

# 실행문제가 있는 아동의 상호작용식 메트로놈 중재를 통한 타이밍 변화: 단일 대상 연구

송지원\*, 홍은경\*\*

\*길심리발달상담센터 작업치료사

\*\*신성대학교 작업치료과 조교수

## 국문초록

**목적:** 본 연구는 실행 문제가 있는 일반초등학교에 재학 중인 아동을 대상으로 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM) 훈련을 적용하고, IM 훈련에 따라 타이밍의 변화도를 측정하고자 하였다.

**연구방법:** 연구 대상은 만 12세 2개월의 남아 1명이었다. 단일대상연구의 A-B설계를 사용하여 총 11회기를 적용하였다. 기초선 기간 동안 아동에 대한 IM 전체형 평가, 임상관찰, 단축형 감각프로파일을 실시하였고, 중재 기간 동안 IM 훈련을 하였다. 모든 회기 동안 동일하게 IM의 단축형 평가(Short Form Assessment; SFA) 동작 과제 1, 2를 실시하였고, 변화도를 그림으로 제시하였다.

**결과:** 초기평가 결과, 대상 아동은 양측통합과 순서실행장애로 의심되었다. SFA 동작 과제 1, 2에서 기초선 기간에 비해 중재선 기간 동안 타이밍에 대한 정확도가 높았다. 또한 SFA 동작 과제 1의 추세선을 살펴본 결과, 기초선 기간에 음의 기울기를 보였으나 중재기간에는 양의 기울기를 보였다.

**결론:** 실행에 문제가 있는 아동의 타이밍에 IM이 긍정적인 효과가 있음을 시사하므로 임상에서 IM 훈련을 적용하는 근거가 될 것으로 보인다.

**주제어:** 상호작용식 메트로놈, 실행장애, 타이밍

## 1. 서론

실행(praxis)은 운동과 인지간의 교량역할을 하는 것으로 익숙하지 않은 활동을 개념화(ideation), 계획(planning), 수행(execution)하는 능력이다(Bundy, Lane, & Murray, 2002). 실행장애(dyspraxia)는 발달기에 요구되는 다양

한 움직임의 운동계획에서 어려움을 보이는 것을 의미한다(Bundy, Lane, & Murray, 2002; Kim & Kim, 2004). 실행장애 아동은 움직임을 창조하거나 새로운 움직임을 사용하여 적절하게 조직화하고 계획하는데 심리학적·신경학적 문제를 가진다(Smith Roley, Blanche, & Schaaf, 2001). 또한 일상생활, 놀이, 일 등에서 자발적이

교신저자: 홍은경(hongek@shinsung.ac.kr)

접수일: 2020.11.20.

|| 심사일: 2020.12.07.

|| 게재확정일: 2020.12.24.

거나 목표지향적인 행동을 수행하거나 새로운 과제를 학습하는데 어려움을 보일 수 있다(Kim, Ji, & Noh, 2003).

실행장애는 크게 체성감각정보의 처리에 문제로 인한 체성실행장애(Somatodyspraxia; SD), 전정감각과 고유수용성감각 처리의 문제로 인한 양측통합과 순서실행장애(Bilateral Integration and Sequencing Deficits; BIS)로 구분할 수 있다(Kim & Kim, 2004). SD는 운동수행시 피드백(feedback)과 피드포워드(feedforward) 의존 움직임을 모두 처리하는데 어려움을 보인다. BIS는 신체의 양측을 지각하여 사용하고, 운동을 순서대로 실행하는 피드포워드 의존 움직임에 어려움을 보인다(Bundy, Lane, & Murray, 2002). 피드포워드는 개인의 사지를 순서대로 움직이는데 정확한 시간에 특정 장소에 위치시키는 중요한 요소이다(Fisher, 1991). 실행장애 아동은 체육수업과 관련하여 순서가 있는 움직임이나 전략, 규칙을 배우기 어려워한다. 또한 공을 언제, 얼마나 멀리, 얼마나 빠르게 던져야 하는지 알지 못한다(Goodgold-Edwards & Cermak, 1990). 이런 것은 타이밍과 관련이 있다.

다양한 움직임은 양측 협응 움직임과 타이밍의 개념이 포함된 계획을 요구한다(Bundy, Lane, & Murray, 2002). 공을 발로 찰 때, 아동은 발이 공과 만나는 지점을 예상해야하고, 공이 발에 닿기 전에 그 지점으로 발의 위치를 옮겨야 한다. 이와 같은 활동은 공 잡기, 장애물 피해 자전거 타기, 줄넘기에서 찾아볼 수 있다. 발달상에서 양 다리의 협응 발달 전에 양 팔의 협응이 먼저 발달하고, 사지의 대칭적인 협응이 비대칭적인 협응보다 더 빨리 발달한다. 또한, 사지의 개별적인 양측 움직임이 순서가 있는 양측움직임보다 빨리 발달한다(Bundy, Lane, & Murray, 2002).

타이밍은 행동에서 시간적인 영역을 다루는 능력으로 운동타이밍(motor timing), 지각타이밍(perceptual timing), 시간예지력(temporal foresight)으로 구분된다(Gu, Kang, Lee, & Kim, 2017). 운동타이밍은 날아오는 테니스공을 적절한 거리에서 치는 것과 같이 최적의 순간의 운동반응이나 행동을 의미한다(Rubia, 2006; Rubia & Smith, 2004). 지각타이밍은 공에 도달할 충분한 시간이 있는지 시간을 예측 및 구별하는 능력을 의미하며, 시간예지력은 너무 열심히 운동하면 다음날 팔의 통증이 있을 것이라는 즉각적인 행동에 대한 미래의 결

과를 예측 및 고려하는 능력이다(Rubia, 2006; Rubia & Smith, 2004).

