

## 상호작용식 메트로놈 중재가 주의력결핍과잉행동장애의 행동증상, 타이밍, 및 운동기능에 미치는 효과

구기쁨\*, 강제욱\*\*, 이수민\*\*\*, 김정미\*\*\*\*

\*인제대학교 대학원 작업치료학과, \*\*부산백병원 정신건강의학과, \*\*\*도담 통합발달센터,  
\*\*\*\*인제대학교 보건의료융합대학 작업치료학과

### 국문초록

**목적** : 본 연구는 주의력결핍과잉행동장애(Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder; ADHD) 아동에게 사용되는 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM) 프로토콜을 기반으로 임상에 적용 가능하도록 수정된 IM 프로그램이 ADHD 아동의 행동증상, 타이밍 및 운동기능에 미치는 효과를 알아보고자 한다.

**연구방법** : 본 연구는 부산 소재의 기초정신건강증진센터 내에 있는 7-12세의 ADHD 아동 13명을 대상으로 단일 집단 사전-사후 설계(one group pretest-posttest design)를 사용하였다. 중재는 회당 30분, 주 3회, 24회기 동안 실시하였으며, 중재 전과 후의 행동증상, 타이밍 및 운동기능 변화를 비교하기 위해 부모보고형 한국어판 ADHD 평정척도, IM의 Long Form Assessment(LFA), Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency 2판(BOT-2)을 사용하였다.

**결과** : 행동증상 중 과잉행동/충동성에서 유의미한 향상이 있었고, 타이밍과 손의 협응 및 신체협응에서 통계적으로 유의미한 향상이 있었다.

**결론** : 임상에 적용 가능하도록 수정된 IM 프로그램이 ADHD 아동의 행동증상을 개선하고, 타이밍 및 운동기능 향상에 유의한 효과가 있다.

**주제어** : 운동, 타이밍, 행동증상, IM, ADHD

## . 서 론

주의력결핍과잉행동장애(Attention-Deficit/Hyperactivity disorder; ADHD)는 아동기에 나타나는 가장 흔한 신경발달장애 중 하나로 학령기 아동의 4%에서 20%에 이른다(Biedermann et al., 2006; So, Noh, Kin, Ko, & Koh, 2007). ADHD는 연령에 부적절한 부주의, 과잉행동과 충동성의 패턴에 의해 정의된다(APA, 2000).

ADHD 아동은 문제 전체를 듣기도 전에 대답을 하거나 순서를 기다리지 않고 의견을 말하는 등 충분한 시간을 두지 않고 결정을 하거나 행동을 한다(Yoon, 2001). 즉, ADHD 아동은 과도한 운동량을 보이지만 운동을 조절하고 상황에 적합한 행동을 억제할 수 있는 자기통제력이 부족하다고 한다(Barkley, 1997).

ADHD의 행동증상 중의 하나인 충동성과 관련된 억제조절의 결함은 ADHD의 타이밍 결함과 연관이 있다(Cubillo, et al., 2012; Rubia, 2011). 충동적인 반응방식은 빠르거나

교신저자: 김정미(kmik321@inje.ac.kr)

접수일: 2017.11.06.

|| 심사일: (1차: 2017.11.16. / 2차: 2017.11.29.)

|| 게재확정일: 2017.12.15.

부정확하게 반응하는 시간으로 설명할 수 있기 때문에 억제 조절의 결함은 운동반응으로 시간을 나타내는 과제에 영향을 줄 수 있다(Noreika, Falter, & Rubia, 2013). 읽기장애를 동반한 ADHD 청소년 중 충동성을 보이는 청소년은 시간 구별(duration discrimination)에 어려움을 보였으며(Toplak, Rucklidge, Hetherington, John, & Tannock, 2003). 충동성을 보이는 ADHD 아동은 일반 아동에 비해 시간 재현과제(time reproduction task)에서 어려움을 보였다(Smith et al., 2002).

타이밍은 행동에서의 시간적인 영역을 다루는 능력으로 운동타이밍(motor timing), 지각타이밍(perceptual timing), 시간예지력(temporal foresight)으로 나눌 수 있다. 운동타이밍은 날아오는 테니스공을 적절한 거리에서 치는 것과 같이 최적의 순간의 운동반응이나 행동이다. 지각타이밍은 공에 도달할 충분한 시간이 있는지 시간을 예측 및 구별하는 능력을 말하며, 시간예지력은 너무 열심히 운동하면 다음날 허리통증이 있을 것이라는 즉각적인 행동에 대한 미래의 결과를 예측 및 고려하는 능력을 말한다(Rubia, 2006; Rubia, & Smith, 2004). 정확하게 구분자하면 세 영역은 다른 영역이지만 가장 적합한 행동을 만들기 위해서는 서로 밀접한 관계를 가지며(Rubia, 2006; Wiener, Turkeltaub, & Coslett, 2010), 이러한 타이밍의 결함을 가진 ADHD는 운동, 인지 및 일상생활에 어려움을 가질 수밖에 없다.

