

연속반응시간과제를 이용한 편마비 환자의 동측운동결합 분석

최진호*, 박지원**

*강릉영동대학 물리치료과

**대구가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

국문초록

목적 : 편마비 환자에서 손상된 대뇌반구의 동측은 정상으로 인식되었으나 운동장애가 있음이 보고되고 있다. 본 연구는 편마비 환자의 동측 상지를 이용한 연속반응시간과제에서 동측운동결합 여부를 정상군과 비교 관찰하였다.

연구방법 : 편마비 환자 18명(오른쪽 편마비 10명, 왼쪽 편마비 8명)을 대상으로 손상된 대뇌반구의 동측 손가락을 이용한 연속반응시간과제를 수행하는 동안 환자군과 연령과 성별이 일치하는 정상군 18명과 비교하여 반응시간을 분석하였다. 연속반응시간과제는 구획설계와 무작위설계로 구성하였고 자극은 4가지 색깔(빨강, 노랑, 초록, 파랑)의 원모양이 하나씩 연속적으로 컴퓨터 모니터에 제시되었고, 연구대상자는 일련의 자극과 색깔이 일치하는 반응패드의 버튼을 가능한 빠르고 정확하게 누르도록 하여 반응시간을 측정하였다. 각 설계단위 당 10회 반복하는 것을 1블록으로 설정하여 총 3블록을 수행하였고, 수집된 자료는 이원분산분석으로 통계 처리하였다.

결과 : 구획설계와 무작위설계 모두에서 집단간 주효과 검증결과 집단 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되었다($p < 0.001$). 그러나 오른손·왼손간 주효과 검증결과 및 집단×왼쪽·오른쪽간 상호작용에는 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다($p > 0.001$).

결론 : 환자군에서 연속반응시간과제의 반응시간이 정상군보다 느리게 나타나 편측 대뇌반구 손상으로 인한 편마비 환자의 동측 상지에 동측운동결합이 발견되었다.

주제어 : 동측운동결합, 연속반응시간과제, 편마비

I. 서론

편측 대뇌반구 손상으로 인한 편마비(hemiplegia) 또는 편측부전마비(hemiparesis) 환자는 시상면(sagittal plane)에서 손상된 대뇌반구의 반대측 신체의 절반이 완전 또는 불완전 마비되어 감각운동장애가 나타나는데, 비정상적인 근긴장도와 근활동 양상, 그리고 관절간 협응장애 등으로 인해 정상적인 보행능력 및 상지의 부드럽고 협응된 동작을 수행하는 능력이 감소하게 된다

(Becher, Harlaar, Lankhorst, & Vogelaar, 1998; Dewald, Pope, Given, Buchanan, & Rymer, 1995; Levin, 1996).

편마비 환자의 인체운동체계의 기본적인 재조직화 원칙은 손상된 대뇌반구의 반대측 체간과 사지의 운동을 조절하는 것이다. 이들 환자의 재활치료는 손상된 대뇌반구의 반대측인 마비측의 감각운동기능 회복, 체간의 균형능력 회복, 하지의 운동조절에 중점을 두고 독립적인 보행을 달성하는데 집중하고 있고, 마비측 상지의 운동조절치료

는 상대적으로 미약한 것이 현실이다. 이로 인해 편마비 환자는 상지를 이용한 다양한 일상생활동작 수행에 장애를 가지게 된다. 그래서 마비측 상지의 운동조절에 대한 집중적 치료의 필요성이 더욱 부각되고 있다.

한편, 편마비 환자에서 손상된 대뇌반구의 동측 상지의 운동기능은 극히 정상으로 간주되었지만, 편마비 환자의 양쪽 상지 모두에서 운동장애가 있음이 보고되고 있다. Brodal(1973)은 내낭(internal capsule) 병변에 있는 편마비 환자에서 동측 우성 손으로 글쓰기(handwriting)의 협응력이 저하되었고 동측 상지에서 근약증(muscle weakness)을 관찰하여 동측운동결함(ipsilateral motor deficit)을 보고하였으며, 편마비 환자가 동측 상지로 자동차 핸들을 조작하는데 장애가 있음을 보고하였다(Jones, Donaldson, & Parkin, 1989). 그리고 여러 연구(Desrosiers, Bourbonnais, Bravo, Roy, & Guay, 1996; Jebsen, Griffith, Long, & Fowler, 1971; Spaulding, McPherson, Strachota, Kuohal, & Ramponi, 1988; Yelnik, Bonan, Debray, Lo, Gelbert, & Bussel, 1996)에서 편측 대뇌반구 손상 환자의 동측운동결함을 보고하고 있다. Colecatch & Gandevia(1989)는 편측 대뇌피질 또는 여기에서 출발하는 하행 투사섬유(descending projections)의 손상으로 동측 상지에 약간의 근약화를 보고하였다. 또한 다른 연구 결과들(Carey, Baxter, & DiFabio, 1998; Desrosiers, Bourbonnais, Bravo, Roy, & Guay, 1996; Fisk & Goodale, 1988; Hermsdorfer, Laimgruder, Kerkhoff, & Mai, 1999; Winstein & Pohl, 1995)도 편측 대뇌반구의 손상이 동측과 반대측 사지의 운동조절에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다. Desrosiers 등(1996)은 편측부전마비 환자의 정상측 상지는 정상인과 비교하여 대단위 조작능력(gross manual dexterity), 섬세한 조작능력(fine manual dexterity), 운동협응(motor coordination), 전반적인 수행력(global performance), 운동감각(kinesthesia)에 저하를 보고하여 동측운동결함을 보고한 반면, 파악력(grip strength), 이점식별력(2-point discrimination), 촉각역치(touch threshold)와 압박역치(pressure threshold)에는 차이를 발견하지 못하였다. Sunderland, Bowers, Sluman, Wilcock, & Ardron(1999)은 중대뇌동맥(middle cerebral artery) 손상으로 두정엽(parietal lobe) 또는 전두엽(frontal lobe)에 병변이 있는 편마비 환자에서 발병 1개

