대한작업치료학회지 제21권 제2호
The Journal of Korean Society of Occupational Therapy
2013 Vol. 21, No. 2

상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM) 훈련이 편마비 뇌성마비 아동의 신체 양측 협응과 균형능력, 상지기능에 미치는 효과 : 개별 실험 연구

정지혜*, 김수경**
*이룸치료교육센터 작업치료실
**건양대학교 작업치료학과

국문초록

목적 : 본 연구는 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM)을 이용한 작업치료가 편마비 뇌성마비 아동의 신체 양측 협응과 균형 능력, 상지기능에 미치는 효과를 검증하기 위한 개별 실험 연구이다.

연구방법 : 선천성 뇌성마비로 진단 받은 편마비 아동 1인을 대상으로, 개별실험 연구방법(single-subject experimental research design) 중 ABA 설계를 사용하였다. 총 20회기로 매주 2회기씩 10주간 진행하였다. 기초선 4회기는 중재 없이 양측 협응을 평가하였고 중재기 12회기는 상호작용식 메트로놈을 이용한 중재를 1일 1회 40~45분씩 실시한 후 양측 협응을 평가하였다. 재기초선 4회기는 중재 없이 양측 협응을 평가하였다. 중재 전과 후의 균형검사를 실시하였고, 중재 전, 중, 후에는 상지기능 검사를 실시하여 변화를 알아보았다.

결과 : 상호작용식 메트로놈 훈련을 통한 중재 결과, 양측 협응과 균형능력이 유의하게 향상되었고, 양측 협응의 향상에 따른 중재 전, 중, 후의 상지기능은 향상을 보였으나 유의하지 않았다.

결론 : 상호작용식 메트로놈 훈련이 편마비 뇌성마비 아동의 양측 협응과 균형능력 향상에 효과가 있다는 것을 확인하였고 편마비 뇌성마비 아동의 양측 협응과 균형 훈련의 중재방법으로 사용될 임상적 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

주제어 : 균형, 뇌성마비, 상지기능, 상호작용식 메트로놈, 양측 협응, 작업치료

Ⅰ. 서 론

뇌성마비란 미성숙한 뇌의 병변으로 인한 운동과 자세 조절에 장애를 일으키는 비진행성 질환을 말한다(홍정선, 2007). 뇌성마비는 마비 유형에 따라 사지마비(quadriplegia), 삼지마비(triplegia), 양하지 마비(diplegia), 편마비(hemiplegia)로 분류된다(Shnha, Corry, Subesinghe, Wild, & Levene, 1997).

그 중 편마비 뇌성마비 아동은 경직, 마비, 감각 결손, 협응 저하와 같은 신경학적 증상들로 인해 환측 팔다리의 효율적인 움직임의 조절이 어렵다(Eliasson, Gordon, & Forssberg, 1991; Uvebrant, 1988). 그리고 움직임에 대한 협응과 자세 조절이 불안정하고, 신체 협응과 운동 타이밍 제어 능력이 부족하여, 정상적인 일상생활을 수행

교신저자: 김수경(kskot@konyang.ac.kr)
‖ 접수일: 2013. 1. 30 ‖ 심사일: 2013. 2. 12
‖ 게재확정일: 2013. 5. 15

하는데 어려움을 보인다(김정연과 윤형준, 2010; 박병림과 허정식, 1999; 이종구와 강경숙, 1990; Perlstein, 1961).

이러한 운동장애는 다양한 상황에서 충분한 훈련이 제공된다면 운동기술을 향상시킬 수 있다(Snell & Brown, 2006). 따라서 임상에서 다양한 방법의 중재가 적용되고 있으며 그 중재 방법으로는 보바스(Bobath), 고유수용성 신경근 촉진 접근법(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation), 루드(Rood), 보이타(Voita) 접근법 등이 있으며, 이외에도 편마비 뇌성마비 아동을 대상으로 강제유도 운동치료, 수중 운동치료와 리듬과 타이밍 훈련인 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM)을 사용한 중재방법들이 적용되고 있다(고명숙, 오덕원, 한승원, 유병규와 정재훈, 2008; 김미진, 2008; 김세연과 박은혜, 2007; 전혜선과 고명숙, 2005; 천승철과 오덕원, 2010; Johansson, Domellöf, & Rönnqvist, 2012).

IM은 청각 안내음 시스템에 따라 일정한 리듬과 타이밍에 맞춰 동시적으로 손과 발을 이용하여 반응을 하게 된다. 이러한 움직임이 운동협응능력을 습득하게 하며, 일차신경운동피질, 전운동피질, 소뇌 등이 활성화되는 것을 기능적 자기공명영상(functional Magnetic Resonance Imaging; fMRI)을 통해 발견되었다(Debaere, Swinnen, Beaste, & Sunaert, 2001). 또한 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging; MRI)을 통해 IM의 기능성을 측정한 결과, IM이 신경세포 내의 처리 속도를 증가시키고 소뇌(cerebellum), 전전두엽(profrontal cortex), 대상회(cingulate gyrus), 기저핵(basal ganglia) 활성화가 관찰되었다(Alpiner, 2004). 최근 들어 IM의 정확도 피드백은 일반 아동과 뇌성마비 편마비 아동에서 운동수행의 향상을 위해 중요한 것으로 보고되었다(Hemayattalab & Rostami, 2010).