ADHD 아동을 대상으로 한 비약물중재는 일반적으로 인지행동치료, 사회기술훈련, 부모교사교육, 예술치료, 환경조성 등 다양한 형태와 방식으로 이루어지고 있는데(Kim, 2007; Majewicz-Hefley & Carlson, 2007). 타이밍 기능에 초점을 맞춘 중재방법 중 하나로 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM) 중재가 있다. IM 중재는 외부에서 주어지는 리듬과 신체 내부리듬 간의 동시적 작용을 통해 신체 내부의 타이밍 관련 신경학적 기능을 강화시키는 것이다. IM에서의 타이밍 오차 피드백은 운동신경과 감각신경의 빠른 상호작용을 일으킨다. 이때 신경 진동 속도의 증가가 일어나게 되면 타이밍과 관련된 뇌신경망이 활성화된다. 이는 주의집중력을 증가시키고 작업기억 형태로 출력되어 인지 및 운동기능의 향상을 나타낸다.

최근 연구에서 ADHD 아동을 대상으로 IM 중재를 적용하여 주의력, 운동통제력, 대근육과 소근육기술 및 타이밍의 정확성 등 효과가 나타난 연구들이 보고되고 있는데(Melinda & Robin, 2005; Shaffer et al., 2001), 이들 연

구를 살펴보면 정해진 IM 프로그램 또는 프로토콜을 사용하고 있다. Shaffer 등(2001)은 한 회기당 1시간씩, 주 3-5회로, 총 15회기로 구성된 IM 프로그램을 사용하였으며, Cosper, Lee, Peters와 Bishop(2009)은 Shaffer 등과 같은 중재프로그램을 사용하였다. Jang 등(2012)과 Namgung, Son과 Kim(2015)은 IM 프로토콜을 사용하였다. IM 프로그램 및 프로토콜에서 제시하는 한 회기는 최소 40-50분에서 1시간으로 치료시간이 30내외로 정해져 있는 임상에 적용하는데 한계가 있다. 그러므로 본 연구는 ADHD 아동에게 사용되는 IM 프로토콜을 기반으로 임상에 적용 가능하도록 수정하고, 수정된 IM 프로그램이 ADHD 아동의 행동증상, 타이밍 및 운동기능에 미치는 효과를 알아보고자 한다.

## . 연구 방법

### 1.

본 연구는 부산 소재의 기초정신건강증진센터장의 승인 하에 센터 내에 있는 아동을 대상으로 하였다. 선정기준으로는 DSM-IV 진단 기준에 의거하여 ADHD 진단을 받은 자, 7-12세의 학령기 아동, 연구 참여에 동의한 자이며, 치료가 필요한 수준의 우울증, 불안장애, 정신증 등을 진단받은 정신질환자, 선천성 유전질환자, 경련성 장애나 기타 신경과적 질환, 교정되지 않은 감각장애가 동반되는 아동은 제외하였다. 본 연구는 기관 생명윤리위원회의 승인을 받아 수행하였다(인제대학교 생명윤리위원회, 2-1041024-AB-N-01-20160205-HR346). 모든 대상자에게 본 연구를 충분히 설명하였으며 실험 참여에 동의한 후 연구를 실시하였다. 대상자는 총 13명으로 남아 11명 여아 2명으로 대부분이 남아였고 연령은 9세가 30.8%로 가장 많았고 12세가 7.7%로 가장 적었다(Table 1).

### 2.

#### 1) (Interactive metronome; IM)

주의집중력 및 실행능력을 향상시킬 수 있는 훈련 도구가자 타이밍과 순서화를 평가할 수 있는 평가도구로서 하드웨어, 소프트웨어, 손 트리거, 발 트리거, 헤드셋으로 구성되어

**Table 1.** Gender and age of subjects

Characteristic		Frequency(%)
Gender	Male	11(84.6%)
	Female	2(15.45%)
Age	7	2(15.4%)
	8	3(23.1%)
	9	4(30.8%)
	11	3(23.1%)
	12	1(7.7%)