월 이내에 동측 손의 기민성 장애(ipsilateral hand dexterity impairment)의 발생률이 높다고 보고하였다. 그리고 이러한 동측상지의 운동장애는 왼쪽 대뇌반구손상 환자에서 현저히 발견되었고, 일상생활을 완전히 저해하지 않지만 동작이 느리거나 둔하였다. 이에 본 연구는 연속 반응시간과제(serial reaction time task)를 이용하여 편마비 환자의 손상된 대뇌반구의 동측운동결함 여부를 정상군과 비교 관찰하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구대상자는 2005년 12월부터 2006년 3월까지 OO 병원에서 뇌경색 또는 뇌출혈로 인해 컴퓨터단층촬영(CT) 또는 자기공명영상촬영(MRI) 결과, 뇌간 및 소뇌에 손상이 없고 편측 대뇌반구만 손상이 확인되어 입원치료 중인 편마비 환자 중, 편측 공간무시(unilateral spatial neglect), 동측성 반맹증(hemianopsia)이 없고 연구자의 지시내용을 이해하고 따를 수 있는 한국형 간이 정신상태 판별검사(NMSE-K)에서 연령과 교육수준을 고려한 점수가 최소 24점 이상이며, Florida Apraxia Screen에서 27점 이상으로 실행증(apraxia)이 없는 환자 18명, 그리고 신경학적 증상과 상지 및 손에 근골격계 장애가 없는 정상군 18명을 대상으로 시행하였다.

모든 연구대상자는 연령과 성별이 일치하도록 설계하였고, Edinburg Handedness Inventory 검사결과 오른손이 우성인 자를 선정하였으며(Oldfield, 1971), 특히 환자군은 물리치료실에 의뢰되는 순서로 오른쪽 대뇌반구 손상군과 왼쪽 대뇌반구 손상군의 발병기간이 일치하도록 선별하여 연구결과에 영향을 미칠 수 있는 연구대상자의 다양한 특성을 통제하였다. 연구실험에 앞서 모든 연구대상자에게 본 연구의 목적과 실험방법을 충분히 설명하고 자발적인 동의를 구한 후 시행하였고 연구대상자의 일반적인 특성은 (표 1)과 같다.

2. 실험 방법

연구대상자는 주관절 90° 굴곡이 되도록 높이 조절이 가능한 테이블 앞에 눈높이 수준의 17인치 컴퓨터 모니터

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

	환자군(18명)	정상군(18명)
연구대상자 (남성/여성)	11 / 7	10 / 8
연령 ($\pm$ 평균오차)	57.33 (2.79)	55.67 (1.43)
과제수행 상지(오른쪽 / 왼쪽)	10 / 8	10 / 8
병변 유형 (뇌경색 / 뇌출혈)	12 / 6	
발병 후 개월 ($\pm$ 평균오차)	4.11 (0.62)	
한국형 간이정신상태 판별점수 ($\pm$ 평균오차)	27.06 (0.42)	

터를 응시하며 등받이가 있는 의자에 편안한 자세로 앉아 실험을 시행하였다.

연속반응시간과제는 네 개의 반응버튼이 있는 반응패드(RB-830, Cedrus, USA)와 반응과제를 구성하기 위한 자극제공프로그램(SuperLab Pro version 2.04, Cedrus, USA)이 설치된 개인용 컴퓨터를 사용하였다. 연구대상자의 오른손 엄지(thumb), 시지(index finger), 중지(middle finger), 약지(ring finger)를 각각 반응패드 위의 빨간색, 노란색, 초록색, 파란색 버튼 위에 차례를 돌려 놓았다. 컴퓨터 모니터에 제시되는 자극은 검은색 바탕에 빨강, 노랑, 초록, 파란색 원 모양(지름 15cm)이 모니터의 동일한 위치에 각각 연속적으로 나타나도록 설계하였다. 모니터에 “시작”이란 신호가 표시된 후, 연구대상자는 모니터에 제시된 원의 색깔과 일치하는 반응패드의 버튼을 가능한 빠르고 정확하게 누르도록 주문하였고, 자극으로 제시된 색깔과 정확하게 일치하는 색깔의 버튼을 눌렀을 경우, 다음 색깔의 원이 모니터에 제시되도록 설계하였다(그림 1).

