발목 훈련이 경직성 양마비아의 앉은 자세에서 외측 체중 이동시 체간 활동에 미치는 영향

이운영 · 홍정선 · 라윤주* · 신종현*
보바스어린이병원 물리치료실 · 보바스어린이병원 재활의학과*

The Effects of Ankle Training on the Trunk Activity in Sitting Position during Lateral Weight Transfer in Children with Spastic Diplegia

Woon-Young Lee · Jung-Sun Hong · Yun-Ju Ra* · Jong-Hyun Shin*
Department of Physical Therapy, Bobath Children's Hospital
*Department of Rehabilitation medicine, Bobath Children's Hospital**

Abstract

Background and Purpose: The purpose of this study was to find the effects of ankle training on the trunk activity in sitting position during lateral weight transfer in children with spastic diplegia.

Subjects and Methods: The subjects were 12 children with spastic diplegia who had been treated at Hospital in Bundang-gu, Seongnam-si as inpatients or outpatients. The method of this study was that the subjects were treated 10 times for 30 minutes each from september, 2007 to October, 2007. As well, the surface EMG was used to get the muscle activity data from the rectus abdorminalis, lumbar paraspinals, tibialis anterior, and gastrocnemius which showed the effects of ankle training. The collected data were analyzed by Wilcoxon signed rank test between pre-training and post-training, by Mann Whitney U test between the dominant and non-dominant side, and by Pearson correlation for relations among RMS(root mean square) of each muscle from SPSS/PC.

Results: The results of this study were as follows; First, there were no significant differences of RMS of the lumbar paraspinals, gastrocnemius between pre-post training in the dominant side, but there were significant differences of RMS of the rectus abdorminalis, tibialis anterior($p<0.05$). RMS of the lumbar paraspinals, gastrocnemius were not significantly different between pre-post training in the non-dominant side. However, RMS of the rectus abdorminalis, tibialis anterior showed statistically differences($p<0.05$). Second, there were no significant differences of RMS of the rectus abdorminalis, lumbar paraspinals, gastrocnemius between the dominant and non-dominant side in the pre-training, but there was significant difference of RMS of the tibialis anterior($p<0.05$). We did not find significant difference of RMS of each muscle between the dominant and non-dominant side in the post-training. Third, there were related to the lumbar paraspinals of non-dominant and gastrocnemius of dominant($r=0.641$), the lumbar paraspinals of non-dominant and tibialis anterior of both side($r=0.722$, 0.580), the gastrocnemius of dominant and tibialis anterior of both side($r=0.779$, 0.612), each other of tibialis anterior in pre-training($r=0.764$). Finally, we found the correlation between the rectus abdorminalis of dominant and gastrocnemius of non-dominant($r=0.795$), the lumbar paraspinals of dominant and gastrocnemius of non-dominant($r=-0.613$), the lumbar paraspinals of dominant and non-dominant in post-training ($r=0.705$).

Conclusions and Discussion: The results suggest that ankle training increased trunk activity in sitting position during lateral weight transfer in children with spastic diplegia; therefore, it is an effective solution of the problem for trunk inactivity and ankle instability which the children with prematurity have.

Key words: spastic diplegia, trunk activity, ankle training

Ⅰ. 서 론

뇌성마비란 여러 가지 기능적 활동들을 제한하는 움직임과 자세의 발달의 장애로, 태아와 소아에서 일어나는 비진행성 장애이다. 이 운동장애는 감각, 인지, 의사소통, 지각 그리고 행동장애와 경기를 동반한다(Bax et al., 2005). 이러한 뇌성마비는 비정상 근긴장도 및 이상반사, 비정상 중추자세조절기전, 감각운동정보 통합작용 손상 등으로 인하여 경직, 신체의 비대칭 및 흔들림, 관절의 변형 등이 나타난다. 또한 몸통 및 양측 하지의 무게 중심을 체중지지면 위에 유지하는 능력 등이 감소하여 대칭적인 자세유지에 필요한 정위반응과 평형반응 및 체중부하 이동이 어렵게 된다. 이로 인하여 서기, 보행 등의 일상생활동작에 심각한 기능장애를 야기하게 된다(Bobath, 1984). 또한 뇌의 병변으로 인하여 정상적인 자세긴장 대신 과긴장이 나타나고, 정상수준의 상호신경지배 대신에 신경지배의 비정상적인 편위가 나타남으로써 정상적인 자세 조절이 어려워진다(Bobath, 1980). 또한 Brogren 등(1996)에 의하면 이동, 자발적인 움직임 그리고 자세조절 동안에 길항근의 과도한 활성화가 동시에 나타난다고 보고하였다. 그러나 경직성 뇌성마비의 비정상적인 근활동인 경직, 길항근의 과도한 동시활성화, 근약화 및 근활성화의 부적절한 시간조절 등의 이유는 아직 명확한 설명이 부족한 실정이다(Bergar et al., 1982).