있다. 특정한 손과 발의 운동동작으로 짜여있는 13가지 운동과제를 수행하면서 헤드폰으로 들려오는 일정한 간격으로 ‘비트’ 소리 즉, 기준음(reference sound)에 따라 기준음과 동시에 트리거를 두드리도록 한다. 접촉 또는 운동을 감지하는 트리거가 운동과제 동안 기준음과 상대적인 타이밍 정보를 IM훈련프로그램이 깔린 컴퓨터 시스템으로 전송하고 시스템은 이를 분석하여 트리거 두드림의 정확도를 1/1000초인 밀리세컨드(ms) 단위로 하여 운동과제 평점(millisecond average)으로 기록한다. 운동과제 평점은 500ms까지 기록되며 0에 가까울수록 정확한 반응이다. IM 프로그램 내에는 반응 속도와 운동수행능력을 측정하기 위한 전체형 검사(Long Form Assessment; LFA)와 단축형 검사(Short Form Assessment; SFA) 2가지 평가가 있는데, 본 연구에서는 LFA 평가를 사용하였다. LFA는 운동과제1번에 성과 피드백 안내음(guide sound)이 함께 제공되는 한 가지의 과제가 추가되어 총 14가지 운동과제를 수행해야 한다. LFA의 검사-재검사 신뢰도는 0.85-0.97로 보고되었다(Cassily & Jacokes, 2001).

**2) ADHD (Korean - ADHD Rating Scale; K - ARS)**

ARS는 DePaul에 의해 개발된 아동용 행동평가 척도로서 학령기 아동의 ADHD 증상을 평가하기 위해 고안되었다. DSM-IV의 ADHD 진단기준을 내용으로 하는 18문항으로 구성되어 있다. 각각의 문항은 아동의 문제행동의 빈도에 따라서 ‘전혀 혹은 그렇지 않다’ 0점, ‘때때로 그렇다’ 1점, ‘자주 그렇다’ 2점, ‘매우 자주 그렇다’ 3점까지 평정되며, 합산점수는 0-54로 점수가 높을수록 주의력 결핍, 과잉행동이 높다는 것을 의미한다. 부모보고형의 경우 총점이 19이상인 경우

ADHD로 의심할 수 있다. 홀수문항의 총점은 부주의성을 측정하며, 짝수 문항의 총점은 과잉활동-충동성을 측정하도록 배열되어 있다(DuPaul, 1991).

**3) Bruininks - Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition(BOT - 2)**

BOT-2는 4-21세까지 다양한 운동기술을 측정하는 도구이다. 4가지 영역인 미세한 손의 조절(Fine Manual control), 손의 협응(Manual Coordination), 신체 협응(Body coordination), 근력과 기민성(Strength and Agility)에 따라 미세동작 정확성(Fine Motor Precision), 미세동작 통합성(Fine Motor Integration), 손 기민성(Manual Dexterity), 양측 협응(Bilateral Coordination), 균형(Balance), 달리기 속도와 기민성(Running Speed and Agility), 상지협응(Upper-Limb Coordination), 근력(Strength) 8개 하위 평가로 총 53개 항목을 포함한다. 혼합점수(Composite)에서 내적 일관성 신뢰도 계수는 0.53-0.95, 그리고 평가자간 신뢰도 계수는 0.92를 초과한다(Bruininks & Bruininks, 2005). 평가 결과는 획득점수(Point Score), 척도 점수(Scale Score), 표준 점수(Standard Score)로 환산되며 전반적인 운동기능과 기능적 영역을 비교할 때 표준점수를 사용한다(Bruininks, Steffens, Spiegl, & Werder, 1990). 본 연구에서도 표준 점수를 사용하였다.

**3.**

**1)**

본 연구는 유사 실험연구로써 단일 집단 사전-사후설계

(one group pretest-posttest design)이다. 실험기간은 2016년 1월부터 8월까지로 중재 전에 사전평가, 중재 후에 사후평가를 시행하였다. 중재는 회당 30분, 주 3회, 24회기 동안 IM 중재를 시행하였다.

## 2) 가 가

사전과 사후평가는 부산 소재 두 곳의 기초정신건강증진센터 상담실에서 실시하였다. 상담실에서 아동을 대상으로 BOT-2와 IM 평가를 실시하였으며, 아동의 보호자는 대기실에서 K-ARS를 작성하였다. 평가 순서는 무작위로 진행되었으며, 하나의 평가를 실시하는 동안 아동이 화장실 가기를 요구하거나 피로를 호소하는 경우를 제외하고는 한 번에 진행하였다. 두 개의 평가 사이에 5분 내외로 휴식을 취하도록 하였다.