연속반응시간과제의 자극은 구획설계(block design)와 무작위설계(random design)로 구성하였고, 모든 연구대상자에게 균형설계(counterbalance)되도록 적용하였다. 구획설계는 노랑-초록-빨강-초록-파랑-빨강-노랑-파랑-빨강-초록-노랑-파랑의 순서로 12가지 색깔의 원이 순차적으로 제시되는 것을 하나의 단위로 설정하였고, 무작위설계는 빨강, 노랑, 초록, 파랑의 4가지 색깔이 12회 무작위로 모니터에 제시되는 것을 하나의 단위로 설정하였다. 그리고 각각의 설계에서 하나의 단위를 10회 반복하는 것을 1 블록으로 설정하여 총 3 블록을 수행하는 동안 자극에 대한 반응시간을 측정하였다. 본 실험에 앞서 모든 연구대상자는 버튼 위치에 대한 숙련을 위해 30

초 동안 연습을 시행하였다.

3. 반응시간 측정방법

자극제공프로그램을 통해 컴퓨터 모니터에 자극이 제시되는 순간부터 자극의 색깔과 일치하는 반응패드의 버튼을 정확히 누를 때까지의 반응시간을 ms단위로 측정하였고, 부정확한 반응에 대한 오류 횟수와 반응시간은 분석에서 제외하였다. 모든 연구대상자는 각각의 실험설계에서 총 3블록, 30단위, 360회 자극에 대한 반응시간의 평균값을 산출하였다.



그림 1. 연속반응시간과제의 측정 장치

4. 분석 방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS for windows version 12.0을 이용하여 통계 처리하였다. 집단별 성별의 분포차이, 그리고 환자군 내에서 연령, 한국형 간이정신상태 판별점수 점수, 발병 후 기간의 차이를 관찰하기

표 45. 집단별 연속반응시간과제의 반응시간

(±평균오차)

	환자군		정상군	
	오른손	왼손	오른손	왼손
구획설계	755.83(45.26)	889.14(64.25)	614.11(12.99)	615.67(26.13)
무작위설계	947.32(73.87)	1117.07(100.21)	714.19(32.82)	742.13(21.93)

위해 카이스퀘어 검증을 실시하였고, 집단별 연령 차이를 관찰하기 위해 독립표본 t 검증을 실시하였다. 종속변수인 구획설계와 무작위설계에 따른 집단간 반응시간 차이는 이원분산분석(two-way ANOVA)을 실시하였고, 통계학적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

III. 연구 결과

편측 대뇌반구 손상으로 인한 편마비 환자의 동측 상지와 정상인의 오른손과 왼손을 이용하여 구획설계와 무작위설계로 구성된 연속반응시간과제에서 자극에 대한 반응시간은 표 2와 같다. 집단별 성별의 분포차이, 한국형 간이 정신상태 판별검사 점수, 발병 후 기간의 차이에 대한 카이스퀘어 검증 결과, 각각 $p=0.735$, $p=0.550$, $p=0.390$ 으로 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 집단별 연령 차이에 대한 독립표본 t 검증 결과, $p=0.599$ 로 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

연속반응시간과제의 집단별 반응시간은 표 2와 같다. 구획설계와 무작위설계에 대한 이원분산분석 결과, 모두 집단간 주효과 검증에서 집단간에는 통계학적으로 유의

한 차이가 관찰되었지만[구획설계: ($F(1,32)=22.33$, $p<0.001$) 무작위설계: ($F(1,32)=26.14$, $p<0.001$)]. 오른손·왼손간의 주효과 검증에서는 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았고(구획설계: ($F(1,32)=2.36$, $p>0.05$), 무작위설계: ($F(1,32)=2.76$, $p>0.05$)), 집단×왼손·오른쪽 간의 상호작용도 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다(구획설계: ($F(1,32)=1.22$, $p>0.05$), 무작위설계: ($F(1,32)=2.63$, $p>0.05$))(그림 2, 3). 독립 표본 t 검증을 통한 편마비 환자의 오른쪽 동측 상지와 정상인의 오른쪽 상지의 차이는 두 종속변위 모두에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였고(구획설계: ($t=2.88$, $p=0.013$), 무작위설계: ($t=3.01$, $p=0.012$)), 편마비 환자의 왼쪽 동측 상지와 정상인의 왼쪽 상지의 차이도 두 종속변위 모두에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다[구획설계: ($t=3.66$, $p=0.007$), 무작위설계: ($t=3.94$, $p=0.003$)].