경직성 양하지마비아는 피질척수로를 포함한 상하행성 신경로가 지나가는 외측뇌실주위백질 또는 속섬유막과 기저핵을 포함하는 영역의 허혈성 손상 또는 뇌실내출혈과 같은 병인학적 요인과 관련이 있다(Bernard et al., 2001). 이로 인한 운동장애는 몸통부위의 저긴장도로 인한 자세안정성과 운동성 결여 및 하지의 경직을 초래하여 하지의 운동능력을 떨어뜨린다. 몸통의 안정성과 하지의 운동성이 부족하여 뇌성마비 아동들이 기능적인 활동을 할 때 많은 보상작용을 보이고, 이러한 보상작용의 양상은 신체의 다른 분절, 특히 경부, 상지, 상부체간에서 균형감각조절의 형태로 나타난다(Bennett, 1987).

Nashner(1983)는 정상 아동의 자세조절 특성을 다음과 같이 설명하였는데, 정상아동은 선자세에서 요동(perturbation)을 발생시키면 이동방향에 따라 특정 골격근이 활성화되는 것을 관찰하였는데 이를 방향특별성(direction-specificity)이라고 하였다. 예를 들면, 힘판을 앞으로 움직이면 신체는 반작용으로 후방으로 넘어지기 때문에 복근과 같이 전방에 위치하는 골격근이 활성화되며, 이와 반대로 힘판을 뒤로 움직이면 아동은 전방으로 넘어지기 때문에 등쪽의 근육 활성화된다. 둘째는 근동원의 개시시간으로, 원위부에서 근위부 순서의 근활동이 보였다. Forssberg와 Hirschfeld (1994)는 정상아동의 앉은 자세에서도 선 자세에서의 방향특별성과 근동원개시시간의 근활동에서 동일한 결과를 얻었다. Brogren 등(1999)은 앉은 자세에서 손 뻗기를 통한 전방 또는 외측 체중이동 시 정상아동의 자세조절 발달과 경직성 양하지마비아의 자세조절에 차이가 있음을 보고하였다. 또한 동작의 방향에 따른 골격근의 활동은 나타났지만, 길항근의 과도한 동시수축을 보였으며 시간적인 근동원의 개시시간은 정반대의 결과인 근위부에서 원위부의 순서로 나타났다.

경직성 양하지마비아는 기립자세에서는 발은 회내, 하퇴는 내측회전, 슬관절은 굴곡, 고관절은 굴곡, 내전 그리고 내측 회전되며 골반은 전방경사된 특징을 보인다(Dakahashi, 2000; Jordan et al., 1983). Nolan(2003)은 뇌성마비, 뇌졸중, 외상성 뇌손상과 같은 상위운동신경원에 병변이 있는 대부분의 환자에서 발끝서기와 발끝보행이 나타나며, 이것은 근위부근보다는 비복근, 가자미근 혹은 짧아진 아킬레스건과 같은 원위부 근의 경직성 마비에 의한 것이라 하였다. Wiley와 Damian (1998)은 경직성 양하지마비아는 정상아동과 비교하여 하지의 근활동의 약화뿐만 아니라 각 근군사이에 근활동 불균형이 있다고 하였으며, 다른 연구에서는 경직성 양하지마비아의 발목의 굴근과 신근 활동의 약화에 대하여 보고도 있었다(Elder et al., 2003).

앉은 자세에서 손 뻗기를 통한 전방 또는 외측 체중이동 시 체간 활동에 관한 많은 연구가

이루어져 왔으나, 발목과 체간의 근활동과 연결성에 대해서는 아직까지 알려진 사실이 미흡한 실정이다. 발목과 골반의 조절은 우리 몸 전반에서 동시에 근군들의 질적이고 좋은 균형을 반드시 필요로 한다. Elder 등(2003)은 표면근전도를 이용하여 정상아동과 경직성 편마비와 양하지마비아로 분류되는 경직성 뇌성마비아의 근활동을 비교하였는데, 배측굴근과 저측굴근의 최대수축값과 평균진폭과 근 크기를 조사하였다. 그 결과, 저측굴근 최대수축값은 정상아동보다 경직성 뇌성마비아에서 낮게 나타났다. 또한 경직성 양하지마비아는 경직성 편마비아의 환측보다 저측굴근의 최대수축값이 낮게 나타났다. 그리고 배측굴근 최대수축값은 경직성 편마비아의 비마비측보다 경직성 양하지마비아가 높았으며, 경직성 양하지마비아에서 평균진폭은 배측굴근과 저측굴근 모두 정상아동보다 감소하였고, 길항근 동시활성화도 정상아동보다 높게 나타났다. 홍정선(2007)은 치료에서 앉아 있는 것이 가능한 경직성 양하지마비아에서 의자에 앉아 있을 때 치료준비로 골반과 발목이 함께 움직여져야 한다고 하였다. 또한 다리의 움직임은 머리와 체간 그리고 발목과 골반의 연결성을 통해서 협응이 이루어져야 가능하다고 제안하였다. 앉은 자세에서 아동의 발목이 저측굴곡될 때 다리는 신전되고 골반은 후방경사가 되며, 아동이 바로 앉으려고 할 때 치료사가 체간 또는 골반을 지지하여 발목의 배측굴곡을 통해서 다리가 굴곡되고 골반이 전방경사된다고 하였다. 이런 활동을 통하여 골반과 발목의 연결성이 촉진된다고 하였다. 경직성 양하지마비아는 자세이동과 일상적인 동작에서 잘 사용하는 우세손에 의해 하지 또한 우세측과 비우세측으로 나누어질 수 있다.