양측 협응 움직임과 타이밍의 요소를 포함한 실행장애를 치료하는 접근법은 감각통합치료, 작업치료, 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM)훈련 등이 있다. 그 중 IM은 타이밍과 양측 사지의 순서화를 평가하고, 중재할 수 있는 컴퓨터 기반의 훈련프로그램이다. IM은 인간이 운동을 실행할 때 타이밍이라는 내적 감각에 기초하는 타이밍 이론을 근거로 한다(Greenspan, 1997). 타이밍 이론이란 주어진 자극에 대해 반응을 보이는 시간으로 반응에 대한 정확성을 의미하는 것으로 운동을 계획하고, 실행하기 위해 일어나는 일을 예상하며 움직임을 안내하는 정보를 활용하는 것이다(Wuang, Wang, Huang, & Su, 2008). 즉, IM은 외부에서 주어지는 리듬과 신체 내부 리듬간의 동시적 작용을 통해 신체 내부의 타이밍과 관련한 신경학적 기능을 강화시킨다(Gu, Kang, Lee, & Kim, 2017). IM 훈련장비의 헤드셋을 통해주어지는 청각적 정보로 양측 움직임을 하도록 하고(Shaffer et al., 2001) 움직임의 타이밍, 리듬, 계획, 순서화를 향상시키는데 도움이 된다(Koomar et al., 2001). IM은 국내·외 아동 및 청소년과 관련한 연구에서 많이 적용되고 있는데 주로 주의력결핍과잉행동장애나 지적장애의 진단군에게 사용하여 집중력, 타이밍, 자세, 운동능력을 살펴보았다(Gu, Kang, Lee, & Kim, 2017; Kang, 2017; Koomar et al., 2001; Lee & Kim, 2018; Park & Kim, 2018). 비장애군 대상으로는 집중력과 운동협응에 문제가 있는 9세 아동에게 적용한 국외 연구(Melinda & Robin, 2005)는 있었지만, 비장애군의 국내아동을 대상으로 청각적 피드백에 대한 타이밍을 변화를 살펴보는 것은 찾기 어려웠다.

본 연구에서는 실행 문제가 있는 일반초등학교에 재학 중인 아동을 대상으로 IM을 적용하고, IM 훈련에 따라 타이밍의 변화도를 측정하고자 하였다. 세부적인 목표는 첫째, 실행문제가 있는 아동에게 IM 훈련을 적용하여 타이밍의 정확도 변화를 알아본다. 둘째, 실행문제가 있는 아동에게 청각적 패드백이 제공되는 IM 훈련을 적용하여 타이밍의 정확도 변화를 알아본다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구 대상은 현재 초등학교 6학년에 재학 중인 만 12세 남아이었다. 아동은 심리, 언어, 인지적 문제로 경기도 이천의 아동발달센터에 내원하였다. 특별히 받은 진단은 없으나 미숙한 감정 표현과 부족한 언어 능력을 개선하기 위해 언어치료와 놀이치료를 받고 있는 아동이었고, 주의력 및 인지기능 향상을 위해 인지치료가 의뢰되었다. 아동은 말수가 매우 적고 수줍어하는 편이었고, 목소리가 작아 대화를 유도하기가 까다로운 편이나 일상적인 의사소통에 문제가 있는 것은 아니었다. 학업은 6학년 수준의 온라인 학교 수업과 가정 과외를 하고 있고, 수행수준은 아동이 모가 문제집을 확인하는 것을 싫어하여 파악하기 어려웠다.

가족관계는 부모와 11살, 7살 동생이 있었다. 아동 임신 시 모의 연령은 27세이었고, 건강상태는 양호하였다. 자연 분만하였고, 출생과 관련한 특이 병력 사항은 없었다. 출생 후 3세까지 조부모 집에서 조모가 양육하였다. 비교적 순한 편이었고, 두드러진 발달지연은 보이지 않았다. 조부모 집에서 집착하는 이불이 있었고, 현재도 좋아하는 이불에 집착을 보일 때가 있다고 하였다. 또한 조부와 흥장난하는 것을 좋아하였고, 주로 그림을 그리거나 퍼즐, 게임을 즐겨하였다.

현재 아동은 동생들과 관계가 좋은 편이고 컴퓨터 게임, 시내 외출하기, 요리하기에 흥미가 있었다. 모는 현재 아동의 등교준비, 숙제, 정리정돈 및 시간개념에 대한 일상생활에 대해 중간정도 수행을 한다고 응답하였고 또래에 관심이 없어 보이며 또래관계에서 어울리지 못하는 것 같아 걱정이라고 하였다.

초기평가로 모의 의해 작성된 단축형 감각프로파일(Short Sensory Profile; SSP)에서 고유수용성감각과 전정감각 처리에 약간의 어려움이 확인되었다. 또한 임상적 관찰에서 아동은 움직임이 부드럽게 모방하지 못하고 균형, 지구력에도 어려움을 보이는 것을 미루어 보아 고유수용성, 전정감각 처리에 어려움이 있다는 것을 알 수 있었다. 임상관찰 시 아동은 만 12세의 연령과 양호한 인지 수준으로 대부분의 검사항목을 수행할 수 있으나 검사 항목의 리듬감, 부드러움, 정확성, 반복에 대한 지

구력, 자세유지 등 내용의 질적 면에서 문제가 있었다.