IV. 고 찰

본 연구는 편측 대뇌반구 손상으로 인한 편마비 환자의 동측 상지를 대상으로 자극제공프로그램에 의해 컴퓨터

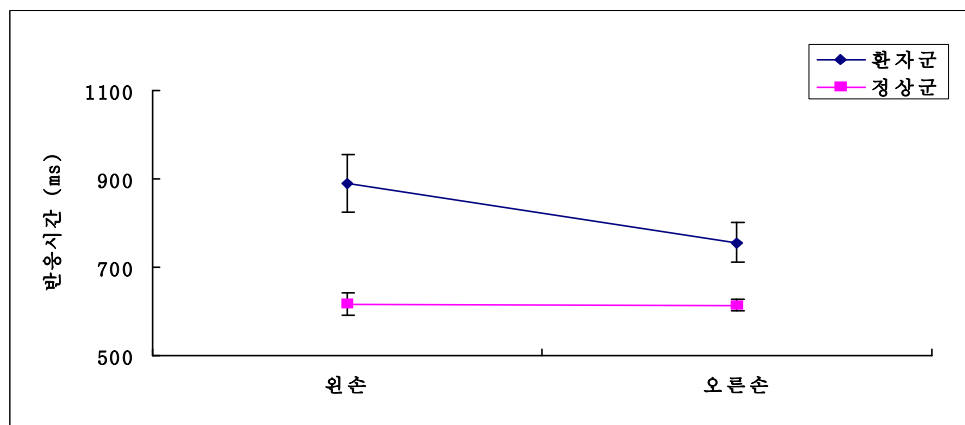


그림 2. 구획설계에서 연속반응시간과제의 반응시간

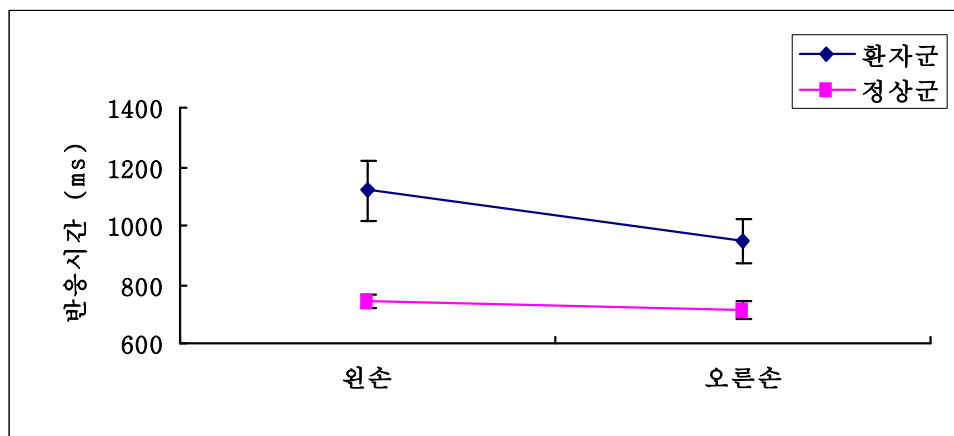


그림 3. 무작위설계에서 연속반응시간과제의 반응시간

터 모니터에 제시되는 일련의 자극과 색깔이 일치하는 반응패드의 버튼을 눌러 연속반응시간과제의 반응시간을 측정하였고, 환자군과 연령과 성별이 일치하는 정상군과 비교 관찰하였다. 구획설계와 무작위설계에 대한 환자군과 정상군의 집단간 주효과 검증에서 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되었는데, 이는 집단별 오른손 및 왼손이란 요인을 배제하더라도 환자군과 정상군 간 반응시간에 차이가 있음을 의미하는 것으로 정상군보다 환자군에서 자극에 대한 반응시간이 느리다는 것을 입증하는 것이다. 그러나 오른손·왼손간의 주효과 검증은 통계학적으로 유의한 차이를 나타나지 않았는데, 이는 환자군 및 정상군이란 요인을 배제하더라도 오른손과 왼손간의 반응시간에 차이가 없음을 나타내는 것으로 연속반응시간과제에서 왼손과 오른손의 수행능력에 차이가 없는 것을 의미한다. 이는 연구대상자 선별과정에서 오른손이 우성인 대상자를 선별했는지라도 과제의 수행시 명시적 학습(explicit learning)의 효과가 왼손 또는 오른손의 수행능력의 차이를 상쇄한 것으로 판단된다. 또한 집단×왼쪽·오른쪽간의 상호작용 검증도 통계학적으로 유의한 차이를 나타나지 않았다. 이상의 분석결과를 종합하면, 환자군에서 오른쪽 또는 왼쪽 대뇌반구의 손상에 관계없이 편마비 환자의 동측 상지를 이용한 연속반응시간과제의 반응시간이 정상군보다 느리게 나타나 동측운동결함이 있는 것으로 확인되었다.