따라서 본 연구자는 경직성 양하지마비아의 발달에 매우 부족한 하지의 발달 특히 발목의 발달과 발목과 연결된 골반과 체간의 자세조절을 통하여 발목의 활동이 체간활동에 미치는 영향을 표면근전도의 RMS(root means square)값으로 우세측과 비우세측의 근활동을 알아보고자 한다.

본 연구의 목적은 발목훈련이 경직성 양하지마비아의 앉은 자세에서 외측 체중 이동시 체간활동에 미치는 영향을 알아보는데 있다. 구체적인 목적은 다음과 같다.

(1) 경직성 양하지마비아의 앉은 자세에서 외측 체중 이동시 우세측과 비우세측의 발목 근활동을 RMS값으로 확인한다.
(2) 경직성 양하지마비아의 앉은 자세에서 외측 체중 이동시 우세측과 비우세측의 발목훈련 전과 후의 발목과 체간의 근활동을 RMS값으로 비교한다.
(3) 경직성 양하지마비아의 앉은 자세에서 외측 체중 이동시 우세측과 비우세측의 발목과 체간 근활동과의 상호관련성을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상 및 기간

2007년 9월~10월까지 경기도 성남시 분당구에 소재한 병원에서 입원 및 외래 물리치료를 받는 아동 중에서 경직성 양하지마비아 12명을 대상으로 하였으며, 선정 기준은 다음과 같다.

1) 경직성 양하지마비로 의사의 진단을 받은 5~8세 아동
2) 혼자 앉는 것이 가능한 아동
3) 치료자의 지시를 따를 수 있는 아동
4) 인지, 시각, 청각에 장애가 없는 아동

본 연구의 기간은 2007년 9월 3일부터 9월 14일까지 기준조건에 합당한 2명을 대상으로 예비실험을 실시하였고, 예비실험으로 관찰한 문제점을 수정, 보완하여 2007년 9월 17부터 10월 26일까지 대상자 각 한 명당 10일 동안 10회씩 발목훈련을 하고 훈련 전·후의 근전도 계측도 시행하였다.

2. 연구 장비

근전도 기기는 MES 9000 EMG System (Myotronics-Noromed, INC)을 사용하였다. MES 9000 EMG System은 8 채널의 표면 전극을 사용해 근육의 이완훈련, 근 재교육을 목적으로 사용하는 기구로 표면 전극을 이용해 근육의 활성

도를 분석할 수 있다(그림 1).

3. 연구 방법

1) 검사 시작 자세

대상자는 상의를 입지 않고 짧은 반바지를 착용한 상태에서 보조기와 신발을 착용하지 않도록 했다. 등받이, 팔걸이가 없는 의자에 발판 없이 발이 떠 있도록 높이를 조절하였다. 그리고 양쪽 상지를 90° 외전하여 유지하게 하였다. 전극을 부착하기 전에 피부저항을 최소화하기 위해 피부를 알코올로 깨끗이 하였다.

2) 근전도 부착부위

복직근(rectus abdorminalis)은 배꼽으로부터 2cm정도 평행하게 떨어진 부위에, 요추극근(lumbar paraspinals)은 장골능의 극점에서 평행으로 L3과 L4사이의 중심에서 2cm 떨어진 부위에, 전경골근(tibialis anterior)은 경골 결절에서 경골을 따라 4cm되는 부위에, 비복근의 내측두(gastrocnemius: medial head)는 슬와 아래에서 내측두의 6cm되는 부위에 각각 좌·우에 부착하였다.

3) 검사 자세

시작 자세에서 벽의 표시까지 10cm 거리에 손을 뻗어 5초 이상 유지하도록 하였다(그림 2).

4) 치료방법

보바스 치료를 병행하여 다음과 같이 발목훈련을 시행하였다.

(1) 아동을 바로 누운 자세를 취하게 한다. 이때 아동의 머리에 베개 그리고 골반에 수건을 받쳐서 몸의 정렬을 맞춘다(그림 3).
(2) 치료사는 아동의 무릎을 구부려서 발바닥을 바닥에 놓은 후 벨트를 사용하거나 보호자의 도움을 받아 유지하게 한다(그림 4).
(3) 치료사는 아동의 양쪽의 짧아진 비복근과 가자미근을 잡아 횡으로 신장시켜서 안쪽방향으로 맞춘다(그림 5).
(4) 치료사는 아동의 발목 안쪽 주위의 짧아진 조직과 발목 굴근과 발가락의 연부조직 그리고 굴근, 신근 등을 신장시켜 정렬을 맞춘다(그림 6).
(5) 치료사의 한 손은 아동의 무릎을 잡고 다른 손은 아동의 정렬이 맞추어진 발가락을 감싸고 발가락부터 천천히 신전을 시키면서 발목 배측 굴곡을 유도하여 10초 동안 유지하게 한 후 저측굴곡으로 돌아오게 한다(그림 7).
(6) 반복적으로 (5)번을 좌·우 10회씩 시행한다.
(7) 아동을 등받이 없이 손을 짚지 않고 앉힌 후 보호자에게 한 손은 골반을 잡고 잡은 쪽의 다리와 발을 90° 굴곡, 배측굴곡시켜 안정감있게 잡도록 한다(그림 8).
(8) (7)번에서 치료사는 아동의 반대쪽 골반을 잡고 후방경사 시키면서 다리를 신전시키고 발을 저측 굴곡 한다(그림 9).
(9) (8)번에서 아동에게 능동적으로 발과 다리를 구부리라고 지시하면서 골반을 전방경사로 유도하여 바로 앉아 10초 유지하도록 한다(그림 10).
(10) (8), (9)번을 좌·우 10회씩 시행한다.

