence of the mechanical effect of movement on posture and helps minimize a forth coming disturbance. The aim of this study was to evaluate the sequence of activation of the trunk muscles during the performance of hip and shoulder movement and to determine the relationship between anticipatory activity and subjects' motor and functional status in subjects with hemiplegia post stroke. Twenty-four poststroke hemiparetic patients enrolled in this study. Electromyographic activity of the lumbar erector spinae, latissimus dorsi, and of the obliquus internus muscles was recorded bilaterally during flexion of both arm and from the rectus abdominis, obliquus externus, and obliquus internus muscles during flexion of both hip. Onset latencies of trunk muscles were partially delayed in the subjects with hemiplegia post stroke ($p<.05$). With upper limb flexion, the onset of erector spinae muscle and latissimus dorsi muscle activity preceded the onset of deltoid on both side respectively ($p<.05$). A similar sequence of activation occurred with lower limb flexion. Also the onset of external oblique muscle and rectus abdominis muscle activity preceded the onset of rectus femoris muscle on both side ($p<.05$). Major impairments in the activity of trunk muscles in hemiparetic subjects were manifested in delayed onset between activation of pertinent muscular pairs. These problems were associated with motor and functional deficits and warrant specific consideration during physical rehabilitation of post stroke hemiparetic patients.

Key Words: Anticipatory postural adjustments; Stroke; Trunk muscles.

Ⅰ. 서론

뇌졸중 환자는 관절 가동성의 제한, 근육의 약증, 근긴장도의 변화, 감각결손, 비정상적인 자세적 반응, 인지의 문제로 인하여 균형이 떨어지게 된다(Bonan 등, 2004). 또한 뇌졸중 환자는 체중의 61~81%를 건측 다리에 지지하게 됨으로써 자세의 비대칭이 발생하게 되며(Sackley와 Baguly, 1993), 선택적인 체간의 움직임과

통신저자: 정이정 yijung36@syu.ac.kr
"이 논문은 2008년도 삼육대학교 학술연구비 지원에 의하여 씌어진 것임"

앉은 자세의 균형능력이 떨어지게 된다고 하였다(Verheyden 등, 2008). 뇌졸중 환자의 앉은 자세 균형을 측정하는 방법에는 체간 조절 검사(Trunk Control Test)(Franchignoni 등, 1997), 체간 손상 척도(Trunk Impairment Scale)(Verheyden 등, 2004), 뇌졸중 자세 평가 척도(Postural Assessment Scale for Stroke; PASS)(Benaim 등, 1999)와 같이 체간조절과 관련하여 기능적 활동을 평가하는 방법이 있다. 장비를 이용한 측정 방법에는 체중분포(weight distribution)의 비율(Au-Yeung, 2003), 체중이동의 거리(Nichols 등, 1996), 불안정한 지지면에서 균형을 유지하는 동안 동요지수(Pérennou 등, 2001; Pérennou 등, 2002)를 측정하는 방법과 근전도를 이용하여 수의적 움직임 동안의 자세 조절근의 활성화를 분석하는 방법이 있다.

선행적 자세조절이란 중추신경계가 주동근 이전에 자세조절 근육을 먼저 수축시킴으로써 반발력으로부터 야기되는 자세동요에 대해 척주를 준비시키는 기전을 말한다(Aruin과 Latash, 1995; Bouisset과 Zattara, 1987). 선행 연구에서는 어깨의 굴곡근 수축 전에 척추기립근의 수축이 선행되어 나타나며 이어 표층 복부근의 수축이 일어난다는 사실을 밝혀냈다(Aruin과 Latash, 1995; Belen′kiĭ 등, 1967; Friedli 등, 1988; Hodges와 Richardson, 1997b; Hodges 등, 1999; Tyler 등, 1995). Hodges와 Richardson(1997a)의 연구에서는 하지의 움직임과 관련하여 체간의 선행적 자세조절에 대하여 실험한 결과, 하지의 움직임 방향에 상관없이 복횡근, 복직근, 내복사근의 경우 모두 주동근(prime mover) 이전에 수축이 일어난다는 사실을 밝혀냈다. 그러나 이러한 선행적 근수축 개시시간이 편마비 환자에 있어서는 지연되어 나타난다는 연구가 보고 되었다(Dickstein 등, 2004; Horak 등, 1984; Slijper 등, 2002). Viallet 등(1992)은 앉아 있는 자세에서 잡고 있던 모래주머니를 떨어뜨렸을 때 반대측(환측) 전완의 선행적 근활동이 정상인에 비해 유의하게 감소하였다고 하였으며, 근전도로 근수축 개시시간을 측정한 결과, 반대측(환측) 전완의 선행적 근수축 개시시간이 정상인에 비해 유의하게 지연되었다고 하였다(Bennis 등, 1996). Garland 등(1997)은 건측 팔을 빠르게 들었을 때 대퇴이두근(biceps femoris)과 하퇴삼두근(triceps surae)의 근수축 개시시간이 정상인에 비해 유의하게 지연되었다고 하였으며, 근활성도도 유의하게 감소되었다고 하였다.