동측운동결함은 Liepman & Mass(1907)에 의해 처음 보고되었는데, 우성손인 오른쪽인 편마비 환자를 대상으로 손상된 대뇌반구의 동측 상지에 실험증을 검사한 결

과, 왼쪽 대뇌반구 손상 환자에서만 실험증이 발견하였다. Li, Yetkin, Cox, & Haughton(1996)은 정상인을 대상으로 오른손 또는 왼손을 이용한 운동과제(motor task) 또는 감각과제(sensory task)를 시행하는 동안, 동측 대뇌반구의 활성화 정도를 기능적 자기공명영상촬영으로 분석한 결과, 운동과제를 오른손보다 왼손으로 수행할 때 동측 대뇌반구의 활성화가 증가하였고, 그 차이는 우성손이 왼손보다 오른손인 대상자에서 증가하였으며, 감각과제보다 운동과제를 수행할 때 동측 대뇌반구의 활성화가 증가되었다. 그리고 우성손이 오른손 또는 왼손에 관계없이 오른쪽 대뇌반구의 운동피질은 반대측인 왼쪽 손가락이 운동할 때 주로 활성화되었고, 오른쪽 손가락을 운동하는 동안에는 활성화가 미미하였으며, 왼쪽 대뇌반구의 운동피질은 우성손이 왼손인 대상자뿐만 아니라 오른손인 대상자에서도 동측 손가락을 움직일 때 활성화되었다(Kim et al., 1993). 즉 왼쪽 대뇌반구는 왼쪽과 오른쪽 손의 활동에 관여하고 오른쪽 대뇌반구는 일차적으로 반대측인 왼쪽 상지의 운동조절에 관여하며 왼쪽 대뇌반구가 운동에 대해 우성인 것을 의미하며, 왼쪽 대뇌반구 손상으로 인해 편마비가 발생한 환자에서 동측 운동결함이 더욱 빈번하고 심하게 나타날 수 있다는 것을 의미한다. 본 연구 결과, 통계학적으로 유의한 차이는 관찰되지 않았지만, 구획설계 및 무작위설계의 반응시간은 각각 755.83ms, 947.32ms인 오른쪽 대뇌반구 손상환자보다 889.14ms, 1117.07ms인 왼쪽 대뇌반구 손상환자에서 느리게 나타났다. Yarosh, Hoffman, & Trick(2004)은 전두엽의 운동영역이 손상된 7명의 편마비 환자를 대상으

로 손목관절을 이용하여 추적운동(tract movement)과 근전도 활동을 정상군과 비교 평가하였는데, 손상된 대뇌반구의 반대측 손목으로 추적과제를 수행하는데 큰 어려움이 있었고, 손상된 편측 대뇌반구의 동측 손목운동은 손상된 대뇌반구가 오른쪽 또는 왼쪽에 관계없이 정상군에 비해 느리고 근육활동이 시간적으로 부절절하며, 운동장애가 있음을 보고하여 동측운동결함을 확인하였다. 이는 편측 대뇌반구 손상으로 양쪽 원위부 상지운동을 발생시키고 조절하는데 심각한 영향을 미칠 수 있다는 것을 시사하는 것으로 본 연구결과와 일치하고 있다.

동측운동결함의 양상은 손상된 대뇌반구 및 수행과제의 난이도에 따라 달라질 수 있는데, 오른쪽 대뇌반구 손상환자보다 왼쪽 대뇌반구 손상환자에서 운동시간이 증가하고 운동속도가 감소하는 등 운동수행에 장애가 더욱 빈발하였다(Fisk & Goodale, 1988; Giuliani, Purser, Light, & Genova, 1997; Haaland & Harrington, 1994; Wyke, 1971). 수평면에 있는 2개의 표적을 반복적으로 누르는 과제와 같은 반복적이고 목적성이 있는 운동인 경우 오른쪽 대뇌반구 손상환자는 정상적으로 수행하거나 높은 정확성이 필요할 때만 운동장애가 나타나지만(Haaland & Harrington, 1994, 1996; Winstein & Pohl, 1995), 왼쪽 대뇌반구 손상환자는 표적의 크기가 크고 비교적 낮은 정확성이 요구되는 운동에서도 장애가 나타났다(Baskett, Marshall, Broad, Owen, & Freen, 1996). 그리고 하나의 표적만 반복적으로 누르는 과제인 경우 단지 왼쪽 대뇌반구 손상환자에서 수행력이 감소하였다(Giuliani et al., 1997; Winstein & Pohl, 1995). Haaland 등(1987)은 편마비 환자의 동측 손가락을 이용하여 2개의 표적을 가능한 빨리 교대로 누르는 과제에서 오른쪽 대뇌반구 손상환자보다 왼쪽 대뇌반구 손상환자에서 장애가 더 심한 것으로 보고하였다. 편마비 환자의 동측 또는 반대측 엄지를 제외한 4개의 손가락을 이용하여 컴퓨터 모니터에 제시된 목표지점에 일치하도록 손가락을 굴곡하는 실험에서 정상군은 머뭇거림이 적고 부드럽게 동작을 수행한 반면, 환자군인 경우 동측과 반대측 모두에서 분절적 움직임(segmental movement)이 관찰되었는데, 왼쪽 대뇌반구 손상 환자는 정상군에 비해 목표지점에 도달하는 시간, 손가락을 굴곡하는 동안 동작이 정지된 횟수, 전체 운동에서 동작이 정지한 시간의 백분율이 동측과 반대측 손가락에서 유의하게 증가하였고, 오