5) 자료수집

표면근전도를 실시한 상태에서 근의 활성도를 보기 위해 root mean square(RMS)값을 측정하였으며, 훈련 전과 후 각각 3회 실시하여 평균값을 분석하였다.

4. 분석 방법

자료의 분석은 SPSS for Windows(Ver. 10.0)의 통계 프로그램을 이용하였고, 통계학적인 유의수준은 α는 0.05로 하였다. 경직성 양하지마비아의 연령, 성별에 대한 평균값과 표준편차를 구하였으며, 앉은 자세에서 외측 체중 이동 시 우세측과 비우세측의 훈련 전·후의 RMS값의 차이를 비교하기 위해 Wilcoxon signed rank기법을 사용하였다.

훈련 전-후에 우세측과 비우세측 간의 RMS값의 차이를 비교하기 위해 Mann-Whitney U 검정을 사용하였고, 훈련 전과 후, 우세측과 비우세측의 발목과 체간 근활동의 RMS값의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson correlation을 사용하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 특성

연구 대상자는 남자 5명, 여자 7명으로 총 12명이었다. 평균연령은 6.16세였고, 평균 체중은 21.08 kg, 평균 신장은 111.26cm로 나타났다(표 1).

표 I. 연구 대상자의 일반적 특성

특성	분류	명수	평균±표준편차
성별			
	남	5	
	여	7	
연령			
	5-6세	7	6.16±1.03
	7-8세	5	
체중			
	15-20kg	4	
	21-25kg	6	21.08±4.08
	26-30kg	2	
신장			
	100-110cm	8	
	111-120cm	3	111.26±7.16
	121-130cm	1	

연구대상자의 의학적 특성은 재태기간(gestation age) 28주에서 36주로 모두 조산 아동이었으며, 출생시 몸무게(brith weight)는 1180g에서 2700g로 한 명만 2500g 이상이었으며 나머지는 2220g 이하였다.

출생시 질식이 있었던 아동은 1명이었으며 간질이 있는 아동은 없었다. 초음파, 컴퓨터단층촬영, 자기공명단층촬영 검사에서 뇌실주변백질연화증(preventricular leukimalacia)이나 뇌출혈이 있었던 아동은 7명이었고, 근이완술(tenotomy)을 한 아동은 4명이었으며 척수후근절제술(selective dosal rhizotomy)을 한 아동은 1명이었다(표 2).

2. 발목훈련 전과 후의 앉은 자세에서 외측 체중 이동시 우세측과 비우세측의 발목과 체간의 RMS 값의 비교

발목훈련 전의 우세측의 복직근 RMS값 평균은 9.08에서 발목훈련 후 13.86로 증가하였고, 전경골근의 RMS값은 발목훈련 전 9.00에서 27.40로 증가하여 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 요추극근과 내측비복근의 RMS값은 증가하였으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(표 3).

발목훈련 전의 비우세측의 복직근 RMS값은 7.23에서 발목훈련 후는 12.59로 증가하고, 전경골근의 RMS값은 17.20에서 29.72로 증가하여 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 요추극근과 내측비복근의 RMS값은 증가하였으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(표 3).

3. 발목훈련 전과 후의 앉은 자세에서 외측 체중 이동시 우세측과 비우세측 간의 RMS값의 비교

발목훈련 전과 후의 우세측과 비우세측 간의 RMS값을 비교한 결과, 복직근의 RMS값, 요추극근의 RMS값, 내측비복근의 RMS값은 유의한 차이가 없었으나, 전경골근의 RMS값은 9.00과 17.20로 증가하였으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$)(표 4).

표 2. 연구 대상자의 의학적 특징

명수	재태기간(주+일)	체중(g)	가사	진단명	수술적 중재
1	36	2,700	-	뇌실밸질 연화증	-
2	30	1,760	-	뇌실백질 연화증	-
3	32	1,845	+	-	근이완술
4	30+1	1,240	-	-	근이완술
5	30	1,600	-	뇌실내 출혈	-
6	28+3	1,180	-	뇌실백질연화증, 뇌실내 출혈	-
7	30	1,500	-	-	근이완술
8	28	1,000	-	-	선택적 척수후근 절제술
9	32	2,140	-	뇌실백질 연화증	-
10	32	1,200	-	뇌실백질 연화증	-
11	29+3	1,200	-	-	-
12	31	1,900	-	뇌실내 출혈	근이완술

표 3. 발목훈련 전·후의 앉은 자세에서 외측 체중 이동시 우세측과 비우세측의 발목과 체간의 RMS값의 비교

근 육	훈련 전			훈련 후		
	우 세	비우세	p	우 세	비우세	p
복 직 근	9.08±5.01	7.23±02.26	0.590	13.86±06.43	12.59±08.49	0.443
요 추 극 근	16.07±9.71	22.27±13.99	0.347	22.81±12.34	29.12±20.84	0.514
내측비복근	12.06±8.66	11.67±10.44	0.887	16.68±08.38	20.06±15.30	0.887
전 경 골 근	9.00±5.01	17.20±10.61	0.039*	27.40±12.99	29.72±11.94	0.843