작업과 관련한 수행에서는 일정한 간격과 바른 줄에 맞춰 글자 쓰기가 어려웠고, 철자법을 완전히 익히지 못하였다. 연필은 3점 잡기를 하였지만 글자를 힘을 주고 쓰는 편이었고 필체를 알아보기 힘들었다. 바른 각으로 종이접는 것을 어려워하고, 비교적 간단한 순서의 종이접기를 스스로 하지 못하였다. 끈 묶기, 타이핑 치기 등 미세 운동에도 어려움을 보였다. 활동 시 오랫동안 반복하면, 편측으로 기울어지는 경향이 있었고, 상지 동작 시 근위부 안정성이 떨어졌다. 상지교환반복 운동과 같은 리듬이 있는 반복적인 움직임 시 교대적으로 방향을 조절하기 어려웠고, 리듬과 타이밍이 부자연스러웠다. 한발 서기 등 균형각각이 부족하였고 수행시간에 따른 지구력 저하가 두드러지게 확인되었다. 그러나 양와위(prone extension posture)나 복와위(supine flexion posture)에서 자세 모방 및 유지하기 잘 수행하였고, 복와위시 머리가 떨어지는 문제도 없었으며 촉각처리의 어려움은 찾기 어려웠다. 이와 같은 결과를 종합하여 볼 때 아동은 실행장애 중 BIS로 추정하여 치료하였다(Table 1, 2).

### 2. 연구과정

#### 1) 연구설계

본 연구는 단일대상연구(single subject design)로 A-B 설계를 사용하였고, 기초선 A는 3회기, 중재 B는 8회기 이었다(Figure 1). 기초선 기간 동안 아동과 관련한 초기 상담 및 임상관찰, SSP, IM의 전체형 평가(Long Form Assessment; LFA)을 실시하였고, 중재 기간 동안 45-50분 동안 IM 훈련을 실시하였다. 아동은 주 1회 기관에서 IM 훈련을 받았고, 그 외 언어치료를 받고 있었다.

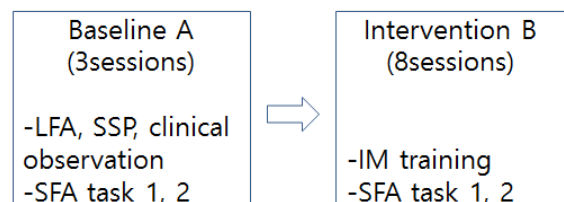


Figure 1. Procedure of study

IM: Interactive metronome, LFA: Long form assessment, SFA: Short form assessment, SSP: Short sensory profile

## 2) 연구도구

기초선 기간 동안 아동의 기능 수준 파악을 위해 초기 상담, SSP를 모를 대상으로 실시하였고 아동을 대상으로 임상관찰, LFA를 하였다. 기초선 기간 동안 아동의 기능변화를 알아보기 위해 1~2분 정도의 IM의 단축형 평가(Short Form Assessment; SFA) 동작 과제1, 2를 측정하였다. 중재기간 동안 아동에게 IM 프로토콜에 맞춰 훈련을 실시하였고, 기초선과 동일하게 SFA를 측정하였다. IM 프로토콜은 기본 설정값으로 하였고 난이도(difficulty)=100, 템포(tempo)=54로 하였다. 아동의 컨디션에 따라 과제의 종류, 시간을 변경하여 실시하였다.

### (1) 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM)

상호작용식 메트로놈(IM)은 하드웨어, 소프트웨어, 손발 트리거, 헤드셋으로 구성된 도구로 평가와 중재가 가능하다. 평가는 전체형 평가(Long Form Assessment; LFA)와 단축형 평가(Short Form Assessment; SFA)가 있다. 아동의 초기 평가를 위하여 LFA를 실시하였고, 기초선과 중재선의 변화도를 알아보기 위해 SFA 동작 과제1, 과제 2를 측정하였다. LFA는 총 14가지의 동작 과제로 구성되어 있다. 동작 1은 양손치기, 동작 2는 오른손치기, 동작 3은 왼손치기, 동작 4는 양 발끝 교대로 두드리기, 동작 5는 오른발 끝 태핑하기 동작 6은 왼발 끝 태핑하기, 동작 7은 양발 뒤꿈치 교대로 두드리기, 동작 8은 오른발 뒤꿈치 두드리기, 동작 9는 왼발 뒤꿈치 두드리기, 동작 10은 오른손 치고 왼발 끝 밟기, 동작 11은 왼손 치고 오른발 끝 밟기, 동작 12는 오른발 균형잡고 왼발 끝 태핑, 동작 13은 왼발 균형잡고 오른발 끝 태핑하기이다. 마지막 동작 14는 추가적으로 안내음을 들으며 과제 1번 동작을 하는 것이다.

각 과제시 헤드폰에서 들려오는 기준음에 따라 손과 발의 트리거를 두드린다. 트리거는 기준음과 타이밍의 정보를 IM 프로그램이 설치된 컴퓨터 시스템에 전달하고 정보를 분석하여 트리거를 치는 정확도를 1/1000초인 밀리세컨드(ms) 단위로 운동과제 평점(task average)을 기록한다. LFA의 과제의 평점은 두드린 정보가 기준음에 얼마나 근접하는지 측정한 것으로 밀리세컨드 평균치로 나타내며 0에 가까울수록 정확한 반응을 한 것이다. 결과표에는 빠르게 반응한 비율, 늦게 반응한 비율, 그리

고 총점이 나온다. LFA 검사-재검사 신뢰도는 .85-.97이다(Cassily & Jacokes, 2001).