른쪽 대뇌반구 손상 환자의 동측 손가락 운동에서 정상군에 비해 동작이 정지한 시간의 백분율이 증가하였다. 그리고 오른쪽과 왼쪽 대뇌반구 손상환자 모두에서 반대측뿐만 아니라 동측 손가락 운동에서도 분절적 움직임이 관찰되었고, 손상된 대뇌반구의 동측 손가락을 이용하여 목표지점에 도달하는 시간은 오른쪽 대뇌반구 손상환자보다 왼쪽 대뇌반구 손상환자에서 시간이 증가하였고, 동측운동결함이 더욱 심하게 나타났다(Sugarman, Avini, Nathan, Weisel-Eichler, & Tiran, 2002). 손가락 타판과제(finger tapping task)에서 동측운동결함은 손상된 대뇌반구에 관계없이 동측운동기능은 정상범위에 해당하거나(Haaland & Delaney, 1981) 왼쪽 대뇌반구 손상환자에서 타판율(tapping rate)이 감소하고 타판간격(intertap interval)이 증가하는 동측운동결함을 보고하였다(최진호와 권용현, 2005; Roy, Clark, Aigbogun, & Squarestorer, 1992; Winstein & Pohl, 1995). 이상의 결과는 수행한 운동과제가 단순하고 난이도가 낮기 때문이라 판단된다. 그러나 시각운동추적과제(visuomotor tracking task)와 같은 더욱 복잡하고 난이도가 높은 운동과제인 경우 왼쪽 대뇌반구 또는 오른쪽 대뇌반구 손상환자에서 모두 동측운동결함이 발견되어 본 연구 결과와 일치하였다(Jones, Donaldson, & Parkin, 1989; Yelnik et al., 1996). 그러나 20명의 편마비 환자를 대상으로 동측 운동감각장애(ipsilateral sensory-motor deficit)를 연구한 Baskett 등(1996)은 정상군에 비해 환자군의 오른쪽 동측 사지에서 운동수행능력이 현저히 저하되었지만 운동장애 정도와 운동수행 간에는 상관관계가 없고 단지 오른쪽 대뇌반구의 활성화가 감소되었기 때문이라 주장하였다. Smutok 등(1989)은 편마비 환자의 동측과 반대측 상지의 기능을 평가하였는데, 비록 왼쪽 대뇌반구 손상 환자에서 반대측의 기능적 운동기능장애가 더욱 심하였지만, 장기간 일상생활 동작의 수행력을 추적한 결과, 왼쪽과 오른쪽 대뇌반구 손상환자에서 유사한 결과가 나타났다, 손상된 편측 대뇌반구에 관계없이 동측 상지의 파악력(grip strength), 손가락 타판(finger tapping), 퍼듀-페그보드(Purdue Pegboard) 수행력이 감소하였다고 보고하였다.

한편, 편마비 환자의 동측운동결함에 대한 명확한 신경학적 기전은 밝혀지지 않았지만, 피질척수로(corticospinal tract) 중 동측으로 하행하는 섬유들의 차

단이 원인이 될 수 있는데, 대부분의 피질척수로(연수(medulla) 부위에서 반대쪽으로 교차하지만, 이들 신경로의 10-15%는 반대쪽으로 교차하지 않고 동측으로 하행하여 복측 피질척수로(ventral corticospinal tract)를 형성하여 척수를 따라 내려가 양쪽 사지에 영향을 미치게 된다. 그래서 편측 대뇌반구 손상으로 복측 피질척수로의 손상이 동측운동결함의 원인이 될 수 있으며, 혈관성 질환으로 인해 편측 대뇌반구에 병변이 발생한 경우 피질연수로(corticobulbar tract)와 피질망상로(corticoreticular tract)의 투사신경섬유들이 차단되어 결과적으로 운동조절에 관여하는 피질하구조(subcortical structure)에 영향을 미칠 수 있다(Kuypers, 1981; Nathan, Smith, & Deacon, 1990). 동측운동결함은 특정 하행신경로의 손상 또는 비정상적인 활동으로는 설명할 수 없고 이들 하행신경로의 복합적인 요인에 의해 발생하는 것으로 판단된다. 또한 손상된 대뇌반구의 반대측 근약화로 인해 동측으로 운동을 수행할 때 영향을 받아 동측 사지에서 발생하는 힘(force)이 감소될 수 있는데, 비록 파악력과 같은 닫힌운동사슬(closed kinetic chain) 운동인 경우 반대측 안정(stabilization)은 필요 없지만, 대단위 조작능력, 섬세한 조작능력, 운동 협응, 전반적인 운동수행과 같은 기능적 운동을 수행할 경우 반대측 사지를 이용하여 자세를 안정시키는데 어려움이 있기 때문이다(Gauthier, Bourbonnais, Filiatrault, Gravel, & Arsenault, 1992; Massion, 1992). 그래서 편측 대뇌반구 손상으로 인한 편마비 환자에서 정상이라고 인식되었던 비마비측 상지도 운동기능장애가 나타날 수 있으므로 동측상지의 운동기능 평가 및 치료프로그램을 수립할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 2005년 12월부터 2006년 3월까지 편측 대뇌반구 손상으로 인한 편마비 환자 18명을 대상으로 손상된 대뇌반구의 동측 손가락을 이용하여 구획설계와 무작위설계로 구성된 연속반응시간과제를 시행하였고, 일련의 자극에 대한 반응시간을 환자군과 연령과 성별이 일치하는 정상군 18명과 비교 분석한 결과, 구획설계와 무작위 설계 모두에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 두 집단을 비교한 결과, 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되어 정상군보다 환자군에서 반응시간이 느린 것으로 나타났다.
2. 오른손과 왼손을 비교한 결과, 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았지만, 오른손보다 왼손에서 반응시간이 느린 것으로 나타났다.
3. 집단×왼손·오른쪽간 상호작용은 통계학적으로 유의한 차이가 관찰되지 않아, 오른쪽 또는 왼쪽 대뇌반구 손상에 관계없이 편측 대뇌반구 손상으로 인한 편마비 환자의 동측 상지에서 연속반응시간과제를 수행하는 동안 동측운동결함이 발견되었다.