현재는 대부분 기립자세에서 근전도를 이용하여 하지 또는 체간 근육의 근수축 개시시간을 평가 하였고(Garland 등, 1997; Horak 등, 1984) 균형, 보행, 기능적 활동 능력과 높은 상관관계가 있는(Verheyden 등, 2006) 앉은 자세에서의 체간근육의 선행적 자세조절에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 뇌졸중 환자의 앉은 자세에서 상하지 움직임시 체간근육의 개시시간을 확인하여 뇌졸중 환자의 앉은 자세에서의 자세 조절 전략을 이해하고 치료의 효과를 알아보기 위한 평가방법으로 활용될 것으로 기대된다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 경기도에 소재한 K재활병원에 입원 중인 뇌졸중 환자 24명을 대상으로 실시하였다. 연령은 평균 52.3세이었고, 마비측은 오른쪽 편마비 환자가 11명, 왼쪽 편마비 환자가 13명이었다. 뇌졸중 발병 후 유병기간은 평균 20.0개월이었으며, PASS에서 평균 32.8점이었고, Berg 균형척도(Berg Balance Scale; BBS)에서는 평균 48.8점이었다. 실험 전에 본 연구의 목적과 방법에 대한 충분히 설명을 듣고 실험 참여에 자발적인 동의가 있는 자를 대상으로 하였다. 선정기준은 편측무시(neglect)가 없는 자, 앉은 자세의 체간 균형(trunk balance)이 3등급(fair) 이상인 자, 체간 굴곡 근력이 3등급(fair) 이상인 자, 양측성 뇌졸중, 또는 이전에 반대쪽의 대뇌 반구에 발병 경험이 없는자, 정형외과적 질환이 없는 자, 말초성 신경염을 가지고 있지 않은 자를 실험 대상으로 하였다(Garland 등, 1997).

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성 (N=24)

변수	구분	명	평균±표준편차
성별	남	24	
마비유형	오른쪽	11	
	왼쪽	13	
연령(세)			52.3±7.5
유병기간(개월)			25.0±8.6
PASS[a](점)			32.8±2.3
BBS[b](점)			48.8±6.2

[a]PASS: Postural Assessment Scale for Stroke.
[b]BBS: Berg Balance Scale.

2. 실험기기 및 도구

근수축 개시시간을 측정하기 위해 표면근전도 Telemyo 2400 G2 Telemetry EMG system[1]을 사용하였다. 먼저 상지의 움직임에 따른 체간의 선행적 근수축 개시시간을 보기 위해 양측 전삼각근(anterior deltoid; DEL), 척추기립근(erector spinae; ES), 광배근(latissimus dorsi; LD), 내복사근(internal oblique; IO)에 표면근전도를 부착하였다. 첫 번째 실험은 고관절과 무릎을 90도 각도로 구부리고 의자에 앉아 팔을 체간 옆에 나란히 둔 자세에서 1초간의 신호음이 나오면 환측팔을 가능한 빠르게 25도 정도 들어 올렸다가 시작자세로 돌아오게 하였다(그림 1). 두 번째 실험은 같은 자세에서 건측팔을 빠르게 들어 올렸다가 내려놓게 하였다. 또한 하지의 움직임에 따른 체간의 선행적 근수축 개시시간을 보기 위해 양측 대퇴직근(rectus femoris; RF), 복직근(rectus abdominis; RA), 외복사근(external oblique; EO), 내복사근에 표면근전도를 부착하였다. 세 번째 실험은 고관절과 무릎을 90도 각도로 구부리고 앉은 자세에서 1초간의 신호음이 나오면 가능한 빠르게 건측 고관절을 20도 굴곡시켰다가 시작자세로 돌아오게 하였다(그림 2). 네 번째 실험은 환측 고관절을 빠르게 굴곡시켰다가 내려놓게 하였다. 근전도 부착위치는 전삼각근은 팔의 앞쪽면에서 쇄골로부터 하방 4 ㎝ 위치에 전극을 부착하였고, 척추기립근은 3번째 요추로부터 2 ㎝ 간격을 두고 척추에 평행하게 부착하였다. 광배근은 견갑골의 하각에서 하방 4 ㎝, 대퇴직근은 대퇴부 전면 중앙에, 복직근은 배꼽에서 바깥쪽으로 2 ㎝ 위치에 부착하였고, 외복사근은 전상장골극 바로위에, 내복사근은 전상장골극에서 하·내방으로 2 ㎝ 지점에 부착하였다(Marshall과 Murphy, 2005).