SFA는 운동과제 평점(millisecond average)과 적중률(SRO%)을 사용하여 타이밍 능력을 측정한다. 과제 1은 성과 피드백 안내음 없이 기준음만 들려주며 양손치기 과제를 수행하는 것이고, 과제 2는 성과 피드백 안내음이 제공된다. 성과 피드백 안내음이란 헤드폰을 통해 들리는 메트로놈 비트에 맞추어 정확한 타이밍에 반응하였는지 알려주는 청각적 피드백 방식으로 메트로놈 비트에 정확히 쳤으면 무음, 비트보다 빠르거나 느리게 쳤다면 각각 다른 피드백 안내음이 제공된다(Hill, Dunn, Dunning, & Page, 2011).

### (2) 단축형 감각프로파일(Short Sensory Profile; SSP)

단축형 감각프로파일(SSP)은 Dunn(1999)이 개발한 감각프로파일(sensory profile)의 단축형 버전으로 일상 생활에서 감각처리와 관련된 어려움을 보이는 아동을 선별하기 위한 도구이다. 본 연구에서는 국내 사용을 위해 Kim(2001)이 변안한 단축형 감각프로파일을 사용하였다. 검사의 내용은 7개의 영역으로 구성되어 촉각민감성, 맛/냄새 민감성, 움직임 민감성, 과소반응/특정자극을 찾는 행동, 청각여과하기, 활력이 부족하고 허약함, 시각/청각 민감성을 측정하고, 총 38개 문항이다. 자기 보고식의 질문지로 보호자가 작성하고 리커트 5점 척도로 점수화하였다.

결과해석은 총점이 155-190점이면 전형적인 수행(typical performance), 142-154점이면 문제 가능성(probable difference), 38-141점이면 확실한 문제(definite difference)로 분류한다. 평가도구의 내적일치도 Cronbach  $\alpha$  값은 .70-.90이다(Kim, 2001).

### (3) 임상관찰

임상관찰은 대한감각통합치료학회에서 발간한 감각통합 Q&A(Kim, Ji, & Noh, 2003)의 내용을 발췌하여 실시하였다. 검사 항목에 대하여 매우어려움, 어려움, 좋음으로 표시하였고 특이 사항에 대해서 코멘트로 작성하였다.

### 3) 연구과정

연구의 목적과 내용은 기관의 소장 및 아동의 모로부터 동의를 받고, 2020년 9월부터 11월까지 진행하였다. 연구대상자의 선정은 IM 증재를 받기로 대기 중인 아동 중 모의 협조가 가능한 아동으로 임의 선정하였다. 아동을 증재한 작업치료사는 임상 경력 15년차이었고, 아동을 증재하기 전 IM 훈련에 대한 교육을 이수하였으며 기관에서 IM 훈련을 전담으로 하고 있었다.

평가 및 증재는 센터 내의 치료실로 외부의 접촉이 없는 조용하고, 책상과 의자가 있으며 간단한 운동 평가가 가능한 공간이었다. 치료사와 일대일로 평가 및 증재를 하였다.

### 4) 분석방법

SFA 동작 과제 1, 2는 엑셀로 정리하여 평균 및 추세선을 그래프로 제시하였다.

너지/약함에서는 종종 쉽게 피곤해보인다고 하였고, 가끔 잡는 힘이 약하거나 무거운 것을 들지 못한다고 모가 응답하였다(Table 1).

### 2) 임상관찰 결과

임상관찰시 아동은 대부분의 항목에서 수행이 가능하였으나 자세불량, 지구력부족, 리듬부족이 관찰되었다. 양손교환반복운동시 손을 완전히 뒤침(supination)시키지 못하거나 몸통이 기울어지는 자세 유지의 어려움을 보였다. 양상지 90도 벌림 후 원 그리기시에는 왼손으로는 부드러운 움직임을 하기 힘들어 하였다. 천천히 양팔 움직일시에는 어깨 위치에서 양손을 유지하기 힘들어하고 손목이 아래로 처지는 모습이 관찰되었다. 자세배경 운동에서는 신체가 앞 또는 편측으로 기울어지는 모습을 보였고, 시간이 지속되면 더 자세변화도가 커 지구력이 떨어지는 모습을 보였다. 또한, 균형각각이 부족하여 눈 감고 한발로 서 있거나 한 지점에 서있지 못하고 몸이 흔들리는 모습을 보였다(Table 2).

## III. 결과

### 1. 초기평가 결과

#### 1) 단축형감각프로파일의 결과

단축형감각프로파일(SSP) 결과에서 총점은 '전형적인 수행'으로 나타났으나 움직임민감성과 저에너지/약함 항목에서 '문제 가능성'의 결과를 보였다. 움직임민감성에서 머리가 아래로 향하는 활동을 싫어하거나 높은 곳에서 뛰어내리기를 무서워하는 경우가 가끔 있었다. 저에

#### 3) 상호작용식 메트로놈의 전체형 평가 결과

상호작용식 메트로놈(IM)의 LFA에서 아동의 전체형 평가의 평균값은 83ms로 평균 이하의 수준을 보였다. 평균 수준을 보인 항목은 동작 1, 동작 5, 동작 6, 동작 8, 동작 10, 동작 11 이었고 충동성은 없었다. 항목별로 해석하였을 때 오른쪽보다 왼쪽의 타이밍 능력이 떨어졌고, 발을 뒤로 태핑하는 과제와 균형이 필요한 과제 수행에 더 어려움을 보였다. 동작 1과 14를 비교하였을 때 각각의 평균값이 64ms, 180ms로 청각적 피드백음이 제공될 때 더 지연된 반응을 보였다(Table 3).