IM과 관련된 선행 연구들을 살펴보면 시각운동조절과 균형능력, 균형과 작업수행, 상지 기능, ADHD 아동의 주의력, 집중력, 학습능력, 신체능력 등의 개선에 관한 연구들이 있다(박승제 등, 2010; 정지인, 2010; Beckelhimer, Dalton, Richter, Hermann, & Page, 2011; Diamond, 2003; Hill, Dunn, Dunning, & Page, 2011; Jeanetta et al., 2001; Johansson et al., 2012; Libkuman, Otani, & Stegar, 2002; Melinda & Robin, 2005; Sommer & Rönnqvist, 2009).

Melinda와 Robin(2005)은 집중력과 운동 협응에 어려움이 있는 9세 남자아동을 대상으로 7주간 IM을 적용한 결과 양측 협응과 반응속도의 증가를 보고하였다. Beckelhimer 등(2011)은 2명의 만성뇌졸중 환자를 대상으로 4주 동안 일주일에 3번 60분씩 IM을 적용하였다. 그 결과 팔의 기능적 능력이 증가하고 삶의 질과 전반적 회복의 인식이 높아졌다. Hill 등(2011)은 뇌졸중환자 10명을 대상으로 작업치료와 IM을 함께 적용한 실험군과 작업치료만을 중재로 한 대조군으로 나눠 총 10주 동안 일주일에 3번 60분씩 IM을 적용하였다. 그 결과, 실험군에서 상지기능과 일상생활능력의 더 많은 향상을 보였다. Johansson 등(2012)은 뇌성마비 편마비 아동 2명을 대상으로 4주간 30분씩 총 12회기를 적용한 결과, 대상자 모두에서 상지의 부드럽고 짧은 운동의 움직임 범위를 보였고 특히 마비 측의 유의한 증가를 보고 하였다.

선행 연구는 대부분 운동선수, 만성 뇌졸중 환자, 주의력결핍/과잉행동장애(Attention Deficit Hyperactivity Disorder; ADHD)아동이었으며, 편마비 뇌성마비 아동을 대상으로 한 Johansson 등(2012)의 연구가 있었으나, IM 프로토콜을 각 대상자 마다 달리 훈련하고 상지의 기능적인 면만 연구되어졌다. IM이 인체 내에서 타이밍(timing), 균형(balance), 운동조절(coordinating movement), 운동학습(motor learning)을 담당하는 기관인 소뇌의 영역을 활성화 시킨다는 연구 결과(Alpine, 2004)를 토대로 편마비 뇌성마비 아동의 양측 협응 능력과 균형능력 향상의 가능성을 기대해 볼 수 있다. 그러나 이에 대한 연구는 전무한 실정이며, 국내의 임상적 적용 가능성에 대한 연구 또한 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 상호작용식 메트로놈 중재가 편마비 뇌성마비 아동의 신체 양측 협응과 균형 능력, 상지기능에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

대전에 소재하는 D요양병원에서 외래로 재활치료를 받는 편마비 뇌성마비 아동과 보호자에게 연구에 대하여

공지하여 대상자를 모집하였다. 아동과 보호자에게 연구의 소개, 일정, 훈련과 검사방법, 개인 정보의 보호 등에 대하여 설명하고 동의한 자로 하였다.

연구 대상자의 선정기준은 다음과 같다.

1) IM 훈련을 한번도 받아 본적 없는 뇌성마비 편마비로 진단 받은 아동
2) 환측의 자발적인 움직임이 가능한 아동
3) 인지 손상이 없는 아동(카우프만 아동용 지능검사, Korean Kaufman Assessment Battery for Children; K-ABC)
4) 편측 무시가 없는 아동 Albert s test 40점 이상(Fullerton, Mcsherry, & Stout, 1986)
5) 연구 참여에 동의를 받은 아동

본 연구의 대상자는 뇌성마비로 인한 우측 편마비 진단을 받고 대전에 소재하는 D요양병원에서 외래로 재활치료를 받는 아동 1명이 선정되었다. 아동은 4세 10개월의 여아로써 K-ABC의 지능검사에서 동일 연령 그룹과 비교하여 인지 손상이 없음을 확인 하고, 편측무시가 없음이 확인된 아동으로 하였다. 대상아동은 우측 상하지의 기능 저하를 뚜렷이 보이며, 자발적인 환측 손의 움직임이 가능하나 양측 협응 과제의 어려움을 호소하였다. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Test (BOT)를 통한 초기 균형능력은 7점, 기초선의 양측 협응 능력 평균 2.25점 이었다. 측정 변수 외 가정과 교실 내에서의 생활의 변화를 알아보기 위해 사전과 사후 보호자 상담을 실시하였다.

2. 연구 설계

본 연구는 개별 사례 실험 연구 중 ABA' 설계를 실시하였다. 연구는 A(기초선 1) 4회기, B(중재기) 12회기, A'(기초선 2) 4회기의 총 20회기로 구성되었다. 기초선 기간에는 IM훈련을 실시하지 않고 신체 양측 협응과 균형을 측정하였고, 중재 기간에는 IM훈련을 40~50분간 실시한 후 신체 양측 협응과 균형을 측정하였다. 또한 IM 훈련의 상지기능의 직접적인 영향을 미치는지 여부를 알아보고자 IM 중재 전과 중재 중, 중재 이후로 나뉘어 상지기능검사를 실시하였다. 주 2회기를 실시하여 총 10주 동안 진행 되었다. 연구 설계에 따른 진행과정은 다음과 같다(표 1).