각 실험은 3번씩 반복측정 하였으며, 측정간 1분 동안의 휴식시간을 취하게 하였다. 8개의 표면근전도 신호는 Myoresearch XP Master edition 소프트웨어(Noraxon Inc., U.S.A.)를 이용하여 처리하였다. 근전도 신호의 표본추출(sampling rate)은 1,000 ㎐이었고, 잡음을 제거하기 위해 60 ㎐의 노치필터(notch filter)를 사용하였다. 개시시간의 측정은 기준선(base line)의 500 ㎳ 동안의 평균과 표준편차의 2배를 초과하며, 지속시간이 30 ㎳에 도달하는 것으로 결정하였고(Dickstein, 2004), 삼각근과 대퇴직근의 개시시간을 기준으로 100 ㎳ 전과 후 50 ㎳ 사이에 수축이 일어나는 것을 선행적(feedforward) 근수축으로 간주하였다(Aruin, 1995; Hodges, 1999).

3. 분석방법

선행적 근수축의 비교는 상지의 경우 전삼각근과 체간근육과의 개시시간의 차이를 근육별로 비교하였고, 하지의 경우 대퇴직근의 개시시간을 기준으로 체간근육과의 차이를 근육별로 비교하였다. 주동근(prime mover)과 체간근육의 개시시간의 차이는 일원분산분석법(one-way ANOVA)을 사용하여 비교하였고 α=.05로 하여 통계의 유의성을 결정하였다.

Ⅲ. 결과

1. 건측 어깨 굴곡 시 체간의 근수축 개시시간

청각 신호에 따라 최대한 빨리 건측 팔을 들게 하였을 때, 양쪽 체간근육의 개시시간이 전삼각근의 개시시간보다 지연되어 나타났다. 반대측 척추기립근과 광배근은 각각 전삼각근의 개시시간보다 40.33±19.52 ㎳, 59.68±25.21

그림 1. 어깨 굴곡 시 측정자세.

그림 2. 다리 굴곡 시 측정자세.

1) Noraxon Inc., Arizona, U.S.A.

ms 유의하게 지연되어 나타났고(p<.05), 동측 척추기립근과 광배근 역시 43.99±20.96 ms, 66.30±19.63 ms 유의하게 지연되어 나타났다(p<.05). 동측 내복사근은 20.87±12.99 ms 유의하게 지연되었고(p<.05), 반대측 내복사근은 통계적으로 유의하지는 않았지만 16.43±13.00 ms 지연되어 나타났다(그림 3).

2. 환측 어깨 굴곡 시 체간의 근수축 개시시간

환측 팔을 빠르게 들었을 때, 마찬가지로 반대 측 척추기립근과 광배근의 개시시간이 전삼각근의 개시시간보다 34.47±21.25 ms, 65.50±16.14 ms 유의하게 지연되어 나타났고(p<.05), 동측 척추기립근과 광배근은 각각 전삼각근의 개시시간보다 34.50±21.30 ms, 81.77±41.57 ms 유의하게 지연되어 반응하였다(p<.05). 내복사근은 동측과 반대측에서 통계적으로 유의하지는 않았지만 전삼각근이 수축하고 난 후 각각 20.80±11.81 ms, 16.50±12.09 ms 이후에 근수축이 일어났다(그림 4).