*$p<0.05$

표 4. 발목훈련 전과 후의 앉은 자세에서 외측 체중 이동시 우세측과 비우세측 간의 RMS값의 비교

근 육	우 세			비우세		
	훈련 전	훈련 후	p	훈련 전	훈련 후	p
복 직 근	9.08±5.01	13.86±06.43	0.038*	7.23±02.26	12.59±08.49	0.019*
요 추 극 근	16.07±9.71	22.81±12.34	0.060	22.27±13.99	29.12±20.84	0.099
내측비복근	12.06±8.66	16.68±08.38	0.209	11.67±10.44	20.06±15.30	0.050
전 경 골 근	9.00±5.01	27.40±12.99	0.002**	17.20±10.61	29.72±11.94	0.015*

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

표 5. 발목훈련 전의 우세측과 비우세측의 발목과 체간 근의 RMS값의 상관관계

근 육		복직근		요추극근		내측비복근		전경골근	
		우세측	비우세측	우세측	비우세측	우세측	비우세측	우세측	비우세측
내측비복근	우세측	-0.265	-0.326	-0.225	0.641*	1	0.281	0.779**	0.612*
	비우세측	-0.057	0.198	-0.367	0.195	0.281	1	0.139	0.084
전 경 골 근	우세측	-0.392	-0.389	-0.289	0.722	0.779**	0.139	1	0.764**
	비우세측	-0.520	-0.447	-0.089	0.580*	0.612*	0.084	0.764**	1

$-1<r<1$, *$p<0.05$, **$p<0.01$

표 6. 발목훈련 후의 우세측과 비우세측의 발목과 체간 근의 RMS값의 상관관계

근 육		복직근		요추극근		내측비복근		전경골근	
		우세측	비우세측	우세측	비우세측	우세측	비우세측	우세측	비우세측
내측비복근	우세측	-0.140	-0.172	-0.210	0.705*	1	-0.034	0.175	0.244
	비우세측	0.795**	0.072	-0.613*	0.307	-0.034	1	0.098	0.349
전경골근	우세측	-0.143	0.476	0.164	-0.011	0.175	0.098	1	0.518
	비우세측	-0.044	0.407	0.331	0.429	0.224	0.349	0.518	1

$-1<r<1$, *$p<0.05$, **$p<0.01$

4. 발목훈련 전의 우세측과 비우세측의 발목과 체간 근의 RMS값의 상관관계

발목훈련 전의 요추극근의 비우세측과 내측비복근의 우세측과 상관관계(r=0.641)가 있었으며, 요추극근의 비우세측과 전경골근의 우세측과 비우세측 모두 상관관계(r=0.722)가 있었다. 요추극근의 비우세측과 전경골근의 비우세측과 상관관계(r=0.580)가 있었고, 또한 요추극근의 비우세측과 내측비복근의 우세측과 전경골근의 우세측과 비우세측 모두 상관관계(r=0.779, 0.612)가

있었다. 전경골근의 우세측과 비우세측에서 상관관계(r=0.764)가 있었다(표 5).

5. 발목훈련 후의 우세측과 비우세측의 발목과 체간 근의 RMS 값의 상관관계

발목훈련 후의 복직근의 우세측와 내측비복근의 비우세측에 상관관계가 있었으며 유의한 차이(r=0.795)가 있었고, 요추극근의 우세측과 내측비복근의 비우세측에 상관관계(r=-0.583, -0.613)가 있었으며 요추극근의 비우세측과 내측비복근의 우세측과 상관관계(r=0.705)가 있었다(표 6).

Ⅳ. 고 찰

먼저 정상아동과 뇌성마비아의 손 뻗기 시 자세조절의 차이를 보면, 정상아동은 출생 후 1세전이라도 다음과 같은 다양한 자세조정을 할 수 있다. 첫째는 방향 특별성으로 후방 동요 시 몸이 앞으로 넘어지면서 후방 자세근들이 전방 길항근들보다 앞서 활성화하는 것이다. 둘째는 top-down 근동원 순서로 손을 뻗을 때 목근이 체간근에 앞서 활동하는 것이고, 셋째는 다양성으로 여러 자세에 따라 다양하게 반응하는 것이다(Touwen, 1993). 그러나, 뇌성마비아의 다양한 유형에 따라 손 뻗기 시 자세조정의 조직화는 서로 다르게 영향을 받지만, 경직성 뇌성마비아는 방향 특별성, top-down 근동원순서, 자세 의존성과 같은 기본적인 자세조직화의 발달을 따르며, 정상아동보다 늦게 발달한다는 것이다. 6개월쯤부터 경직성 뇌성마비아의 주된 문제점은 특정과제조건에서 자세조정을 조절하는 능력이 감소하며, 뇌성마비로 발달되는 아동에서 일반적인 움직임과 이동 그리고 자세조정에서 점점 높아지는 길항근적 동시활성화가 나타난다(Hadders-Algra et al., 1999). 이것은 하위-상위 척수 회로에서 일어나는 신경학적 조직화의 일차적인 비기능성(Myklebust and Gottlieb, 1997; Leonard et al., 1991) 또는 자세 불안정성을 감소하기 위한 이차적인 보상현상을 반영(Woollacott et al., 1998)한다고 설명될 수 있다. 또한 경직성 뇌성마비아의 앉은 자세에서 외측 체중 이동하여 손을 뻗을 때 신근 억제가 동반되며 후방 신근들에서 긴장성 활동이 높게 나타났다고 하였다(Hadders-Algra et al., 1996a). 이후에서 이 현상은 정상아동보다 뇌실주변백질연화증이 나타나는 조산아동에서 크게 나타났다(Hadders-Algra et al., 1999). 본 연구에서 발목과 체간 근활동 간의 상관관계를 보면, 훈련 전에서는 전경골근의 우세측과 비우세측과의 양의 상관관계 그리고 내측비복근의 우세측과 전경골근의 우세측과 비우세측 모두 유의한 양의 상관관계가 나타났다. 이것은 불안정성을 감소하기 위한 이차적인 보상 현상들이 양측 발목에서 분리되지 않은 자세반응으로 나타난 것이라 사료된다. 또한 요추극근의 비우세측과 양측 발목근들과의 유의한 양의 상관관계도 길항근적 동시활성화가 나타난 것과 관련이 있다.