표 1. 연구 과정

연구 단계	회기	세부과정
사전평가	1회	균형검사, 상지기능검사
		⇩
기초선 1(A)	4회	IM중재 없이 측정 실시. 매회기 반복측정: BOT의 양측 협응, IM단축형 검사
		⇩
중재기(B)	12회	IM훈련 (40~50분) 매회기 반복측정: BOT의 양측 협응, IM단축형 검사 상지기능검사(중재기 6회기 때 1회실시)
		⇩
기초선 2(A')	4회	IM중재 없이 측정 실시. 매회기 반복측정: BOT의 양측 협응, IM단축형 검사
		⇩
사후평가	1회	균형검사, 상지기능검사

3. 연구 도구

1) Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Test; BOT

BOT는 4.5세에서 14세까지 아동의 전체 운동과 미세 운동 능력을 검사하기 위한 것으로 신뢰도는 .89이다(Asher, 1996).

(1) 양측 협응 검사

본 연구에서는 양측 협응 능력을 평가하기 위해서 BOT의 세 번째 하위항목 양측 협응 검사를 사용하였다.

BOT의 양측검사에는 양손으로 원을 그리면서 양발을 번갈아가며 발 두드리기, 같은 발과 손가락을 동시에 두드리기, 서로 다른 발과 손가락을 동시에 두드리기, 같은 쪽 팔과 다리를 내밀면서 점프하기, 반대쪽 팔과 다리를 내밀면서 점프하기, 위로 점프하며 손뼉 치기, 위로 점프하며 발꿈치 치기, 양손이 동시에 선과 교차선 긋기로 구성되어있다.

(2) 균형능력 검사

본 연구에서는 균형 능력을 평가하기 위해서 BOT의 두 번째 하위항목 균형검사를 사용하였다. BOT의 균형검사에는 바닥에 우세발로 서 있기, 균형대 위에 우세발로 서있기, 걷기선을 따라 앞으로 걷기, 균형대에서 앞으로 걷기, 걷기선에서 발끝 닿아 걷기, 균형대 위에서 발끝 닿아 걷기, 균형대 위에서 발끝 닿아 걷기로 구성되어 있다.

2) 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM)

IM은 1992년에 Interactive Metronome®에 의해 개발된 특허 기술로서 하드웨어와 소프트웨어, 헤드셋, 핸드트리거, 풋 트리거로 구성되어져 있다. 본 연구에서는 IM pro 8.0을 사용하였다.

IM의 운동 과제 평균치(MS) 수치는 운동 과제 실시 결과를 밀리세컨드의 평균치로 표시한다. 이는 운동 과제를 실시하는 동안 트리거의 두드림이 기준 음에 얼마나 근접하였는지를 나타낸다. 기준음을 0으로 하였을 때, 숫자가 낮을수록 기준 음에 가까움을 의미하며 더 좋은 능력을 의미한다. 적중 퍼센트(SRO%)는 기준 음과의 시간차가 15ms(빠르거나 늦음) 이내로 트리거를 두드린 퍼센트(%)를 의미한다.

(1) IM 단축형 검사(short form test)

IM 단축형 검사는 매 회기마다 측정하여 환자의 타이밍능력의 향상과 운동과제를 단시간 지속할 수 있는 능력을 평가하게 되어 있으며 성과 피드백 안내음이 있는 것(G.S/ON)과 없는 것(G.S/OFF)의 두 가지 과제를 측정한다. 측정시간은 각 30초로 총 1분간측정하며 본 연구에서는 단축형 검사를 사용하여 환자의 타이밍 능력의 향상으로 인한 양측 협응을 측정하였다.

3) 상지기능 측정 도구

(1) 퍼듀 페그보드 검사(purdue pegboard test)

손의 기민성을 평가하는 퍼듀 페그보드 검사는 산업심리학자 Tiffin(1968)에 의해 개발되었다. 퍼듀 페그보드 검사는 구멍 안에 조그마한 페그를 집기, 조작, 그리고 놓음으로서 속도와 정확도를 측정하여 손과 팔에 대한 대단위 운동과 손의 기민성을 평가하는 평가도구이며 검사-재검사 신뢰도가 .60~.79이다(Tiffin & Asher, 1948). 오른손, 왼손, 양손, 오른손+왼손+양손, 조립의 과정으로 총 5가지 하위 검사로 구성되어 있다. 검사순서는 건측을 먼저 실시하고 환측을 실시하였다. 검사의 측정 시간은 오른손과 왼손 그리고 양손 검사는 각 30초이고, 조립은 1분간 측정하였다. 본 연구에서는 환측 상지의 기능과 양측 협응능력을 알아보고자 오른손검사, 양손검사, 조립을 실시하였다.

(2) 그루브드 페그보드 검사(grooved pegboard test)

그루브드 페그보드 검사는 Canada Ontario Ottawa에 위치한 Royal Ottawa 병원의 Dr. Ronald Trites에 의해 신경정신학적 검사로 개발되었다. 소근육 민첩성 동작을 선별하는데 사용되는 도구로 검사-재검사 신뢰도는 우세손에서는 r=.72, 비우세손에서 r=.74이다(Ruff & parker, 1993). 본 연구에서는 환측 상지의 기능의 변화를 알아보고자 오른손 검사만을 실시하였다.