Table 1. Result of Short Sensory Profile

Section	Raw score	Result
Tactile sensitivity	34/35	Typical performance
Taste/smell sensitivity	15/20	Typical performance
Movement sensitivity	12/15	Probable difference
Underresponsive/seek sensation	34/35	Typical performance
Auditory filtering	28/30	Typical performance
Low energy/weak	25/30	Probable difference
Visual/auditory sensitivity	25/25	Typical performance
Total	173/190	Typical performance

**Table 2.** Result of clinical observation

Dominant	Right	Left	Non dominant
Dominant hand	0		
Dominant foot	0		
Item	Very difficult	Difficult	Good
Muscle tone			0
Diadochokinesis		0	
Slow movement			0
Finger opposition			0
Finger-nose movement			0
Arm extension test			0
Equilibrium			0
Prone extension			0
Supine flexion			0
Hop, skipp, jump			0
Postural background movement		0	
Tactile defensiveness			0
Gravitational insecurity			0
Make circles after arms abduction 90°		0	
Stand on one foot (eyes closed)	0		

**Table 3.** Result of long form assessment

Task	ms	Early hits	Late hits
1. Both hands	64	18	35
2. Right hand	76	17	13
3. Left hand	100	18	12
4. Both toes	101	7	22
5. Right toe	28	22	6
6. Left toe	56	17	7
7. Both heels	102	15	11
8. Right heel	68	17	10
9. Left heel	81	16	13
10. Right hand/left toe	44	18	7
11. Left hand/right toe	59	14	10
12. Balance right foot	102	20	9
13. Balance left foot	106	22	6
14. Both hands with guide	108	9	43
Total	83	230 (53.0%)	204 (47.0%)

## 2. 상호작용식 메트로놈의 단축형 평가 결과의 변화

### 1) 상호작용식 메트로놈의 단축형 평가 동작 과제 1

IM의 SFA 동작 과제 1에서 기초선 기간의 평균은 78.3ms이었고, 중재기간의 평균은 37ms이었다. 기초선

과 중재기간의 평균 변화도는 약 41ms이었다. 기초선 기간의 추세선은 양의 그래프를 나타내었고, 중재기간의 추세선은 음의 그래프를 보였다(Figure 2).