## 3) IM

기초정신건강증진센터 상담실 내의 책상 위에 노트북을 올려놓고 노트북과 연결된 제어기는 책상 아래에 위치시켰다. 제어기와 연결된 헤드셋과 손 트리거를 준비하였으며, 발 트리거는 책상에서 약 80cm 떨어진 전면 바닥에 놓았다.

## 4) IM

본 연구에서 사용한 프로그램은 ADHD 아동을 위해 사용한 프로토콜을 기반으로 트리거를 두드리는 총 횟수와 총 시간, 회기진행에 따른 난이도를 고려하여 임상 현장에서 보다 현실적으로 적용할 수 있도록 매회기 30분 단위로 총 24회기로 수정하였다(Appendix 1). 이는 IM 연구경력이 있는 작업치료학과 교수와 대학병원 정신과 의사가 논의하였다. 아동은 IM회기를 실시하는 동안 중재 과정을 안내하는 특수시스템 사운드를 들을 수 있도록 스테레오 헤드폰을 착용하였다. 운동과제에 따라 손 트리거를 손에 착용하거나 발 트리거를 사용하였다. 중재자는 프로토콜에 제시된 과제, 시간(분), 피드백 사운드, 난이도(Difficulty)를 설정한 후 아동에게 설정한 과제의 동작을 시범으로 보여주고 따라하도록 하여 정확한 동작을 숙지하도록 하였다. 이와 같은 방법으로 아동은 프로토콜에 따라 프로그램을 수행하였다. 아동이 프로그램 중에 수행과 관계없는 말이나 행동을 하거나 훈련을 중단하면 중재자는 격려의 말이나 쉬는 시간을 2-3분 갖게 한 뒤 프로그램을 지속하도록 하였다.

## 4.

본 연구의 수집된 자료는 SPSS Version 18.0 프로그램을 이용해 분석하였다. 연구 대상자들의 일반적 특성을 알아보기 위해 기술 통계를 이용한 빈도분석을 실시하였으며, IM 중재 효과를 알아보기 위하여 사전/사후의 K-ARS, IM, BOT-2 차이를 윌콕슨 순위검정(Wilcoxon signed rank test)를 사용하여 분석하였다. 통계적 유의성 검증을 위한 수준은  $\alpha=.05$ 로 하였다.

## . 결 과

### 1. IM

IM 중재 전과 후의 행동 변화를 알아보기 위하여 K-ARS의 총점, 과잉행동/충동성과 부주의성의 평균점수를 비교한 결과 과잉행동/충동성에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 과잉행동/충동성 항목점수를 비교해 보면 9.38에서 7.15로 감소되어 유의한 차이를 보였지만( $p=.029$ ), 부주의성 항목점수를 비교해 보면 11.00에서 9.54로 감소되었지만 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=.150$ )(Table 2).

### 2. IM

IM 중재 전과 후의 타이밍의 변화를 알아보기 위하여 IM과 하위항목의 평점을 비교한 결과 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 3).

### 3. IM

IM 중재 전과 후의 실행기능의 변화를 알아보기 위하여 BOT-2의 Total motor composite과 4가지 항목의 평균점수를 비교한 결과 Total motor composite, Manual coordination, Body coordination은 통계적으로 유의한 차이가 있었다. Fine manual control, Strength and agility은 점수의 향상은 있었으나 통계적으로는 유의한 차이가 없었다(Table 4).

**Table 2.** Comparison between before and after intervention in Korean-Attention Deficit Hyperactivity Disorder Rating Scale

	Hyperactive /Impulsive	Z	p	Inattention	Z	p	Total	Z	p
	M±SD			M±SD			M±SD		
Pre-test	9.38±4.214	-2.178	.029*	11.00±5.759	-1.441	.150	20.38±8.903	-1.963	.050
Post-test	7.15±3.184			9.54±5.410			16.69±8.280		

\* p<0.50, M±D: Mean±Standard Deviation

**Table 3.** Comparison between before and after intervention in Interactive Metronome

(ms)

	Pre-test	Post-test	Z	p
	M±SD	M±SD		
Hand	165.65±95.798	59.75±34.686	-3.180	.001*
Feet	198.27±75.554	108.15±68.752	-3.180	.001*
Both hand	166.96±90.423	62.39±42.397	-3.180	.001*
Both feet	174.92±87.313	85.81±77.596	-3.180	.002*
Left side	173.36±75.167	84.95±46.750	-3.180	.001*
Right side	197.80±97.637	90.13±52.216	-3.180	.001*
Bilateral	198.15±101.050	83.54±68.732	-3.040	.002*
Total	190.08±80.925	91.69±56.571	-3.180	.001*