4. 중재 방법

(1) IM

본 연구의 중재 방법으로 사용된 IM은 총 13개의 동작 과제로 구성되어 있으며 중재기 동안 12회기의 프로토콜

표 2. 상호작용식 메트로놈 12회기 프로토콜

중재 회기	프로그램
1회기	Pre Long Form Test
2회기	1(G.S/OFF), 1, 2, 3, 4, 5, 6
3회기	1, 4, 2, 3, 5, 6
4회기	1, 4, 6, 2, 10, 5, 3, 11, 7
5회기	4, 1, 8, 9, 7
6회기	2, 10, 3, 11, 7, Interim Long Form Test, 1
7회기	4, 1, 12, 13, 7
8회기	12, 13, 1, 10, 11
9회기	5, 6, 1
10회기	8, 9, 7, 10, 11, 1, 4
11회기	12, 13, 1
12회기	1, 2, 3, 4, 5, 6, Post Long Foam Test

표 3. 프로토콜 프로그램 설명

프로그램 설명	
1. 양손	-기준음에 맞춰 반원을 그리듯이 리드미컬하게 양손으로 트리거를 치는 과제
2. 오른손	-기준음에 맞춰 반원을 그리듯이 리드미컬하게 오른쪽대퇴부에 트리를 치는 과제
3. 왼손	-왼손에 핸드트리거를 착용하고 헤드셋에서 나오는 기준음에 맞춰 반원을 그리듯 왼쪽대퇴부를 치는 과제
4. 양발 끝	-바닥에 깔려있는 풋 트리거에 양쪽발끝을 이용해 번갈아 기준음에 맞춰 밟는 과제
5. 오른발 끝	-기준음에 맞춰 오른발의 뒤꿈치는 붙인 상태에서 발끝으로 풋트리거를 밟는 과제
6. 왼발 끝	-기준음에 맞춰 왼발 끝으로 풋트리거를 밟는 과제
7. 양발뒤꿈치	-기준음에 맞춰 양발을 번갈아 뒤꿈치로 풋 트리거를 밟는 과제
8. 오른발뒤꿈치	-기준음에 맞춰 오른발 뒤꿈치로 밟는 과제
9. 왼발뒤꿈치	-기준음에 맞춰 왼발 뒤꿈치로 밟는 과제
10. 오른손/왼발 끝	-오른손과제와 왼발 끝 과제를 번갈아 하는 수행
11. 왼손/오른발 끝	-왼손과제와 오른발 끝 과제를 번갈아 하는 수행
12. 오른발 균형/ 왼발끝	-오른발로 균형을 유지한 상태에서 왼발을 바닥에서 들었다 놨다 하면서 풋 트리거를 밟는 과제
13. 왼발 균형/ 오른발 끝	-왼발로 균형을 유지한 상태에서 오른발을 바닥에서 들었다 놨다 하면서 풋 트리거를 밟는 과제
Pre, Interim, Post Long Form Test	-13가지 과제가 모두 포함

에 맞춰 훈련을 실시하였다. 1회기에 40~45분간 실시되며, 프로토콜에서 매 회기 측정되는 과제가 달라지고 과제마다의 시간구성이 달라지기 때문에 매 회기 프로토콜의 시간 차이를 보인다.

5. 분석 방법

기초선 A와 A' 기간은 IM훈련을 적용하지 않고 매회기 양측 협응 검사를 하였으며, 중재기 B는 매 회기 훈련 이후 양측 협응 검사를 수행하였다. 기초선 A와 중재기, 기초선 A'의 회기별 측정값과 중재 전·후 균형검사와 상지기능검사는 시각적 그래프와 기술통계(평균과 표준편차)를 통해 비교 및 분석하였다. 또한 양측 협응 변화의 유의성을 검증하기 위해 2표준편차 범위(two standard deviation band)를 기준으로 분석하였다. 즉, 기초선 A시기의 평균값±2표준편차를 기준으로 하여, 중재기와 기초선 A'의 각 회기별 측정값들 중에서 기준보다 높은 값이 연속하여 2회기 이상 나타날 때, 유의한 변화가 있는 것으로 해석한다(Nourbakhsh & Ottenbacher, 1994).

Ⅲ. 연구 결과

1. 양측 협응

1) Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Test; BOT

본 연구에서는 BOT의 8개의 하위항목 중 3항목의 양측 협응을 측정하였다. 대상자는 기초선 1(2.25점)보다 중재기(5.66점)가 향상되었으며, 기초선 2(7.75)에서도 변화가 지속되었다(표 4). 중재기에서 기초선 1의 평균과 2표준편차 밴드 이상인 값들이 두 개 이상 연속으로 나타나므로 유의한 변화가 나타났다(그림 1).

2) IM 단축형 검사(short form test)

본 연구에서 IM 단축형 검사 적중률(SRO%)을 사용하여 대상자의 타이밍능력과 양측 협응 향상을 측정한 결과, 성과 피드백 안내음이 있고 없음에 따라 변화량의 차이를 보였다. 성과피드백이 없는 경우는 기초선(2.25점)보다 중재기(18.58점)가 향상되었으며 기초선 2

표 4. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Test의 양측 협응 원점수의 변화

	기초선 1	중재기	기초선 2
	M ± *SD*	*M* ± *SD*	*M* ± *SD*
BOT (sub.3)	2.25 ± 0.92	5.66 ± 1.30	7.75 ± 1.26