3. 건측 고관절 굴곡시 체간의 근수축 개시시간

건측 무릎을 빠르게 들어 올렸을 때, 반대측 외복사근과 복직근의 개시시간은 대퇴직근의 개시시간보다 63.83±49.99 ms, 58.43±32.43 ms 유의하게 지연되어 나타났고(p<.05), 동측 외복사근과 복직근 역시 56.19±33.47 ms, 78.85±38.52 ms 유의하게 지연되어 나타났다(p<.05). 내복사근은 동측과 반대측에서 각각 17.02±1.94 ms, 11.69±8.80 ms 지연되어 수축이 일어났다(그림 5).

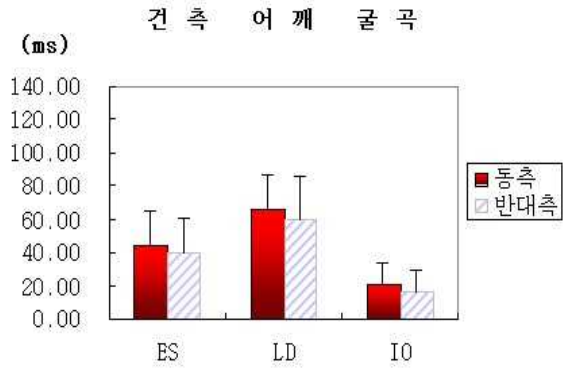

그림 3. 건측 어깨 굴곡시 전삼각근 개시시점을 기준으로 한 체간근육의 근수축 개시시간비교. ES: erector spinae, IO: internal oblique, LD: latissmus dorsi.

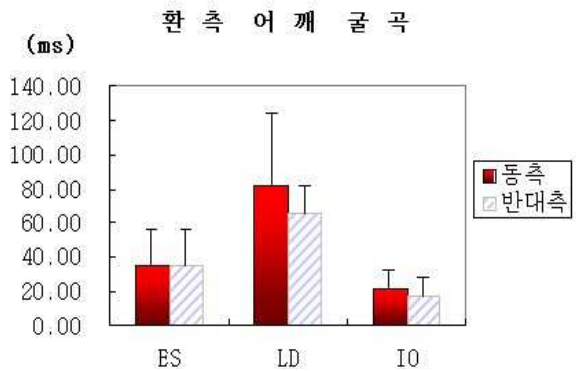

그림 4. 환측 어깨 굴곡시 전삼각근 개시시점을 기준으로 한 체간근육의 근수축 개시시간비교. ES: erector spinae, IO: internal oblique, LD: latissmus dorsi.

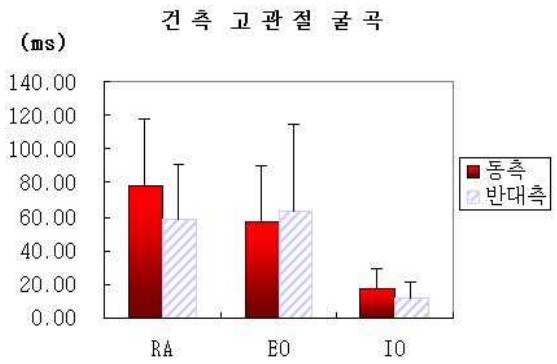

그림 5. 건측 고관절 굴곡시 대퇴직근개시시점을 기준으로 한 체간근육의 근수축 개시시간 비교. EO: external oblique, IO: internal oblique, RA: rectus abdominis.

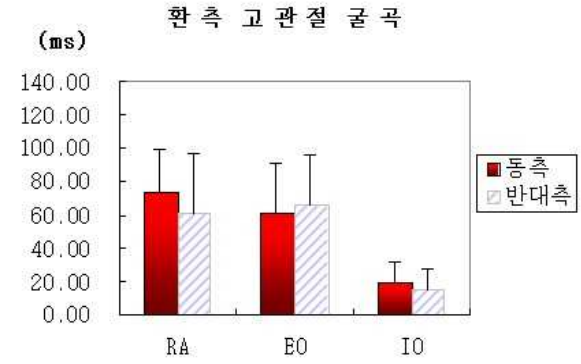

그림 6. 환측 고관절 굴곡시 대퇴직근 개시시점을 기준으로 한 체간근육의 근수축 개시시간 비교. EO: external oblique, IO: internal oblique, RA: rectus abdominis.