\* p<0.50, M±D: Mean±Standard Deviation

**Table 4.** Comparison between before and after intervention in Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition

	Pre-test	Post-test	Z	p
	M±SD	M±SD		
Total motor composite	48.15±8.811	53.15±9.045	-2.592	.004*
Fine manual control	52.62±6.602	54.92±7.216	-1.514	.141
Manual coordination	41.85±8.092	47.15±8.295	-2.447	.008*
Body coordination	50.23±9.391	54.23±7.362	-2.134	.024*
Strength and agility	51.77±6.747	54.23±8.516	-1.534	.122

\* p<0.50, M±D: Mean±Standard Deviation

## . 고 찰

본 연구에서는 학령기 ADHD 아동을 대상으로 30분씩, 주 3회, 총 24회기로 구성된 IM 중재를 실시하였다. 그 결과, 대상자들의 행동증상 중 과잉행동/충동성은 감소하였고 타이밍과 운동능력은 향상되었다.

DSM-IV에서는 충동성과 과잉행동을 따로 나누고 있지

만 대부분 과잉행동이 나타나면 충동성도 나타난다. 과잉행동과 충동성은 단일차원으로 볼 수 있으며, 과잉행동과 행동적 충동성의 의한 연관성은 두 행동 모두 행동억제에 근본적인 결핍을 보이기 때문이라고 한다(Barkley, 1997). Shaffer 등(2001)의 연구에서는 IM 중재 후에 ADHD 아동은 개념들 사이의 유사성과 차이를 구별하고 공격적인 행동이 감소되었다고 하였다. Chung(2010)의 연구에서는 IM 훈련 후, 자기 통제력과 충동성은 통계적으로 유의미한 차이

를 보이지 않았지만 점수상으로는 긍정적인 변화를 보였다고 하였다. Seok(2009)의 연구에서는 IM 중재가 충동성에 있어 유의미한 변화를 가져오지 않았으며, ADHD의 하위유형에 따라 충동성의 감소 여부에는 차이가 있다고 하였다. IM은 정확한 타이밍과 반복적인 리듬감 훈련을 통해 통합신경시스템의 속도와 용량을 증가시키고 두뇌의 정보처리기능을 향상시킴으로서 ADHD의 주요증상인 부주의와 과잉행동 및 충동성을 감소시킨다고 한다(Namgung et al., 2015). 본 연구에서 K-ARS 결과를 보면 과잉행동과 충동성에서만 유의하게 감소되었다. 본 연구를 포함하여 기존의 여러 연구 결과 등을 토대로 보면 IM 중재가 ADHD의 행동증상 중 충동성 감소에 긍정적인 영향을 미치나, 개개인과 ADHD 하위유형에 따라 영향을 미치는 정도가 다르다는 것을 알 수 있다.

Ben-Pazi, Gross-Tsur, Bergman와 Halev(2003) 연구에 의하면 ADHD 아동은 비정상적인 울동 운동반응을 보인다고 한다. ADHD 아동은 울동 변화에 대한 반응 조절의 어려움이 있고, 일정한 울동 반응을 나타내는데 있어서 운동협응 조절능력이 결핍되었다고 한다. 이러한 ADHD 아동의 운동협응장애는 ADHD 아동의 소뇌장애 연구와 일치한다(Sergeant, 2005). 소뇌는 운동협응과 제어와 관련된 타이밍에서 가장 핵심이 되는 영역으로, 걷기와 달리기 등 연속 기술을 수행할 때 나타나는 일정한 시간패턴과 사지 운동협응에 영향을 미친다고 한다(Ilg, Giese, Gizewski, Schoch, & Timmann, 2008). Alpinier(2004)의 연구에 따르면 IM 기능성을 측정할 결과 두뇌의 전반적 영역에 영향을 미치며 특히 인체 내에서의 소뇌영역에 큰 영향을 미친다고 한다. Jung과 Kim(2013)은 IM 훈련이 편마비 뇌성마비 아동의 양측 협응과 균형능력향상에 효과가 있었다는 것을 확인하였고, Namgung 등(2015)의 연구에서는 ADHD 아동을 대상으로 IM중재 전, 후 BOT-2를 평가한 결과 양측협응과 상지협응의 향상을 보였다. 이는 본 연구의 결과가 동일하며, IM 중재가 타이밍 향상과 더불어 운동기능, 특히 운동협응 향상에 도움을 줄 수 있음을 알 수 있다.