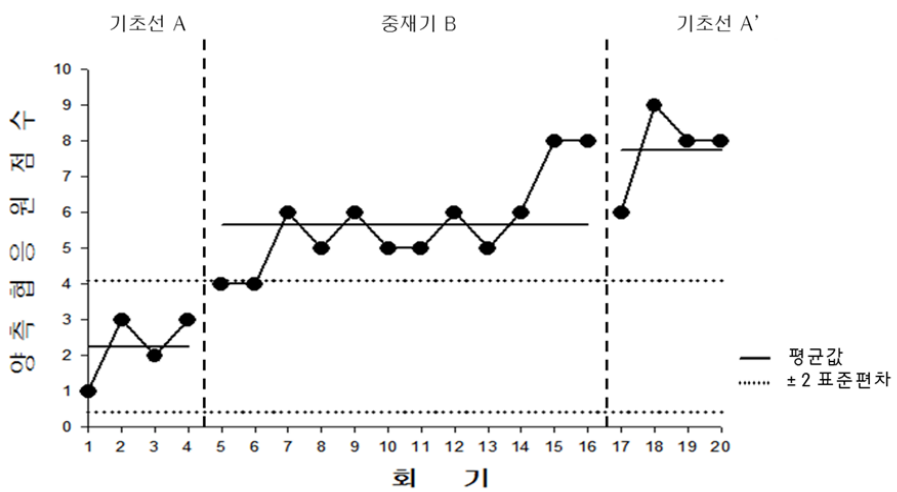

그림 1. 대상자의 BOT 항목 3의 점수 변화

(36.00점)에도 변화가 지속되었다. 성과피드백이 있는 경우는 기초선(2.25점)보다 중재기(12.16)가 향상되었으며 기초선 2(29.00)에도 변화가 지속되었다(표 5). 두 가지 검사에서 중재기가 기초선 1의 평균과 2표준편차 밴드 이상인 값들이 두 개 이상 연속으로 나타나므로 유의한 변화가 나타났다(그림 2).

2. 균형검사 중재 전 · 후 비교

본 연구에서는 중재전과 후의 균형능력을 측정하기 위하여 BOT 균형 영역 8개의 항목을 시행하였다. BOT 시행 결과 모든 항목의 원점수가 IM훈련 중재 이후 높은 값을 나타내었다. 중재 전, 균형대에서 눈을 감고 우세발

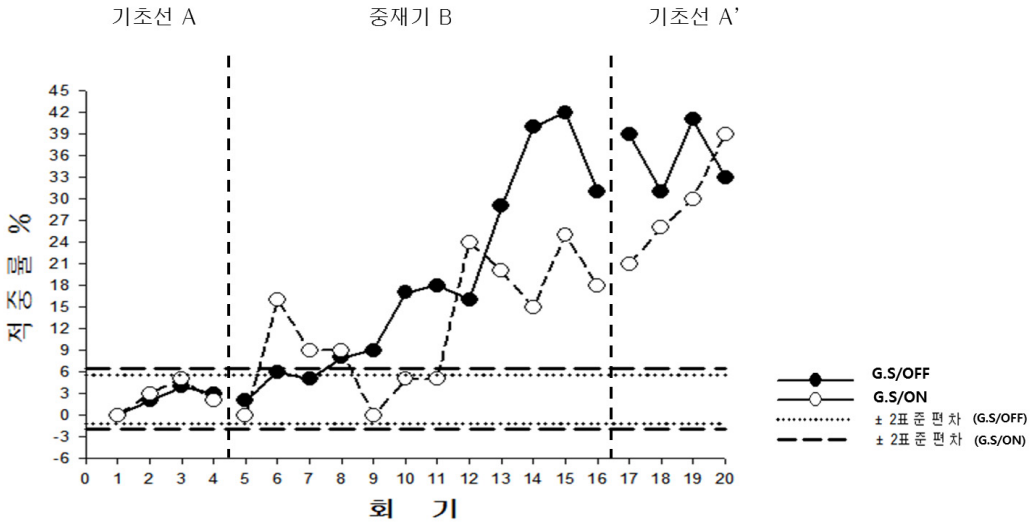

그림 2. 대상자의 IM단축형검사 적중률의 변화

표 5. IM 단축형 검사 점수의 변화

	기초선 1	중재기	기초선 2
	M ± *SD*	*M* ± *SD*	*M* ± *SD*
단축형 검사(G.S/off)	2.25 ± 1.70	18.58 ± 13.82	36.00 ± 4.76
단축형 검사(G.S/on)	2.25 ± 2.08	12.16 ± 8.74	29.00 ± 7.62

표 6. 중재 전 · 후 BOT의 균형능력비교

항목	점수	
	중재 전	중재 후
1. 바닥에 우세발로 서 있기	2	3
2. 균형대 위에 우세발로 서 있기	1	2
3. 눈감고 균형대에 우세발로 서있기	0	1
4. 걷기선을 따라 앞으로 걷기	1	2
5. 균형대에서 앞으로 걷기	1	2
6. 걷기선에서 발끝 닿아 걷기	1	2
7. 균형대 위에서 발끝 닿아 걷기	1	2
8. 균형대 위에서 막대 건너면서 걷기	0	1

로 균형을 유지하는 것과 균형대에서 장애물 건너가기 항목은 수행하지 못하였으나 중재 이후 이 항목들을 수행할 수 있었다(표 6).

3. 상지 기능 검사

그루브드 페그보드(grooved pegboard)의 수행시간은 기초선 1에서 152초, 중재기에서 67초, 기초선 2에서 54초로 수행시간이 크게 감소하였으며 퍼듀-페그보드(purdue pegboard)에서는 양손과제 점수는 중재 후 향상됨을 보였으며, 조립과제 점수 또한 중재 후 향상되었다(표 7).

4. 보호자 상담

측정된 변화의 결과로 측정 변수 외 가정과 교실 내에서의 생활의 변화를 알아보기 위해 중재 전과 후 보호자 상담을 한 결과 변화를 찾아 볼 수 있었다. 보호자를 통해 보고된 대상자의 변화는 다음과 같다(표 8).

Ⅳ. 고 찰

본 연구에서는 뇌성마비 편마비 아동을 대상으로 IM 훈련을 통해 양측 협응과 균형능력, 상지기능의 향상에 대해 알아보았다. IM훈련이후 대상자는 양측 협응과 균형의 향상을 보이며 임상적으로 의미 있는 결과를 확인할 수 있었다.