### 2) 상호작용식 메트로놈의 단축형 평가 동작 과제 2

IM의 SFA 동작 과제 2에서 기초선 기간의 평균은

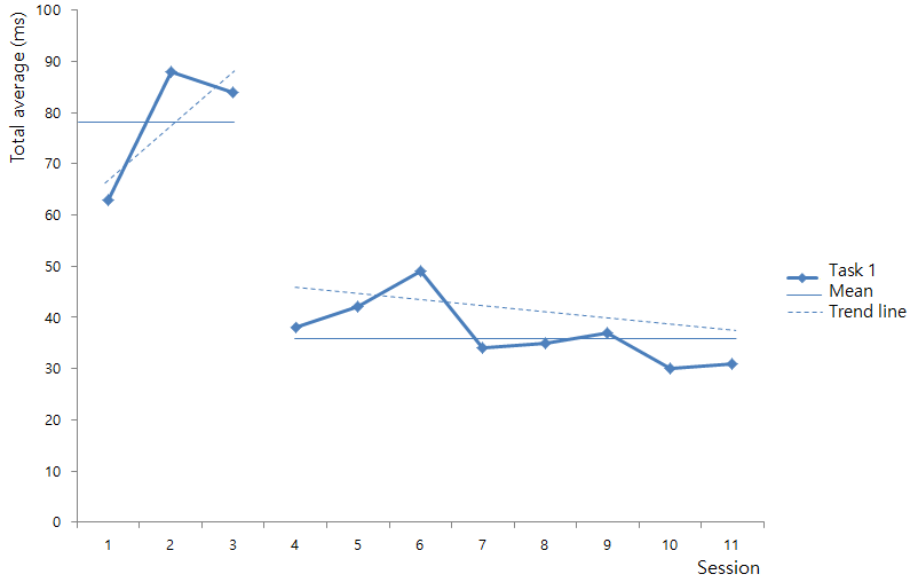


Figure 2. Change of task 1

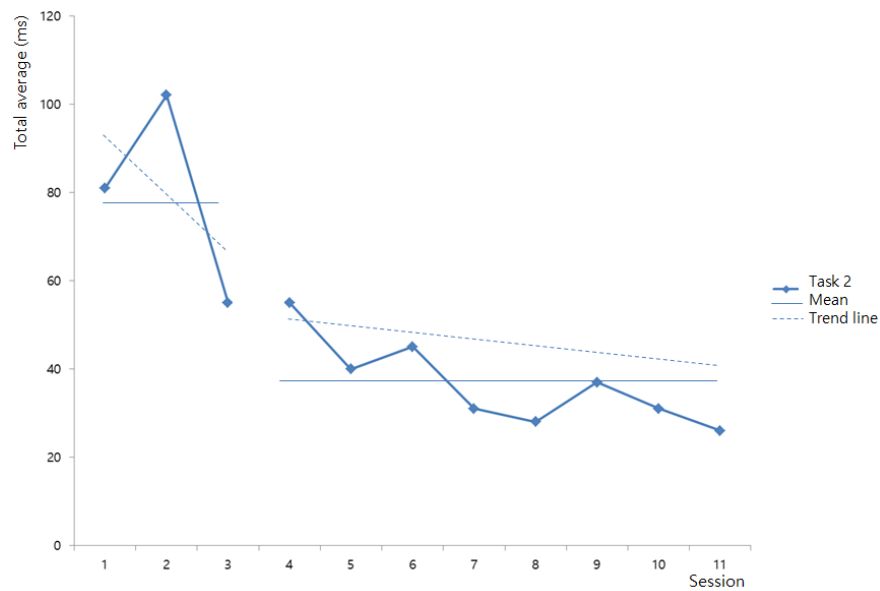


Figure 3. Change of task 2

79.3ms이었고 중재기간의 평균은 36.6ms이었다. 기초선과 중재기간의 평균 변화도는 약 43ms이었다. 기초선기간의 추세선은 음의 그래프를 나타내었고, 중재기간의 추세선은 음의 그래프를 보였다(Figure 3).

#### IV. 고찰

본 연구는 양측통합과 순서실행장애(BIS)로 의심되는

초등학교 6학년의 아동을 대상으로 상호작용식 메트로놈 훈련을 실시하고 회기별로 그 변화도를 살펴보았다. BIS는 임상에서 보는 장애 중 경한 편에 속하는 장애이다. 감각통합기반 실행장애의 유형 중 하나로 전정감각과 고유수용성감각 처리에 문제를 보여 양와위(prone extension), 근위부 안정성(proximal stability), 균형, 자세배경 움직임, 복와위(supine flexion)시 목의 굽힘 자세 유지에서 어려움을 보인다(Bundy, Lane, & Murray, 2002). BIS는 신체의 양측을 협응하여 사용하는 것과 움

직임을 순서대로 수행하는 것이 어렵다. 임상에서 BIS는 오른쪽-왼쪽에 혼동, 우세손이 정해지지 않음, 중심선 지나기 회피, 스킵(skipping), 점핑잭(jumping jack), 공 던지고 받기를 하기 힘들어한다(Bundy, Lane, & Murray, 2002). 본 연구의 대상도 전정과 고유수용성 감각 처리에 문제 가능성이 있는 것으로 나타났고 근위부의 안정성, 균형, 자세배경 움직임, 양측의 상지를 사용한 움직임시 리듬과 정확성에 문제를 보여 BIS로 추정하였다.

BIS는 움직임시 피드포워드에 어려움을 보인다. BIS 아동은 주로 시각의 도움을 받아 움직이는 물체의 위치를 예상하고 그 위치로 신체를 움직인다(Bundy, Lane, & Murray, 2002). 본 연구 대상 아동은 청각적인 피드백이 없는 SFA 동작 과제 1에서는 기초선의 평균 78.3ms, 중재기간의 평균 37ms이었다. 청각적 피드백이 있는 SFA 동작 과제 2에서는 기초선 평균 79.3ms, 중재기간의 평균 36.6ms이었다. 과제 1의 변화도 약 41ms와 과제 2의 변화도 약 43ms를 비교해 볼 때, 과제 2의 변화도가 조금 크게 나타났다. 기초선 기간에 실시했던 LFA의 결과를 함께 살펴보면 과제 1 평균값이 64ms이었고, 청각적 피드백음이 제공되는 과제 14 평균값은 180ms이었다. 이는 전정과 고유수용성 감각 처리에 문제가 있는 BIS 아동이 주로 시각의 도움으로 움직임을 예상하듯이 본 대상의 아동도 청각의 도움으로 타이밍의 정확도가 높아진 것으로 보인다. 특히, 피드백에 크게 어려움이 없는 BIS 아동은 더 빨리 타이밍에 대한 훈련이 잘 되어 짧은 회기의 IM 훈련에도 변화를 보인 것으로 판단된다.

본 연구의 대상은 일반초등학교를 다니는 학생으로 지적장애아동을 대상으로 한 연구와는 결과가 다르게 나타났다. Bak과 Yoo(2016)의 단일대상연구의 ABA 설계에서 지적장애 아동에게 동일하게 SFA 과제를 제시하여 그 변화도를 살펴보았다. 지적장애 아동은 주의환경변화에 대해 빠르게 적응하기를 어려워하거나 결과에 대한 걱정을 많이 하는 특징이 있어(Kang, 2017) 청각적 피드백이 있을 경우가 없는 경우보다 낮게 나타났다. 연구의 대상군에 따라 청각적 피드백을 방해요소 인식하여 타이밍의 정확도가 낮기도 하고, 반대로 도움요소로 인식하여 본 연구처럼 타이밍의 정확도가 높이기도 한 것으로 보여진다. 이와 관련하여 추가적인 진단별 대규모 연구

가 필요 해 보인다.

본 연구의 결과에서 SFA 동작 과제 1, 2에서 기초선 기간보다 중재 기간에 평균의 낮아져 타이밍에 대한 정확도가 높아졌다. SFA 동작 과제 1의 추세선에서 기초선 기간에 양의 그래프이었으나 중재 기간에 음의 그래프를 보여 타이밍에 대한 정확도가 높아진 것으로 보여진다. 이는 Lee(2018)의 연구와도 일부 유사한 결과이었다. Lee(2018)의 연구에서 발달성협응장애 아동 3명을 대상으로 IM를 적용한 결과 타이밍의 정확도가 모두 높아진 것으로 나타났고, 상지협응 검사에서도 모두 향상된 결과를 보였다. 주의력결핍과잉행동 아동 2명에게 IM은 적용한 Namgung, Son과 Kim(2015)의 연구에서도 2명 모두 LFA의 결과, 타이밍의 기능이 향상된 것으로 나타났다. 또한 Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, second version(BOT-2)의 양측협응과 상지협응의 항목에서도 향상된 결과를 보여 본 연구의 결과를 유사하게 나타났다.