국내 HASPI사의 IM 매뉴얼에서 제시하는 프로토콜은 12회기 또는 15회기로 한회기당 40-50분에서 1시간이 소요되는 반면, 본 연구에서 사용된 프로그램은 24회기로 한회기당 30분 내외로 소요된다. 한회기당 소요되는 시간은 단축되었지만 ADHD 아동의 행동증상 중 과잉행동과 충동성은 감소되었고, 타이밍과 운동기능은 향상되었다. 본 연구에 참여한

ADHD 아동 모두 약물을 복용하고 있으므로 행동증상, 타이밍, 운동기능의 향상이 IM 중재만의 효과라고 할 수는 없다. 그러나 약물의 효과는 한정적이므로(Gresham, 2001), IM 중재의 효과가 없다고는 할 수 없다. 따라서 치료시간이 주로 30분으로 정해져 있는 임상에서 ADHD 약물을 복용하는 아동을 대상으로 수정된 IM 프로그램을 적용할 수 있을 것으로 보인다. 그러나 본 연구 단일집단 사전-사후 설계로 결과로 일반화하기 위해서는 몇 가지 보완해야 할 필요가 있다. 첫째로는 더 많은 대상자에게 중재를 시행해야 할 필요가 있으며, 두 번째로는 연구 설계에 있어 실험군-대조군 연구 또는 무작위 비교연구 디자인으로 시행하여 결과 검증할 필요가 있다. 또한, IM의 원리에 의하면 운동기능뿐만 아니라 인지기능에도 영향이 미치므로 인지기능을 포함하여 아동의 학습, 사회성 등을 포함한 일상생활에도 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구도 필요하다.

## . 결 론

본 연구에서는 주의력결핍과잉행동장애로 진단받은 아동에게 수정된 IM 프로그램을 적용하였을 때, 아동의 행동증상, 타이밍 및 운동기능 향상에 효과가 있는지 알아보았다. IM 매뉴얼에서 제시하는 총 시간 및 트리거를 두드리는 총 횟수를 고려하여 회기를 늘리고 한회기당 소요되는 시간을 단축하였음에도 아동의 행동증상, 타이밍 및 운동기능에 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 IM 매뉴얼에 근거하여 프로토콜을 수정하여 사용할 수 있음을 의미한다. 본 연구에서 사용한 IM 프로그램의 결과는 적은 대상자수로 시행하였고 단일집단 사전-사후설계로 IM프로그램이 효과를 일반화하기는 어려우므로, 대상자의 확대와 연구 설계가 보완된 후속 연구가 필요하며, 주의력과 같은 인지기능과 학습, 사회성 등과 일상생활에서도 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구도 필요하다.

## 참 고 문 헌

Alpinier, N. (2004). *The role of fMRI in defining auditory-motor processing networks*. White

- paper presented at National Physical Medicine and Rehabilitation Conference.
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorder (4th ed. -Test Revision(DSM-IV-TR))*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin, 121*(1), 65-94.
- Ben-Pazi, H., Gross-Tsur, V., Bergman, H., & Shalev, R. S. (2003). Abnormal rhythmic motor response in children with attention-deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology, 45*(11), 743-745.
- Biederman, J., Monuteaux, M. C., Mick, E., Spencer, T., Wilens, T. E., Silva, J. M., et al. (2006). Young adult outcome of attention deficit hyperactivity disorder: A controlled 10-year follow-up study. *Psychological medicine, 36*(2), 167-179.
- Bruininks, R. H., & Bruininks, B. D. (2005). *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, 2nd Edition*, Minnesota: AGS Publishing.
- Bruininks, R. H., Steffens, K., Spiegel, A., & Werder, J. K. (1989). The Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency: Development, research, and intervention strategies. *Better by moving: Proceedings of the 2nd International Symposium Psychomotor Therapy and Adapted Physical Activity*. Lueven, Belgium: Acco.
- Cassily, J. F., & Jacokes, L. E. (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.
- Chung, J. I. (2010). *A comparative study of the Cognitive Enhancement Therapy and Interactive Metronome training effects on Attention and Impulsivity on Children with ADHD*. Master's degree, Sungshin Women's University, Seoul.
- Cubillo, A., Halari, R., Smith, A., Giampietro, V., Taylor, E., & Rubia, K. (2012). Fronto-cortical and fronto-subcortical brain abnormalities in children and adults with ADHD: A review and evidence for fronto-striatal dysfunctions in adults with ADHD followed up from childhood during motivation and attention. *Cortex, 48*(2), 194-215.
- Cosper, S. M., Lee, G. P., Peters, S. B., & Bishop, E. (2009). Interactive Metronome training in children with attention deficit and developmental coordination disorders. *International Journal of Rehabilitation Research, 32*(4), 331-336.
- DuPaul, G. J. (1991). Parent and teacher ratings of ADHD symptoms: Psychometric properties in a community-based sample. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology, 20*(3), 245-253.
- Gresham, F. (2001). *Responsiveness to Intervention: An Alternative Approach to the Identification of Learning Disabilities*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Ilg, W., Giese, M. A., Gizewski, E. R., Schoch, B., & Timmann, D. (2008). The influence of focal cerebellar lesions on the control and adaptation of gait. *Brain, 131*(11), 2913-2927.
- Jang, S. Y., Park, J. W., Lee, S. W., Lee, J. H., Jang, K. M., Choi, B. N., et al. (2012). The effect of Interactive Metronome Training for increasing concentration of Attention Deficit-Hyperactive Disorder (ADHD) Child. *Journal of Korean Society of Assistive Technology, 4*(1), 73-97.
- Jung, J. H., & Kim, S., K. (2013). The effect of Interactive Metronome on bilateral coordination, balance, and upper extremity function for children with hemiplegic cerebral palsy: Single-subject research. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy, 21*(2), 37-46.
- Kim, I. H. (2007). The effect of social skills training