IM훈련 이후 대상자의 양측 협응 능력의 변화는 BOT의 하위 항목 중 양측 협응 영역으로 측정하였으며, 그 결과 중재 과정에서 대상자의 양측 협응이 지속적으로 향상되었고 중재가 끝난 재기초선에서도 향상된 결과를 보였다. 이러한 결과는 성인골퍼에게 IM 훈련이 집중력과 복잡한 운동 수행에서의 협응 능력을 향상시킨다는 연구와 일치하며(Libkuman et al., 2002), 집중력과 운동 협응에 문제를 지닌 아동을 대상으로 한 IM훈련의 결과 BOT에서 대소근육 기술 향상과 점수의 변화를 보인 것과 타이밍의 정확성을 높여준 연구와도 일치한다(Melinda & Robin, 2005). 그러나 매회기 양측 협응 검사를 반복 측정하는 것이 아동의 양측 협응 향상으로 실험 결과에 영향을 미쳤을 수 있다.

또한 IM 단축형 검사의 적중률(SRO%)을 사용하여

표 7. 중재 전, 중, 후의 상지기능의 변화

		기초선 1	중재기	기초선 2
그루브 페그보드(초)		152	67	54
퍼듀 페그보드(원점수)	오른손 과제	7	9	9
	양손 과제	5	5	8
	조립 과제	12	12	13

표 8. 보호자 상담을 통해 보고된 변화

중재 전 상담	중재 후 상담
-음악이나 춤을 보고 따라하는 것의 어려움. -테니스 및 배드민턴과 같은 활동에서 공이 떨어지는 타이밍 조절의 어려움. -낮은 리듬감(엇박자) -새로운 활동에 대한 적극성이 낮음.	-청각적 · 시각적 모방능력 증가 -타이밍의 정확성과 공간지각이 증가 -리듬감 향상 -전반적인 일상생활 수행 향상

대상자의 타이밍능력과 양측 협응의 향상을 측정 한 결과, 성과 피드백 안내음이 없는 경우(G.S/OFF)에 더 많은 향상을 보이고 성과 피드백 안내음이 있는 경우(G.S/ON) 적은 향상을 보였다. 이 결과는 Johansson 등(2012)이 뇌성마비 편마비아동을 대상으로 한 IM연구에서 성과피드백 안내음이 주어졌을 때 적은 향상을 보이는 것과 일치한다. 기준음을 중심으로 트리거의 히트가 시스템의 기준음과 얼마나 근접하게 동시화 되었는지를 즉각적인 안내음을 통해 피드백을 하게 된다. 그러나 주의집중이 어려운 뇌성마비 아동에게 기준음과 2가지 성과피드백의 동시적인 소리자극이 방해요소로 작용하여 성과피드백이 있는 경우가 성과피드백이 없는 경우보다 낮은 적중률을 보이는 것으로 판단된다. 중재기간 동안 사용된 IM의 프로토콜의 하위항목 10번과 11번은 상·하지의 협응 과제이다. 이는 오른손과 왼발 끝, 왼손과 오른발 끝을 교대로 치는 과제이며, 대상자는 10번과 11번 과제 수행에서 적중률의 점진적인 증가를 보였다.

다음으로 균형 능력의 변화를 측정하기 위해 BOT의 균형능력 영역을 시행하였으며, 그 결과 IM훈련을 통한 중재 이후 대상자의 균형 능력이 향상되었음을 입증하였다.

중재 이후 균형대에서 눈을 감고 우세발로 균형을 유지하는 것과 균형대에서 장애물 건너가기의 수행이 가능해졌다. 또한 IM 프로토콜의 균형과제인 12번과 13번은 한쪽발로 균형을 유지하고 반대측 발로 트리거를 히트하는 과제인데, 적중률의 증가를 보였다. 특히, 오른발로 균형을 유지하고 왼발 끝으로 트리거를 히트시키는 12번 과제에서 가장 많은 증가를 보였으며 이를 통해 IM 중재가 환측 발인 오른발의 한발서기 균형에 향상을 가져온 것을 알 수 있다. 이는 IM 중재가 골 형성 부전증을 가진 학생의 균형 능력을 향상시킨다는 연구와도 일치한다.(박승제 등, 2010)

상지 기능의 변화를 측정하기 위해 퍼듀-페그보드와 그루브드-페그보드 검사를 이용하여 중재 전, 중, 후에 걸쳐 각 1회씩 총 3회 측정 하였다. 측정 결과 그루브드-페그보드 검사에서 수행시간의 시간 단축을 보였고, 퍼듀-페그보드 검사의 양손과제와 조립과제에서는 수행의 향상은 보였으나 유의한 결과로 보기 어렵다. 이는 Hill 등(2011)의 선행연구에서 뇌졸중환자를 대상으로 작업치료와 IM을 함께 적용한 실험군과 작업치료 중재만 들어간 대조군으로 나눠 그 효과를 비교한 연구 결과 작업치료와 IM을 병행한 실험군에서 상지기능과 일상생활능력의 더 많은 향상을 보였으나, 본 연구와는 일치하지 않는다. 그 이유로 선행연구에서는 IM과 작업치료 병행하였으나, 본 연구에서는 IM 중재만을 사용하였기 때문에 연구 결과의 차이가 나타나는 것으로 판단된다.

측정된 변화의 결과로 측정변수 외 가정과 교실 내에서의 생활 변화를 알아보기 위해 보호자 상담을 한 결과, 연구 참여 전과 후의 대상자의 변화를 알 수 있었다. 이로 인해 IM훈련을 통한 양측 협응과 균형 능력 및 상지기능의 증진이 대상자의 실제 일상생활에서 수행의 변화로 연계된 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 결과는 뇌졸중 환자에게 작업치료와 상호작용식 메트로놈을 함께 적용하였을 때 팔의 기능적 능력이 증가하고 삶의 질적인 향상을 확인한 연구와도 부합하며, 상지기능과 일상생활능력의 향상을 보인 연구와도 유사한 결과이다(Beckelhimer et al., 2011; Hill et al., 2011). 또한 Melinda와 Robin(2005)의 연구에서 아동의 부모님에 의해 보고된 타이밍의 정확도 변화에 따른 협응, 운동능력 향상과 가정에서의 행동변화와도 일치한다.