4. 환측 고관절 굴곡시 체간의 근수축 개시시간

환측 무릎을 빠르게 들어 올렸을 때, 반대측 외복사근과 복직근의 개시시간은 대퇴직근의 개시시간보다 65.53±29.76 ㎳, 60.42±35.67 ㎳ 유의하게 지연되어 나타났고($p<.05$), 동측 외복사근과 복직근은 역시 60.88±29.47 ㎳, 72.21±25.81 ㎳ 이후에 유의하게 지연되어 나타났다($p<.05$). 내복사근은 동측과 반대측에서 각각 18.98±12.62 ㎳, 14.72±12.26 ㎳ 지연되어 수축이 일어났다(그림 6).

Ⅳ. 고찰

일반적으로 자세조절은 자세동요를 최소화하기 위하여 수의적인 움직임 이전에 일어나는 피드포워드(feedforward)와 말초 수용기로부터 들어오는 신호를 통해 움직임 이후에 실제적으로 일어나는 자세동요를 처리하는 피드백(feedback)으로 구성된다(Hugon 등, 1982; Massion, 1992; Ramos와 Stark, 1990; Rogers와 Pai, 1990). Belen′kiĭ 등(1967)은 정상인을 대상으로 서 있는 자세에서 팔을 빠르게 들었을 때 주동근 수축에 앞서 자세조절근의 수축이 일어나고, 이것은 움직임과 관련한 자세동요를 최소화 시킬 뿐 아니라 움직임 동안에 기능적인 자세를 유지 하도록 한다고 하였다. 이러한 선행적 자세조절은 움직임을 학습하는 과정에서 자세를 수정해 나가는 피드백 요소가 변형되어 형성되며(Massion, 1994), 그 운동 기억은 구심성 입력 없이도 움직임을 위한 자세조절을 할 수 있게 된다고 하였다(Forget과 Lamarre, 1995). 정경심 등(2008)의 연구에서는 정상인을 대상으로 앉은 자세에서 좌, 우측 상·하지 움직임시 양쪽 체간근육의 개시시간을 측정한 결과 오른쪽 어깨 굴곡시 왼쪽 척추기립근과 내복사근이 오른쪽 전삼각근에 비해 먼저 수축하였고, 오른쪽 고관절 굴곡시 왼쪽의 내복사근이 오른쪽 대퇴직근에 비해 먼저 수축하는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 앉은 자세 균형을 측정하기 위해 앉은 자세에서 건측과 환측의 상·하지 움직임시에 활동하는 양측 체간근육들의 근수축 개시시간을 측정하였다. 그 결과 건측과 환측팔을 들게 하였을 때 반대측 척추기립근과 광배근은 각각 전삼각근의 개시시간보다 유의하게 지연되어 나타났고($p<.05$), 동측 척추기립근과 광배근 역시 유의하게 지연되어 나타났다($p<.05$). 또한 패턴에 있어서는 정상인과 마찬가지로 반대측 체간근육이 동측 체간근육에 비해 먼저 수축하는 경향을 보였다. Dickstein 등(2004)의 연구에서도 앉은 자세에서 건측과 환측팔을 들게 하였을 때 동측 척추기립근의 개시시간이 정상인보다 유의하게 지연되어 나타났고, 건측과 환측팔을 들었을 때 모두 반대측이 먼저 수축하는 패턴을 나타냈다. 이러한 패턴은 뇌졸중 환자의 서 있는 자세에서도 같은 순서로 나타났으며(Horak 등, 1984; Slijper 등, 2002), 이것은 수의적 움직임시 반대측 체간근육들이 자세적 안정성에 더 많은 역할을 하기 때문이며(Dickstein 등, 2004) 반대측 체간근육의 지연으로 건측 또한 정상인만큼 빠르게 움직이는 것이 어려운 것을 의미한다.