참 고 문 헌

- 최진호, 권용현. (2005). 손가락 타판과제를 통한 편측 뇌 손상 환자의 동측운동결함 분석. *특수교육재활과학연구*, 44(4), 195-213.
- Baskett, J. J., Marshall, H. J., Broad, H. B., Owen, P. H., & Green, F. (1996). The good side after stroke: Ipsilateral sensory motor function needs careful assessment. *Age and Ageing*, 25, 239-244.
- Becher, J. G., Harlaar, J., Lankhorst, G. J., & Vogelaar, T. W. (1998). Measurement of impaired muscle function of the gastrocnemius, soleus, and tibialis anterior muscles in spastic hemiplegia: A preliminary study. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 35, 314-326.
- Brodal, A. (1973). Self-observations and neuro-anatomical considerations after a stroke. *Brain*, 96, 675-694.
- Carey, J. R., Baxter, T. L., & DiFabio, R. P. (1998). Tracking control in the nonparetic hand of subjects with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79, 435-441.
- Colebatch, J. G., & Gandevia, S. C. (1989). The distribution of muscular weakness in upper motor neuron lesions affecting the arm. *Brain*, 112, 749-763.
- Desrosiers, J., Bourbonnais, D., Bravo, G., Roy, P. M.,

- & Guay, M. (1996). Performance of the unaffected upper extremity of elderly stroke patients. *Stroke*, 27, 1564-1570.
- Dewald, J. P., Pope, P. S., Given, J. D., Buchanan, T. S., & Rymer, W. Z. (1995). Abnormal muscle co-activation patterns during isometric torque generation at the elbow and shoulder in hemiparetic subjects. *Brain*, 118, 495-510.
- Fisk, J. D., & Goodale, D. A. (1988). The effects of unilateral brain damage on visually guided reaching: Hemispheric differences in the nature of the deficit. *Experimental Brain Research*, 72, 425-435.
- Gauthier, J., Bourbonnais, D., Filiatrault, J., Gravel, D., & Arsenault, A. B. (1992). Characterization of contralateral torques during static hip efforts in healthy subjects with hemiparesis. *Brain*, 115, 1193-1207.
- Giuliani, C. A., Purser, J. L., Light, K. E., & Genova, P. A. (1997). Impairments in arm control in subjects with left and right-hemisphere stroke. *Neurorehabilitation*, 9, 71-87.
- Haaland, K. Y., & Delaney, H. D. (1981). Motor deficits after left or right hemisphere damage due to stroke or tumor. *Neuropsychologia*, 19, 17-27.
- Haaland, K. Y., & Harrington, D. L. (1994). Limb-sequencing deficits after left but not right hemisphere damage. *Brain and Cognition*, 24, 104-122.
- Haaland, K. Y., & Harrington, D. L. (1996). Hemispheric asymmetry of movement. *Current Opinion in Neurobiology*, 6, 796-800.
- Haaland, K. Y., Harrington, D. L., & Yeo, R. (1987). The effects of task complexity on motor performance in left and right CVA patients. *Neuropsychologia*, 25, 783-794.
- Hermesdorfer, J., Laimgruber, K., Kerkhoff, G., & Mai, N. (1999). Effects of unilateral brain damage on grip selection, coordination, and kinematics of ipsilesional prehension. *Experimental Brain Research*, 128, 41-51.
- Jebsen, R. H., Griffith, E. R., Long, E. W., & Fowler, R. (1971). Function of the "normal" hand in stroke patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 52, 170-174.
- Jones, R. D., Donaldson, I. M., & Parkin, P. J. (1989). Impairment and recovery of ipsilateral sensory-motor function following unilateral cerebral infarction. *Brain*, 112, 113-132.
- Kim, S. G., Alshe, J., Hendrich, K., Ellermann, J. M., Merkle, H., Ugurbil, K., et al. (1993). Functional magnetic resonance imaging of motor cortex: Hemispheric asymmetry and handedness. *Science*, 261, 615-617.
- Kuypers, H. G. (1981). Anatomy of the descending pathway. In J. G. Brookheart & V. B. Mountcastle (Eds.). *Handbook of physiology*. Bethesda: American Physiology Society.
- Levin, M. F. (1996). Interjoint coordination during pointing movement is disrupted in spastic hemiparesis. *Brain*, 119, 281-293.
- Li, A., Yetkin, F. Z., Cox, R., & Haughton, V. M. (1996). Ipsilateral hemisphere activation during motor and sensory tasks. *American Journal of Neuroradiology*, 17, 651-655.
- Liepmann, H., & Mass, O. (1907). Fall von linksseitiger agraphie und apraxie bei rechtsseitiger lahmung. *Zeitschrift für Psychologie und Neurologie*, 10, 214-227.
- Massion, J. (1992). Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Progress in Neurobiology*, 38, 35-56.
- Nathan, P. W., Smith, M. C., & Deacon, P. (1990). The corticospinal tracts in man. *Brain*, 113, 303-324.
- Oldfield, R. S. (1971). The assessment and analysis of handedness: The edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Roy, E.A., Clark, P., Aigbogun, S., & Squarestorer, P. A. (1992). Ipsilateral disruptions to reciprocal finger tapping. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 7, 213-219.
- Smutok, M. A., Grafman, G., Salazar, A. M., Sweeney,