2회기시 SFA 동작 과제 1, 2의 점수가 앞, 뒤의 회기에 비하여 소폭 상승하였다. 2회기를 실시하는 날의 날씨가 갑자기 추워져 아동이 두꺼운 옷을 입고 치료실을 방문하였고, 두꺼운 옷의 소매 끝이 손목 아래로 걸쳐서 트리거를 치는데 방해가 되었다. 이 때문에 타이밍의 정확도가 떨어진 것으로 보이고, 훈련시에는 소매를 걷고 실시하여 1회기에 비해 기록의 변화가 크게 나타나지 않았다.

아동은 현재 치료실에 초기 평가에 비하여 자세안정성과 운동협응에서 향상된 모습을 보였다. 초기에 양손을 박수치기 할 때, 가슴 위치에서 유지하여 박수치기 어려워 점점 양손이 가슴 아래로 떨어지는 반응을 보였으나 현재에는 5분 이상 가슴 위치에서 일정하게 유지하여 박수치기 가능하였다. 양 상지 90도 벌림 후 원 그리기시에는 초기 평가 때, 왼손으로 큰 원 그리기 어려워하였으나 현재에는 협응하여 양손 원 그리기를 잘 하였다. 초기 평가시 한 동작을 1분 이상 지속하여 반복할 때, 자세유지가 어려워 편측으로 기대어 서서 하였으나 현재 양발 동일하게 체중지지하여 활동을 지속할 수 있었다. 모의 보고에 의하면, 가정에서 책상에 바른 자세로 앉아 있고, 글씨 쓸때에도 기대어 쓰지 않는다고 하였다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 단일연구대상의 설계로 연구의 결과를 실행에 문제가 있는 아동의



전체로 일반화하기에 한계가 있다. 둘째, 단일대상연구 중 A-B설계로 중재 기간에 해당하는 B기간이 8회기로 짧은 편으로 장기간 적용시 아동의 수행변화를 살피는데 한계가 있었다. 또한, A기간은 3회기로 안정적인 기초선이 될 때까지의 회기로 설계를 해야 하지만, 임상 현장에서 치료를 하지 않고 평가만 계속하기에 한계가 있어 안정적인 기초선 형성이 되지 못하고 바로 중재를 실시하였다. 셋째, 컴퓨터를 기반으로 한 IM 평가로 회기별의 타이밍의 수치를 객관적으로 측정하였다. 그러나, 연구가 진행되는 기관의 사정으로 아동의 타이밍과 관련된 운동의 능력을 볼 수 있는 BOT-2나 Movement Assessment Battery for Children(MABC) 등의 평가 도구를 사용하지 못하였다. 따라서 앞으로 실행에 문제가 있는 많은 아동을 대상으로 IM을 적용하고, 운동성에 대한 결과 및 작업의 변화를 알아보는 연구가 필요할 것이다.

## V. 결론

본 연구는 양측통합과 순서실행장애(BIS)로 의심되는 초등학교 6학년의 아동 1명에게 상호작용식 메트로놈 훈련을 적용하고, 청각적 피드백의 유무에 따른 타이밍 정확도의 변화도를 알아보았다. 연구기간은 2020년 9월부터 11월까지이었고, 연구설계는 단일대상연구로 하였으며 총 11회기 연구를 진행하였다. 초기평가를 바탕으로 아동은 BIS로 의심되었고, IM 훈련을 회기당 45-50분간 진행하였다. 결과는 첫째, IM의 SFA 동작 과제 1, 2의 변화도를 측정한 결과에서 기초선에 비해 중재기간의 평균 타이밍의 정확도가 높아졌다. SFA 동작 과제 1 추세선의 결과에서는 기초선 기간에 양의 기울기를 보였고, 중재 기간에는 음의 기울기를 보였다. 둘째, 청각적 피드백을 제공하는 SFA 동작 과제 2의 변화도가 피드백을 제공하지 않는 과제 1보다 크게 나타났다. 본 연구는 실행에 문제가 있는 아동의 타이밍에 IM이 긍정적인 효과가 있음을 시사하므로 임상에서 IM 훈련을 적용하는 근거가 될 것이다.

## 참고 문헌

- Bak, A. R., & Yoo, D. H. (2016). The effect of interactive metronome on short-term memory and attention for children with mental retardation. *Journal of Korean Academy of Sensory Integration*, 14(1), 19-30. <http://dx.doi.org/10.18064/JKASI.2016.14.1019>
- Bundy, A. C., Lane, S. J., & Murray, E. A. (2002). *Sensory integration: Theory and practice* (2nd ed). Philadelphia: F. A. Davis.
- Cassily, J. F., & Jacokes, L. F. (2001). The interactive metronome: A new computer-based technology to measure and improve timing, rhythmically, motor planning, sequencing and cognitive capabilities. *Paper Presented at The Infancy and Early Childhood Training Course, Advanced Clinical Seminar*, Arlington; Virginia.
- Dunn, W. (1999). *The sensory profile: Examiner's manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Fisher, A. G. (1991). Vestibular-proprioceptive processing and bilateral integration and sequencing deficits. In A. G. Fisher, E. A. Murray, & A. C. Bundy (Eds.), *Sensory integration: Theory and practice* (pp. 71-107). Philadelphia: F. A. Davis.
- Goodgold-Edwards, S., & Cermak, S. (1990). Integrating motor control and motor learning concepts with neuropsychological perspectives on apraxia and developmental dyspraxia. *American Journal of Occupational Therapy*, 55(5), 431-439.
- Greenspan, S. I. (1997). The growth of the mind and the endangered origin of intelligence. *Journal of Religion and Health*, 36(1), 100-101.
- Gu, K., Kang, J., Lee, S., & Kim, K. M. (2017). Effects of interactive metronome intervention on behavior symptoms, timing, and motor function of children with ADHD. *Journal of Korean Academy of Sensory Integration*, 15(2), 35-45.