선행적 자세조절 능력은 수의적 움직임 시 운동 프로그램의 한 요소이기 때문에 사지의 마비 정도와 그 손상 정도가 연관되어 있다. 뇌졸중 환자를 대상으로 양측 팔과 다리의 움직임 동안 선행적 자세조절 능력을 연구한 결과 환측 팔과 다리를 움직였을 때 건측에서 선행적인 자세조절 능력이 우세하게 나타났으며, 건측 팔과 다리를 움직였을 때는 환측의 선행적 자세조절 능력이 감소하였다고 하였다(Bertrand와 Bourbonnais, 2001; Gauthier 등; 1992). 또한 Palmer 등(1996)의 연구에서 건측팔을 빠르게 외전하였을 때 환측 광배근의 선행적 근활성도가 정상인에 비해 유의하게 감소하였으며, 환측팔로 외전하였을 때는 삼각근의 근활성도는 낮아진 반면 건측 광배근의 근활성도는 오히려 증가하는 경향이 나타났다. 이러한 양측 체간근육의 비대칭적 패턴이 나타나는 것은 건측 팔을 들 때보다 환측팔을 들려고 할때 더 많은 노력(effort)을 기울이게 되기 때문이라고 하였다. 본 연구에서 건측 팔을 빠르게 들어 올렸을 때 반대측인 환측 척추기립근이 환측팔을 들었을 때 건측 척추 기립근에 비해 더욱 지연되어 나타나는 경향이 있었다. 또한 환측 팔을 빠르게 들었을때, 반대측에 비해 동측인 환측 광배근이 더욱 지연되어 나타난 반면 척추 기립근은 양측의 지연정도가 비슷한 것으로 나타났다. 이것은 외측의 체간근육들이 편측 우세적 경향을 보이는 것과는 달리 양쪽 대뇌로부터 신경지배를 받는 척추기립근과 같은 근육은 양측성으로 체간의 안정화 역할을 담당하기 때문이다(Carr, 1994; Ferbert, 1992).

내복사근은 수의적인 움직임시 움직임 방향에 상관없이 주동근보다 먼저 수축하여 척추 분절 사이의 안정성에 기여하는 것으로 알려져 있다(Hodges와 Richardson, 1997b; Hodges 등, 1999). 본 연구에서는 뇌졸중 환자의

자세조절과 관련하여 체간근육의 개시시간이 미치는 영향을 더 잘 이해하기 위하여 내복사근의 개시시간을 함께 측정하였다. 건측팔을 들었을 때 동측 내복사근의 근수축이 유의하게 지연되어 나타났고($p<.05$) 반대측 내복사근에서도 통계적으로 유의하지는 않았지만 전삼각근의 수축이후에 근 활동이 일어나는 경향을 보였다.

이러한 지연은 하지의 움직임 시에도 비슷한 양상을 나타내었다. 대상자들이 건측 무릎을 빠르게 들어 올렸을 때, 반대측 외복사근과 복직근의 개시시간은 대퇴직근의 개시시간보다 63.83±49.99 ㎳, 58.43±32.43 ㎳ 유의하게 지연되어 나타났고($p<.05$), 환측 무릎을 빠르게 들어 올렸을 때, 반대측 외복사근과 복직근의 개시시간은 대퇴직근의 개시시간보다 65.53±29.76 ㎳, 60.42±35.67 ㎳ 유의하게 지연되어 나타났다($p<.05$). Hodges와 Richardson(1997a)의 연구에서는 정상인을 대상으로 하지의 움직임에 따른 체간의 선행적 자세조절에 대하여 실험한 결과, 하지의 움직임 방향에 상관없이 복횡근, 복직근, 내복사근의 경우 모두 주동근 이전에 수축이 일어난다는 사실을 밝혀냈다. 그러나 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서는 건측과 환측 고관절을 굴곡 시켰을 때 통계적으로 유의하지는 않았지만 정상인에 비해 체간근육의 근수축 개시시간이 지연되어 나타났다고 하였다(Dickstein 등, 2004). 뇌졸중 환자가 정상인과 달리 선행적 근수축 개시시간이 지연되어 나타나는 것은 중추신경계의 손상으로 인하여 감소된 하행정보가 운동신경원을 흥분시키기에 부족하거나, 비손상측 중추신경에서 내려가는 하행정보가 반대쪽으로 교차함으로 흥분성이 적은 운동신경원에 도달하기 때문이다(Horak 등, 1984).