- J. K., Jonas, B. S., & DiRocco, P. J. (1989). Effects of unilateral brain damage on contralateral and ipsilateral upper extremity function in hemiplegia. *Physical Therapy*, 69, 195-203.
- Spauldinh, S. J., McPherson, J. J., Strachota, E., Kuohal, M., & Ramponi, M. (1988). Jebsen hand function test: performance of the uninvolved hand in hemiplegia and in right-handed, right and left hemiplegic persons. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 69, 419-422.
- Sugarman, H., Avni, A., Nathan, R., Weisel-Eichler, A., & Tiran, J. (2002). Movement in the ipsilateral hand is segmented following unilateral brain damage. *Brain and Cognition*, 48, 579-587.
- Sunderland, A., Bowers, M. P., Sluman, S. M., Wilcock, D. J., & Ardron, M. E. (1999). Impaired dexterity of the ipsilateral hand after stroke and the relationship to cognitive deficit. *Stroke*, 30, 949-955.
- Winstein, C. J., & Pohl, P. S. (1995). Effects of unilateral brain damage on the control of goal-directed hand movements. *Experimental Brain Research*, 105, 163-174.
- Wyke, M. (1971). The effects of brain lesions on the performance of bilateral arm movements. *Neuropsychologia*, 9, 33-42.
- Yarosh, C. A., Hoffman, D. S., & Trick, P. L. (2004). Deficits in movements of the wrist ipsilateral to a stroke hemiparetic subjects. *Journal of Neurophysiology*, 92, 3276-3285.
- Yelnik, A., Bonan, I., Debray, M., Lo, E., Gelbert, F., & Bussel, B. (1996). Changes in the execution of a complex manual task after ipsilateral ischemic cerebral hemispheric stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77, 806-810.

Abstract

Analysis of Ipsilateral Motor Deficits During Serial Reaction Time Task in Hemiplegia

Choi, Jin-Ho*, Ph.D., P.T., Park, Ji-Won**, Ph.D., P.T.

*Dept. of Physical Therapy, Gangneung Yeongdong College

**Dept. of Physical Therapy, College of Health and Medical Science, Catholic University of Daegu

Objective : Recent several investigations reported that impaired motor function were detected on the ipsilateral as well as the contralateral upper extremity of the damaged hemisphere in patients with hemiparetic stroke. We investigated to determine the presence of ipsilateral motor deficits in serial reaction time task, and to infer the possible causes of the deficits.

Methods : Eighteen stroke patients (10 right hemiplegia, 8 left hemiplegia) with first-ever unilateral brain damage and the same number of normal control subjects were recruited, who were matched to sex and age. Subjects were assigned to press the matched button as quickly and accurately as possible, when one of four colored lights was displayed on computer screen (red, yellow, green, blue). We used three randomly order blocks and sequence order blocks respectively as motor paradigm of serial reaction time task. One block consisted of ten units that had ten stimulus. Reaction time was recorded during the tests.

Results : A two-way ANOVA showed that there were statistically significant difference in a main effect of group ($P < 0.001$), but not in a main effect of damaged side ($P > 0.05$) and the interaction of group $\times$ damaged side ($P > 0.05$) on the tests of random and block task paradigms. And group comparison within each sides of the upper extremities showed significant difference in all of two test ($P < 0.05$).

Conclusion : The findings provided by the experimental revealed that patients with unilateral brain damage have subtle deficits of the ipsilateral motor performance in serial reaction time task. We suggest that the ipsilateral upper extremity need to be carefully assessed in hemiparetic stroke patients in clinical neurorehabilitation.

Key Words : Hemiplegia, Ipsilateral motor deficits, Serial reaction time task