<http://dx/doi.org/10.18064/JKASI.2017.15.2.035>

- 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*(6), 728–737.
- Kang, H. K. (2010). *Gaining access to the art therapy for mentally retarded students*. Master's thesis, Chungbuk National University, Cheongju.
- Kang, J. W. (2017). The effect of interactive metronome training on increasing attention and impulsivity control for children with attention deficit hyperactivity disorder. *Therapeutic science for Neurorehabilitation, 6*(1), 45–53
- Kim, K. M., Ji, S. Y., & Noh, C. S. (2003). *Sensory integration Q&A*. Seoul: HAKJISA Corp.
- Kim, M. H., & Kim, M. S. (2004). The effects of sensory integration therapy camp in children with dyspraxia: Case study. *Journal of Korean Academy of Sensory Integration, 2*(1), 53–64.
- Kim, M. S. (2001). A comparison of the sensory processing skills of typically developing children with developmental disability children. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy, 9*(1), 1–10.
- Koomar, J., Burpee, J., DeJean, V., Frick, S., Kowar, M., & Fischer, D. M. (2001). Theoretical and clinical perspectives on the interactive metronome<sup>®</sup>: A view from occupational therapy practice. *American Journal of Occupational Therapy, 55*(2), 163–166.
- Lee, K. W. (2018). *Effect of interactive metronome intervention to improve motor timing of children with developmental coordination disorder*. Master's thesis, Yonsei University, Wonju.
- Lee, S., & Kim, K. M. (2018). Differences in motor functions and executive functions according to the timing of children with attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Korean Academy of Sensory Integration, 16*(2), 15–25. <http://dx/doi.org/10.18064/JKASI.2018.16.2.015>
- 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), 257–267.
- Namgung, Y., Son, D. I., & Kim, K. M. (2015). Effect of interactive metronome training on timing, attention and motor function of children with ADHD: Case report. *Journal of Korean Academy of Sensory Integration, 13*(2), 63–73. <http://dx/doi.org/10.18064/JKASI.2015.13.2.063>
- Park, M. K., & Kim, H. (2018). Effect of interactive metronome training on postural control and hand writing performance of children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): Single subject research. *Journal of Korean Academy of Sensory Integration, 16*(1), 14–24. <http://dx/doi.org/10.18064/JKASI.2018.16.1.014>
- Rubia, K. (2006). *The neural correlates of timing functions. Timing the future: The case for a time-based prospective memory*. NJ: World Scientific Publishing.
- Rubia, K., & Smith, A. (2004). The neural correlates of cognitive time management: A review. *Acta Neuropsychologica Experimentalis, 64*(3), 329–340.
- Shaffer, R., Jacokes, L., Cassily, J., Greenspan, S., Tuchman, R., & Stemmer, P. (2001). Effect of interactive metronome<sup>®</sup> training on children with ADHD. *American Journal of Occupational Therapy, 55*, 155–162.
- Smith Roley, S., Blanche, E. I., & Schaaf, R. C. (2001). *Understanding the nature of sensory integration with diverse populations*. San Antonio, TX: Therapy Skill Builders.
- Wuang, Y. P., Wang, C. C., Huang, M. H., & Su, C. Y. (2008). Profiles and cognitive predictors of motor functions among early school-age

children with mild intellectual disabilities.  
*Journal of Intellectual Disability Research*,  
52(15), 1048–1060. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2788.2008.01096.x>

## Abstract

# Interactive Metronome Training for a Child With Praxis Problems: A Single Subject Design

Song, Jiwon<sup>\*</sup>, B.S., O.T., Hong, Eunyoung<sup>\*\*</sup>, Ph.D., O.T.

<sup>\*</sup>Gil Psychology Developmental Center

<sup>\*\*</sup>Dept. of Occupational therapy, Shinsung University

**Objective** : The purpose of this study is to apply interactive metronome (IM) training to a child with praxis problems who are attending elementary school and to measure the change in participants' timing following IM training.

**Methods** : A total of 11 sessions were conducted using a single subject design. The participant was a boy aged 12 years and two months. During period A, the IM Long Form Assessment (LFA) and the Short Sensory Profile (SSP) were administered along with clinical observation. During period B, IM training was conducted. During all sessions, tasks 1 and 2 of the IM Short Form Assessment (SFA) were carried out, and changes in the participant's timing were recorded.

**Results** : As a result of the initial assessment, the participant was suspected to have bilateral integration and sequencing deficits. In SFA tasks 1 and 2, the accuracy of the participant's timing increased during the B period compared to the A period. In addition, the trend line of SFA task 1 showed a negative slope during the B period but a positive slope during the A period.

**Conclusion** : This study indicates that IM has a positive effect on the timing of children who have problems with praxis. This result provides a basis for applying IM training in clinical practice.

**Key words** : Dyspraxia, Interactive Metronome (IM), Timing