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 상·하지의 수의적인 움직임시 체간근육의 선행적 근수축의 패턴을 알아보았으며 정상인과 마찬가지로 반대측이 먼저 수축하는 정상적인 패턴에도 불구하고 주동근의 개시시간보다 지연되어 나타나는 것을 알 수 있었다. 하지만 연구의 대상자 수가 적고, 성별이 남자로만 제한되어 있어 일반화시키기 어려운 점이 있다. 앞으로의 연구에서는 더 많은 뇌졸중 환자를 대상으로 체간의 근수축 개시시간에 관련한 연구가 필요 할 뿐만 아니라 같은 연령대의 정상인과 비교하여 자세 조절 능력을 향상시키는 치료방법에 대한 연구에 유용한 자료로써 활용되기를 기대한다. 또한 Massion 등(1999)의 연구에 따르면 선행적 자세조절이 균형과 몸의 분절과 관련한 자세적 지남력(postural orientation)에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 후속 연구에서는 뇌졸중 환자에 있어 체간근육의 근수축 개시시간의 변화가 균형 능력, 보행의 개선에 영향을 미치는지에 관한 연구가 또한 필요할 것으로 생각한다.

V. 결론

본 연구는 뇌졸중 환자의 상·하지 움직임시 체간의 선행적 자세조절 패턴을 알아보고자 실시하였다. 상·하지 움직임 시 양쪽 체간근육의 개시시간이 주동근의 수축 이후에 나타났으며, 동측에 비해 반대측 체간근육의 개시시간이 더 빠르게 나타났다. 앞으로의 후속 연구에서는 뇌졸중 환자의 체간의 근수축 개시시간이 훈련을 통해서 개선될 수 있는지 알아보는 연구가 필요할 것이다. 또한 체간근육의 근수축 개시시간의 변화가 균형 능력, 보행의 개선에 영향을 미치는지에 관한 연구가 또한 필요할 것으로 생각한다.

인용문헌

정경심, 신원섭, 정이정. 수의적인 상·하지 움직임 동안의 체간의 선행적 자세조절 연구. 한국전문물리치료학회지. 2008;15(2):30-37.

Aruin AS, Latash ML. Directional specificity of postural muscles in feed-forward postural reactions during fast vountary arm movements. Exp Brain Res. 1995;103(2):323-332.

Au-Yeung SS. Does weight-shifting exercise improve postural symmetry in sitting in people with hemiplegia?. Brain Inj. 2003;17(9):789-797.

Belen′kiĭ VE, Gurfinkel′ VS, Pal′tsev EI. Control elements of voluntary movements. Biofizika. 1967;12(1):135-141.

Benaim C, Pérennou DA, Villy J, et al. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: The Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). Stroke. 1999;30(9):1862-1868.

Bennis N, Roby-Brami A, Dufossé M, et al. Anticipatory responses to a self-applied load in normal subjects and hemiparetic patients. J

Physiol Paris. 1996;90(1):27-42.

Bertrand AM, Bourbonnais D. Effects of upper limb unilateral isometric efforts on postural stabilization in subjects with hemiparesis. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(3):403-411.

Bonan IV, Colle FM, Guichard JP, et al. Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85(2):268-273.

Bouisset S, Zattara M. Biomechanical study of the programming of anticipatory postural adjustments associated with voluntary movement. J Biomech. 1987;20(8):735-742.

Carr LJ, Harrison LM, Stephens JA. Evidence for bilateral innervation of certain homologous motoneurone pools in man. J Physiol. 1994;475(2):217-227.

Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, et al. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in poststroke hemiparetic patients. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85(2):261-267.

Ferbert A, Caramia D, Priori A et al. Cortical projection to erector spinae muscles in man as assessed by focal transcranial magnetic stimulation. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1992 ;85(6):382-387.

Forget R, Lamarre Y. Postural adjustments associated with different unloadings of the forearm: Effects of proprioceptive and cutaneous afferent deprivation. Can J Physiol Pharmacol. 1995;73(2):285-294.

Franchignoni FP, Tesio L, Ricupero C, et al. Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome. Stroke. 1997:28(7);1382-1385.

Friedli WG, Cohen L, Hallet M, et al. Postural adjustments associated with rapid voluntary arm movements. II. Biomechanical analysis. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1988;51(2):232-243.