한편 경직성 양하지마비아의 앉은 자세에서 손뻗기를 통한 외측 체중 이동 시 자세조정을 보면, 정상아동은 발달해 가면서 자세반응 다양성이 감소하지만 경직성 양하지마비아는 감소하지 않았다. 이것은 정상아동들은 상하지, 좌우의 분리 움직임이 발달해 갈 때 신경계의 되먹임기전을 통해 감각통합 발달하여 감각-운동의 경험들이 자동적인 움직임으로 통합하여 발달해 가기 때문이다. 또한 경직성 양하지마비아에서는 일반적인 움직임동안, 외측 동요에 대한 자세 반응 활동에서 정상아동보다 다양성이 감소되었다(Hadders-Algra et al., 1996a). 따라서 경직성 양하지마비아는 자동적이며 자발적인 움직임에서는 자세반응 다양성이 감소하지만, 뻗기 또는 잡기와 같은 기술적이고 의지적인 운동수행에서는 정상아동보다 자세반응 다양성이 증가한다는 Hadders-Algra 등(1999)의 연구와 일치한다. 경직성 양하지마비아의 자동적인 움직임동안 자세반응 다양성의 감소는 일차적인 뇌 손상의 결과인 신경학적 회로의 감소를 반영할 수 있다. 반면 의지적이고 목표지향적인 움직임동안 자세반응 다양성의 증가는 뇌의 손상으로 신경학적 가능성이 감소하여 신경학적으로 적절한 결합의 선택의 부족으로 나타난다. 적절한 신경학적인 결합의 선택은 적절한 감각정

보를 필요로 하듯이 경직성 양하지마비아의 결핍된 신경학적인 결합의 선택은 감각정보의 손상된 진행과정이 원인이 될 수도 있다(Hadders-Algra et al., 1996a, b; Edelman, 1989). 따라서 경직성 양하지마비아의 앉은 자세에서 손 뻗기를 통한 외측 체중이동 시 자세조절에서 관찰되는 자세반응 다양성의 감소는 뇌의 손상으로 인한 적절한 신경학적 결합의 결핍으로 운동 가능성의 제한된 레퍼토리의 결과뿐만 아니라 결핍된 감각통합에 둘 수 있다. 다시 말해 경직성 양하지마비아는 제한된 감각정보에 따라 자세조정을 조절해야 한다. 이것은 뇌의 외부, 내부의 환경에 적응하는 가능성의 결핍이다. 즉, 눕거나, 앉을 때 동원되어 경험한 근의 수와 팔의 움직임의 양과 속도에 따라 적응하고 조절한다. 경직성 편마비아에게 앉은 자세에서 무게가 있는 물건을 팔을 뻗어 쥐기를 시켰을 때 팔 움직임 속도가 조절되는 것을 근전도로 확인하였다(Hadders-Algra et al., 1999). 이것은 손 뻗기 시 보다 명확한 구심성 정보는 자세 회로에서 가장 적절한 결합의 선택을 강화할 수 있을 것이다(Hadders-Algra et al., 1996b).