- with attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of Korean Academy of Psychiatric Mental Health Nursing*, 16(4), 420-428.
- Majewicz-Hefley, A., & Carlson, J. S. (2007). A meta-analysis of combined treatments for children diagnosed with ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 10(3), 239-250.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1080/09593980500321085>
- 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 Korean Academy of Sensory Integration*, 13(2), 63-72. <http://dx.doi.org/10.18064/JKASI.2015.13.2.063>.
- Noreika, V., Falter, C. M., & Rubia, K. (2013). Timing deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): Evidence from neurocognitive and neuroimaging studies. *Neuropsychologia*, 51(2), 235-266.
- Rubia, K., & Smith, A. (2004). The neural correlates of cognitive time management: A review. *Acta neurobiologiae experimentalis*, 64(3), 329-340.
- 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. (2011). "Cool" inferior frontostriatal dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder versus "hot" ventromedial orbitofrontal- limbic dysfunction in conduct disorder: A review. *Biological psychiatry*, 69(12), 69-87.
- Seok, I. S. (2009). Effects of Interactive Metronome training in children with impulsive and inattentive behavioral problem. *Journal of Emotional and Behavior Disorder*, 25(1), 109-122.
- Sergeant, J. A. (2005). Modeling attention-deficit/hyperactivity disorder: A critical appraisal of the cognitive-energetic model. *Biological psychiatry*, 57(11), 1248-1255.
- Shaffer, R. J., Jacokes, L. E., Cassily, J. F., Greenspan, S. I., Tuchman, R. F., & Stemmer, P. J. (2001). Effect of Interactive Metronome<sup>®</sup> training on children with ADHD. *American Journal of Occupational Therapy*, 55(2), 155-162.
- Smith, A., Taylor, E., Warner Rogers, J., Newman, S., & Rubia, K. (2002). Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(4), 529-542.
- So, Y. K., Noh, J. S., Kim, Y. S., Ko, S. G., & Koh, Y. J. (2002). The reliability and validity of Korean parent and teacher ADHD rating scale. *Journal of Korean Neuropsychiatric Association*, 41(2), 283-289.
- Toplak, M. E., Dockstader, C., & Tannock, R. (2006). Temporal information processing in ADHD: Findings to date and new methods. *Journal of neuroscience methods*, 151(1), 15-29.
- Toplak, M. E., Rucklidge, J. J., Hetherington, R., John, S. C. F., & Tannock, R. (2003). Time perception deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder and comorbid reading difficulties in child and adolescent samples. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(6), 888-903.
- Wiener, M., Turkeltaub, P., & Coslett, H. B. (2010). The image of time: A voxel-wise meta-analysis. *Neuroimage*, 49(2), 1728-1740.
- Yoon, C. Y., (2001). Development of Korean version of ADHDT: A preliminary study. *Journal of Emotional Disturbances & Learning Disabilities*, 17(1), 107-120.