Garland SJ, Stevenson TJ, Ivanova T. Postural responses to unilateral arm perturbation in young, elderly, and hemiplegic subjects. Arch Phys Med Rehabil. 1997;78:(10)1072-77.

Gauthier J, Bourbonnais D, Filiatrault J, Gravel D, Arsenault AB. Characterization of contralateral torques during static hip efforts in healthy subjects and subjects with hemiparesis. Brain. 1992;115(4):1193-207.

Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. Phys Ther. 1997a;77(2):132-144.

Hodges PW, Richardson CA. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. Exp Brain Res. 1997b;114(2):362-370.

Hodges P, Cresswell A, Thorstensson A. Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. Exp Brain Res. 1999;124(1):69-79.

Horak FB, Esselman P, Anderson ME, et al. The effects of movement velocity, mass displaced, and task certainty on associated postural adjustments made by noraml and hemiplegic individuals. J Neurl Neurosurg Psychiatry. 1984;47(9):1020-1028.

Hugon M, Massion J, Wiesendanger M. Anticipatory postural changes induced by active unloading and comparison with passive unloading in man. Pflugers Arch. 1982;393(4):292-296.

Marshall PW, Murphy BA. Core stability exercise on and off a Swiss ball. Arch Phys Med Rehabil. 2005;86(2):242-249.

Massion J. Movement, posture and equilibrium: Interaction and coordination. Prog Neurobiol. 1992;38(1):35-56.

Massion J. Postural control system. Curr Opin Neurobiol. 1994;4(6):877-887.

Massion J, Ioffe M, Schmitz C, et al. Acquisition of anticipatory postural adjustments in a bimanual load-lifting task: Normal and pathological aspects. Exp Brain Res. 1999;128(1-2):229-235.

Nichols DS, Miller L, Colby LA, et al. Sitting balance: Its relation to function in individuals with hemiparesis. Arch Phys Med Rehabil. 1996;77(9):865-869.

Palmer E, Downes L, Ashby P. Associated postural adjustments are impaired by a lesion of the cortex. Neurology. 1996;46(2):471-475.

Pérennou DA, Leblond C, Amblard B, et al.

Transcutaneous electric nerve stimulation reduces neglect-related postural instability after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(4):440-448.

Pérennou DA, Amblard B, Laassel M, et al. Understanding the pusher behavior of some stroke patients with spatial deficits: a pilot study. Arch Phys Med Rehabil. 2002;83(4):570-575.

Ramos CF, Stark LW. Postural maintenance during movement: simulations of a two joint model. Biol Cybern. 1990;63(5):363-375.

Rogers MW, Pai YC. Dynamic transitions in stance support accompanying leg flexion movements in man. Exp Brain Res. 1990;81(2):398-402.

Sackley CM, Baguly BI. Visual feedback after stroke with balance performance monitor: Two single case studies. Clin Rehabil. 1993;7(3):189-195.

Slijper H, Latash ML, Rao N, et al. Task-specific modulation of anticipatory postural adjustments in individuals with hemiparesis. Clin Neurophysiol. 2002;113(5):642-655.

Tanaka S, Hachisuka K, Ogata H. Trunk rotatory muscle performance in post-stroke hemiplegic patients. Am J Phys Med Rehabil. 1997;76(5):366-369.

Tyler AE, Hasan Z. Qualitative discrepencies between trunk muscle activity and dynamic postural requirements at the initiation of reaching movements performed while sitting. Exp Brain Res. 1995;107(1):87-95.

Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, et al. The Trunk Impairment Scale: A new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. Clin Rehabil. 2004;18(3):326-334.

Verheyden G, Nieuwboer A, De Wit L, et al. Time course of trunk, arm, leg, and functional recovery after ischemic stroke. Neurorehabil Neural Repair. 2008;22(2):173-179.

Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. Clin Rehabil. 2006;20(5):451-458.

Viallet F, Massion J, Massarino R, et al. Coordination between posture and movement in a bimanual load lifting task: Putative role of a medial frontal region including the supplementary motor area. Exp Brain Res. 1992;88(3):674-684.

Zattara M, Bouisset S. Posturo-kinetic organisation during the early phase of voluntary upper limb movemets. 1 Normal subjects. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1988;51(7):956-965.

논 문 접 수 일 2009년 월 일

논문게재승인일 2009년 월 일