따라서 더 명확한 구심성 정보가 손 뻗기시 자세조정의 특정과제조건으로 자세조절을 촉진할 수 있는 것을 의미한다. 이에 본 연구자가 제안한 발목훈련은 하지의 감각-운동 경험이 결핍된 경직성 양하지마비아에게 명확한 구심성 정보를 제공하고자 한 것이다. 발목의 구심성 정보의 질적인 변화는 목표지향적인 움직임에 영향을 미치는 자세회로에 가장 적절한 신경학적인 결합의 선택을 강화시킬 것이다. 본 연구결과, 훈련 전 우세측의 전경골근의 RMS값 평균은 9.00이었으며, 비우세측은 17.20으로 두 그룹 간의 차이가 있었으나 훈련 후에서는 각각 27.40과 29.72로 차이가 나타나지 않았다. 이것은 질적이고 명확한 구심성 정보에 의해 훈련 전과 후에서 근활동의 변화가 나타났으며 또한 훈련 전에는 비우세측의 보상적인 과긴장이 나타났고, 훈련 후에는 우세측과 비우세측의 긴장도의 균형이 관찰되었다. 이것이 앉은 자세의 균형에 영향을 미쳤다면 체간활동에도 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 또한 훈련 전과 후의 우세측과 비우세측의 상관관계를 보면 치료 전은 전경골근과 우세측과 비우세측에서 양의 상관관계가 나타났으며, 내측비복근의 우세측과 전경골근의 우세측과 비우세측에서도 양의 상관관계가 나타났다. 그러나 훈련 후에서는 발목 근활동에서 상관관계가 나타나지 않았으며 반대로 치료 전에 상관관계가 없었던 요추극근의 비우세측과 내측비복근의 우세측과 요추극근의 비우세측 그리고 복직근의 우세측과 내측비복근의 비우세측에서 매우 유의한 양의 상관관계가 나타났다. 이것은 훈련 전에서는 하지와 골반의 분리되지 않은 움직임을 보여주는 것이며, 훈련 후에는 양 하지의 분리된 움직임을, 또한 체간과 하지의 연결성을 보여준다고 사료된다. 이것은 본 연구에서 행한 발목훈련이 경직성 양하지마비아에게 보다 명확한 구심성 정보를 제공하여 체간과 하지에서 보다 적절한 신경학적인 결합의 선택이 강화된 것이라 사료된다.

손진철(2005)은 뇌졸중에 의한 편마비 환자에서 발목 강화 운동이 서기 균형 조절 능력 향상에 영향을 미쳤다고 하였다. 본 연구에서 발목 훈련 후 발목과 체간근들의 RMS값은 모두 증가하였으나 우세측과 비우세측의 요추극근과 내측비복근의 RMS값에 유의한 차이가 없었다. 이것은 앉은 자세에서 외측 체중 이동 시 불안정성을 감소하기 위한 이차적인 보상현상의 감소와 과도한 길항근적 근활동의 감소로 볼 수 있다. 정상아동 발달에서 자세근 활동의 발달학적인 변화는 앉는 기술에 대한 발달과 관계가 있는 것이 아니라, 서기와 보행의 능력의 발달과 관계가 있다고 하였다(Ingrid et al., 1998). 따라서 경직성 양하지마비아의 위와 같은 발목과 체간근의 변화를 통하여 얻은 자세조정은 서기와 걷기에도 영향을 미칠 것이라 사료된다. 본 연구의 결과는 경직성 양하지마비아의 치료에서 발목과 체간의 안정성의 발달을 통해 서기와 보행에 도움이 되는 자료로써 뿐만 아니라 직접적인 치료실습에 활용될 것이다.

V. 결 론

본 연구는 경직성 양하지마비아의 발목훈련이

체간 활동에 미치는 효과를 규명하기 위해 실시하였다. 연구 대상자는 성남시 분당구에 소재하는 병원에서 입원 및 외래 치료를 받고 있는 경직성 양하지마비아로 진단 받은 환아 12명을 대상으로 하였다. 발목훈련은 10일 동안 10회, 30분씩 실시하였으며, 발목훈련 전과후에 표면근전도를 사용하여 RMS값을 측정하였다. 앉은 자세에서 외측 체중 이동 시 우세측과 비우세측의 훈련 전·후의 RMS값의 차이를 비교하였으며, 훈련 전과 후의 우세측과 비우세측 간의 RMS값의 차이를 비교하였고, 훈련 전과 후의 우세측과 비우세측의 발목과 체간 근의 RMS값의 상관관계를 알아보았으며, 그 결과는 다음과 같다.

1) 경직성 양하지마비아의 앉은 자세에서 외측 체중 이동시 우세측의 발목과 체간의 RMS값을 비교했을 때 발목훈련 전·후의 요추극근과 내측비복근에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 복직근의 경우 RMS값 평균은 9.08에서 발목훈련 후 13.86로 증가하였고, 전경골근은 9.00에서 27.40로 증가하여 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 비우세측의 발목과 체간의 RMS값을 비교했을 때 발목훈련 전·후의 요추극근과 내측비복근에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 복직근의 RMS값 평균은 7.23에서 12.59로 증가하였고, 전경골근은 17.20에서 29.72로 증가하여 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).
2) 경직성 양하지마비아에서 앉은 자세에서 외측 체중 이동 시 우세측과 비우세측 간의 RMS값을 비교했을 때 발목훈련 전의 복직근, 요추극근, 내측비복근에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나 전경골근에서만 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 발목훈련 후의 RMS값은 복직근, 요추극근, 내측비복근, 전경골근의 모두 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.
3) 발목훈련 전의 요추극근의 비우세측과 내측비복근의 우세측과 상관관계가 있었으며($r=0.641$), 요추극근의 비우세측과 전경골근의 우세측과 비우세측 모두 상관관계가 있었다($r=0.722$, 0.580). 그리고 내측비복근의 우세측과 전경골근의 우세측과 비우세측 모두 상관관계가 있었으며($r=0.779$, 0.612), 전경골근의 우세측과 비우세측에서 상관관계가 있었다($r=0.764$).
4) 발목훈련 후의 복직근의 우세측와 내측비복근의 비우세측에 상관관계가 있었으며 유의한 차이($r=0.795$)가 있었고, 요추극근의 우세측과 내측비복근의 비우세측에 상관관계가 있었으며($r=-0.613$), 요추극근의 비우세측과 내측비복근의 우세측과 상관관계가 있었다($r=0.705$).