IM 훈련이 신경세포 내의 처리 속도를 증가시키고 인체 내에서 타이밍(timing), 균형(balance), 운동조절(coordinating movement), 운동학습(motor learning)을 담당하는 기관인 소뇌의 영역을 활성화 시킨다는 Alpiner(2004)의 연구에서 제시한 바와 같이, IM훈련이 양측 협응, 균형 능력의 향상을 가져오는 것을 본 연구에서도 살펴볼 수 있었다.

연구의 제한점은 대상자 수가 적은 개별실험연구로서 대상자의 특징이나 변화 양상을 자세하게 알아볼 수 있으나 연구 결과를 일반화하기가 어렵다는 점이다. 반복측정 도구의 학습효과에 대한 우려가 있으며, 균형 능력의 측정 도구의 민감도가 다소 낮아 질적인 변화를 측정하는데 어려움이 있었다.

향후 연구에는 다수의 대상자들로 구성된 실험군과 대조군의 무작위 대조 실험연구를 실시하고, 뇌성마비 아동의 양측 협응의 변화를 민감하게 반영할 수 있는 측정 장비를 개발해야 할 것이다. 또한 균형능력을 민감하게 반영할 수 있는 측정 장비를 사용하여 IM훈련의 효과를 검증할 수 있는 연구들이 필요할 것이다.

V. 결 론

본 연구는 편마비 뇌성마비 아동을 대상으로 개별사례 실험연구를 통해 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM)중재를 적용하여 양측 협응과 균형 능력 및 상지기능의 변화를 알아보았다. 총 20회기 중 12회기의 중재기 동안 40~50분의 IM훈련을 실시하였다. 상호작용식 메트로놈 중재 이후 대상자의 신체 양측 협응과 균형조절에서 유의한 향상을 보였고 상지기능점수의 증가를 보였다.

본 연구를 통해 상호작용식 메트로놈 중재가 양측 협응과 균형능력 향상에 효과를 있다는 근거를 제공하였다. 따라서 상호작용식 메트로놈이 편마비 뇌성마비아동에게 양측 협응과 균형능력향상을 위한 임상적 중재방법으로 사용 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

고명숙, 오덕원, 한승원, 유병규, 정재훈. (2008). 수중 상지 대칭운동이 편마비 아동의 상지 운동기능에 미치는 영향. 대한작업치료학회지, 16(1), 67-76.

김미진. (2008). 수중재활운동이 편마비 아동의 대근육 운동 기능에 미치는 효과(석사학위논문). 창원대학교, 창원.

김세연, 박은혜. (2007). 편마비형 뇌성마비 유아를 위한 기능적 활동중심의 수정된 건측 상지 운동 제한 중재 효과. 유아특수교육연구, 7(2), 159-177.

김정연, 윤형준. (2010). 감각자극을 활용한 운동프로그램이 뇌성마비 아동의 운동 타이밍 제어 능력에 미치는 효과. 중복 · 지체부자유아교육, 53(2), 81-97.

박병림, 허정식. (1999). 뇌성마비 아동의 신체 협응과 운동 타이밍 제어 능력에 관한 연구. 한국스포츠심리학회지, 10(2), 21-44.

박승제, 박성희, 김은정, 정윤화, 최입동, 이재신. (2010). Interactive Metronome (IM) 중재가 골 형성 부전증(Osteogenesis Imperfecta)을 가진 학생의 균형(balance)과 작업수행에 미치는 영향. 대한아동 · 학교작업치료학회지, 1(1), 57-73.

이종구, 강경숙. (역) (1990). 뇌성마비와 언어치료. 서울, 한국: 경운출판사.

전혜선, 고명숙. (2005). 편마비 아동의 환측 상지의 운동 및 감각기능에 미치는 수정된 강제유도 운동치료의 효과. 대한작업치료학회지, 13(1), 63-78.

정지인. (2010). Interactive Metronome과 인지증진 치료가 ADHD 성향 남아의 주의력과 충동성에 미치는 영향 비교(석사학위논문). 성신여자대학교, 서울.

천승철, 오덕원. (2010). 수중 강제유도운동치료가 편마비를 가진 뇌성마비 아동의 상지기능과 일상생활동작에 미치는 영향. 대한작업치료학회지, 18(2), 121-131.

홍정선. (2007). 정상 발달을 위한 뇌성마비 치료. 서울, 한국: 군자출판사.

Alpiner, N. (2004). The role of functional MRI in defining auditory-motor processing networks. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 85*(9), 36-37.

Asher, I. E. (1996). *Occupational therapy assessment tools: An annotated index-second edition.* Bethesda, MD: American Occupational Therapy Association.

Beckelhimer, S. C., Dalton, A. E., Richter, C. A., Hermann, V., & Page, S. J. (2011). Computer-based rhythm and timing training in severe, stroke-induced arm hemiparesis. *American Journal of Occupational Therapy*, *65*(1), 96-100. doi:10.5014/ajot2001.09158

Debaere, F., Swinnen, S. P., Beatse, E., & Sunaert, S. (2001). Brain areas involved in interlimb coordination: A distributed network. *Neuroimage 14,* 947-958. doi:10.1006/nimg.2001.0892

Diamond, S. J. (2003). *Processing speed and motor planning: The scientific background to the skill trained by interactive metronome technology.* Unpublished manuscript, Department of Psychology, University of British Columbia, Vancouver, Canada.

Eliasson, A. C., Gordon, A. M., & Forssberg, H. (1991). Basic coordination of manipulative

forces in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology, 33*, 661-670. doi:10.1111/j.1469-8749.1991.tb14943.x

Fullerton, K. J., McSherry, D., & Stout, R. W. (1986). Albert's test: Aneglected test of perceptual neglect. *Lancet, 8478*(1), 430-432. doi:10.1016/S0140-6736(86)92381-0

Hemayattalab, R., & Rostami, L. R. (2010). Effects of frequency of feedback on the learning of motor skill in individuals with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities, 31*, 212-217. doi:10.1016/j.ridd.2009.09.002

Hill, V., Dunn, L., Dunning K., & Page, S. J. (2011). A pilot study of rhythm and timing training as a supplement to occupational therapy in stroke rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation, 18*, 728-737. doi:10.1310/tsr1806-728

Jeanetta, B., Valerie, D., Sheila, F., Mary, K., Jane, K., & Deborah, M. (2001). Theoretical and clinical perspectives on the Interactive Metronome (IM): A view from a clinical occupational therapy practice. *American Journal of Occupational Therapy, 55*, 163-166. doi: 10.5014/ajot.55.2.163

Johansson, A. M., Domellöf, E., & Rönnqvist, L. (2012). Short- and long-term effects of synchronized metronome training in children with hemiplegic cerebral palsy: A two case study. *Developmental Neurorehabilitation, 15*(2), 160-169. doi:10.3109/17518423.2011.635608

Libkuman, T. M., Otani, H., & Stegar, N. (2002). Training in timing improves accuracy in golf. *Journal of General Psychology, 129*(1), 77-96. doi:10.1080/00221300209602034

Melinda, L. B., & Robin, L. D. (2005). Interactive metronome training for a 9-year-old boy with attention and motor coordination difficulties. *Physiotherapy Theory and Practice, 21*(4), 257-269. doi:10.1080/09593980500321085

Nourbakhsh, M. R., & Ottenbacher, K. J. (1994). The statistical analysis of single-subject data: A comparative examination. *Physical Therapy, 74,* 768-776.

Perlstein, M. A. (1961). *Cerebral Palsy: Dr. Meyer Perlstein Answers Questions Parents Ask.* Chicago, IL: National Society for Crippled Children and Adults.

Ruff, R. M., & Parker, S. B. (1993). Gender and age-specific changes in motor speed and eye-hand coordination in adults: Normative values for the finger tapping and grooved pegboard tests. *Perceptual and Motor Skills, 76,* 1219-1230. doi:10.2466/pms.1993.76.3c.1219

Shnha, G., Corry, P., Subesinghe, D., Wild, J., & Levene, M. I. (1997). Pervalence and type of cerebral palsy in a british ethnic community: The role of consanguinity. *Developmental Medicine and Child Neurology, 39*(4), 259-262. doi:10.1111/j.1469-8749.1997.tb07422.x

Snell, M. E., & Brown, F. (2006). *Instruction of Students with Severe Disabilities* (6th ed). Austin, TX: Prentice Hall.

Sommer, M., & Rönnqvist, L. (2009). Improved motor-timing: Effects of synchronized metronome training on golf shot accuracy. *Journal of Sports Science and Medicine, 8*, 648-656.

Tiffin, J. (1968). *Purdue pegboard: Examiner manual.* Chicago, IL: Science Research Associates.

Tiffin, J., & Asher, E. J. (1948). The purdue pegboard: Norms and studies of reliability and validity. *Journals of Applied Psychology*, *32*, 234-247.

Uvebrant, P. (1988). Hemiplegic cerebral palsy etiology and outcome. *Acta Paediatrica, 77*(s345), 1-100. doi:10.1111/j.1651-2227.1988.tb14939.x

Abstract

The Effects of Interactive Metronome on Bilateral Coordination, Balance, and Upper Extremity Function for Children With Hemiplegic Cerebral Palsy : Single-Subject Research

Jung, Ji-Hye[*], B.H.Sc., O.T., Kim, Su-Kyoung[**], Ph.D., O.T.

[*]Dept. of Occupational Therapy, Irum therapeutic education Center

[**]Dept. of Occupational Therapy, Konyang University

Objective : The purpose of this study was to investigate the effects of an Interactive Metronome (IM) on the bilateral coordination, balance, and upper extremity function for children with hemiplegic cerebral palsy.

Methods : For this study, single-subject experimental research was conducted using an ABA design. We observed the child for around 40 minutes twice a week for 10 weeks, with a total of 20 sessions. We evaluated the child's bilateral coordination without intervention in the baseline phase (A) for four sessions. In the intervention phase (twelve sessions), the child received 40 minutes of Interactive Metronome training twice a week. The bilateral coordination of the child was measured after each training. During the second baseline phase, data were collected using the same procedure as the first baseline phase. The child's balance was assessed before and after treatment. In addition, the child's hand function was assessed pre-, interim-, and post-treatment.

Results : After IM training, the participant showed an increase in bilateral coordination and balance, and demonstrated significant improvement. Additionally, the participant showed an increase in hand function, although not at a significant level.

Conclusion : The results of this study suggest that IM training has a positive effect on bilateral coordination and balance. In addition, IM training can be used as basic data for clinicians in the area of occupational therapy.

Key words : Balance, Bilateral coordination, Hand function, Interactive Metronome, Occupational therapy