이상의 결과를 통하여 각 대상마다 10일 동안 발목훈련 후에 체간 활동에 영향이 있었음을 알 수 있었다. 이 연구에서 제안하고 있는 발목과 체간의 훈련이 경직성 양하지마비아를 위한 자세조절을 개선하기 위한 물리치료에 적용되어 질 수 있을 것이다. 그러나 짧은 연구기간과 적은 대상자로 객관적인 자료로 일반화하여 해석하기에 제한점이 있다. 앞으로 더 많은 대상과 장기적 연구 기간을 통한 경직성 양하지마비아의 발목과 체간 활동의 상관관계의 연구와 분석이 필요하며 그 결과 발목과 체간의 연결성의 발달에 대한 구체적인 치료중재에 대한 연구가 더 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

손진철. 뇌졸중 환자의 발목 강화 운동이 균형 조절 능력에 미치는효과. 용인대학교 석사학위논문. 2005.

홍정선. 경직성 양하지마.비아의 진단과 치료. 한국보바스학회지. 1997;2(2):90-103.

홍정선. Cerebral palsy treatment ideas from normal development Koonja Publishing, Inc. 2007:102-103.

Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P. Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47:571-576.

Bennett C. The effectiveness of early intervention for infants at increased risk Academic Press. 1987;79-112.

Berger W, Alenmueller E and Dietz V. The normal and impaired development of children with cerebral palsy. *Electoencephal Clinical Neurophysiol.* 1982;6:538-548.

Bernard D, Ethel B, Ana B, Stewart G, Guy C. Distinct multi-joint control strategies in spastic diplegia associated with prematurity of Angelman sydrome. *Clinical Neuro physiol.* 2001;112:1618-1625.

Bobath B, Bobath K. Motor development in the different types of CP. Oxford: Butter worth-Heinemann Ltd. 1984.

Bobath K. A Neurological basis for the treatment of cerebral palsy. 2nd ed, Philadelphia: J.B. Lippincott. 1980;37-66.

Brogren E, Hadders-Algra M and Forrssber H. Postural control in children with spastic diplegia: Muscle activity during pertubations in sitting. *Dev Med Child Neurol.* 1996; 38:397-88.

Brunt D, Scarborough N. Ankle muscle activity during gait in children with cerebral palsy and equinovarus deformity. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988;69:115-7.

Daever G. Cerebral palsy methods of evaluation and treatment: New York: The Medical Center. 1967;3-7.

Dakahashi. 임상적동작분석. 영문출판사. 2000;351-352.

Edelman G. Neural Darwinism. The theory of neuronal group selection. Oxford: Oxford University Press. 1989.

Elder G, Kirk J, Stewart G, Cook K, Weir D, Marshall A, Leathey L. Contributing factors to muscle weakness in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2003;45:542-550.

Forssberg H, Hirschfeld H. Postural adjustments in sitting hamans following external perturbations: muscle activity and kine -matics. *Exp Brain Res.* 1994;57:515 -527.

Hadders-Algra M, Brogren E, Forssberg H. Ontogeny of postural adjustments during sitting in infancy: variation selection and modulation. *J Physiol.* 1996a ;493:273-88.

Hadders-Algra M, Brogren E, Forssberg H. Training affects the development of postural adjustments in sitting infants. *J Physiol.* 1996b;493:289-98.

Hadders-Algra M, Brogren E, Katz-Salomon M, Forssberg H. Periventricular leukomalacia and preterm birth have a different de -trimental effect on postural adjustments. *Brain.* 1999;122:727-40.

Hadders-algra, Ingrid B, Elisabeth F, Stremmelar B, Touwen B. Development of postural adjustments during reaching in infants with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1999;41:766-776.

Ingrid B, Klip A, Van E, Hadders-Algra M. Postural adjustments accompanying fast pointing movements in standing, sitting, and lying adults. *Exp Brain Res.* 1998 ;120:202-20.

Jordan R, Cusak J and Roseque B. Foot function and its relationship to postural in the pediatric patient with cerebral palsy and other notes and instroductional materials. Neurodevelopment Treatment Association, New York. 1983.

Leonard C, Hirschfeld H and Fotssberg H. The development of independent walking in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1991;33:567-77.

Nashner L, Shumway-Cook A and Marin O. Stance posture in select groups of children with CP: deficits in sensory organization and coordination. *Exp Brain Res.* 1983;49 :393-99.

Nolan D, Caasey K. Postural control: Toe standing versus heel-toe standing. *Gait Posture.* 2003;19:11-19.

Touwen B. Neurological development in infancy. Clinics in Developmental Medicine No. 58. London: Spastics International Medical Publications. How normal is variable, or how variable is normal? *Early Human Dev.* 1993;34:1-12.

Wiley M, Damiano D. Lower-extremity strength

profiles in spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1998;40(2):100-107.

Woollacott M, Burtner P, Jasiewicz J, Roncesville N, Sveistrup H. Development of postural responses during standing in healthy children and children with spastic diplegia. *Neuroscience Biobehavior Review.* 1998 ;22:583-9.