Appendix 1. Interactive Metronome program

Session	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Exercise	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand
	<u>GS Off / D 100</u>	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100
	Both hand	Both hand	Right hand	Right hand	Both toe	Both toe
	<u>GS Off / D 100</u>	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100
	Both hand	Right hand	Right hand	Left hand	Right toe	Both heel
	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100
	Right hand	Right hand	Left hand	Both toe	Left toe	LFA
	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	<u>GS Off / D 100</u>	GS On / D 100	
	Left hand	Left hand	Left hand	Both toe	Right heel	
	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	<u>GS Off / D 100</u>	GS On / D 100	
		Left hand	Both toe	Both heel	Left heel	
		GS On / D 100	<u>GS Off / D 100</u>	GS On / D 100	GS On / D 100	
Session	S7	S8	S9	S10	S11	S12
Exercise	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand
	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80
	Right hand	Both toe	Right hand	Both toe	Both toe	Both toe
	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80
	Left hand	Right heel	Left hand	Right toe	Both heel	Right hand/ Left toe
	GS On / D 80	GS On / D 100	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80
	Both toe	Left heel	Both toe	Left toe	Right hand/ Left toe	Left hand/ Right toe
	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80
	Right toe	Both heel	Right hand/ Left toe	Right hand/ Left toe	Left hand/ Right toe	Balance Right Foot
	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80
	Left toe	Both heel	Left hand/ Right toe	Left hand/ Right toe	Balance Right Foot	Balance Left Foot
	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 100	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 80

Appendix 1. Interactive Metronome program (cont.)

Session	S13	S14	S15	S16	S17	S18
Exercise	LFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
	SFA	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand
		GS On / D 50	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto
	Both hand	Both hand	Right hand	Right hand	Both toe	Both toe
	GS On / D 60	GS On / D 50	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / 60	GS On / 60
	Both hand	Right hand	Right hand	Left hand	Right toe	Both heel
	GS On / D 60	GS On / D 50	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / D 60	GS On / 60
	Right hand	Right hand	Left hand	Both toe	Left toe	LFA
	GS On / D 60	GS On / D 50	GS On / Auto	GS On / D 80	GS On / D 60	
	Left hand	Left hand	Left hand	Both toe	Right heel	
	GS On / D 60	GS On / D 50	GS On / Auto	GS On / D 80	GS On / D 60	
		Left hand	Both toe	Both heel	Left heel	
		GS On / D 50	GS On / D 80	GS On / D 80	GS On / D 60	
Session	S19	S20	S21	S22	S23	S24
Exercise	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA	SFA
	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand	Both hand
	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto
	Right hand	Both toe	Right hand	Both toe	Both toe	Both toe
	GS On / Auto	GS On / 50	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto
	Left hand	Right heel	Left hand	Right toe	Both heel	Right hand/ Left toe
	GS On / Auto	GS On / 50	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto
	Both toe	Left heel	Both toe	Left toe	Right hand/ Left toe	Left hand/ Right toe
	GS On / D 50	GS On / 50	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto
	Right toe	Both heel	Right hand/ Left toe	Right hand/ Left toe	Left hand/ Right toe	Balance Right Foot
	GS On / D 50	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto
	Left toe	Both heel	Left hand/ Right toe	Left hand/ Right toe	Balance Right Foot	Balance Left Foot
	GS On / D 50	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto	GS On / Auto

## Abstract

### Effects of Interactive Metronome Intervention on Behavior Symptoms, Timing, and Motor Function of Children With ADHD

Gu, Kippeum\*, B.S., O.T., Kang, Jewook\*\*, Ph.D., M.D.,  
Lee, Soomin\*\*, M.S., O.T., Kim, Kyeong-Mi\*\*\*\*, Ph.D., O.T.

\*Dept. of Occupational Therapy, Graduate School of Inje University

\*\*Dept. of Psychiatry, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine

\*\*\*Dodam Developmental Center

\*\*\*\*Dept. of Occupational Therapy, College of Health and Medical Affairs, Inje University

**Objective :** The purpose of this study is to investigate the effect of modified Interactive Metronome (IM) program which is applicable to clinical practice based on the IM protocol on the behavioral symptoms, timing and motor function of children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD).

**Method :** This study used one-group pretest-posttest research design. 13 ADHD children aged 7-12 years in Busan were participated in this study. The participants were underwent 24 sessions of 30 minutes intervention, 3 times a week. Evaluations were performed before- and after the intervention. Measurements used in this study were Korean-ADHD Rating Scale for behavior symptom, Long Form Assessment (LFA) for the timing, and second version of Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOT-2) for the motor function.

**Results :** There was a significant improvement in hyperactivity / impulsivity among the behavioral symptoms, and there was a statistically significant improvement in timing, hand coordination, and body coordination.

**Conclusion :** Modified IM program for clinical application has significant effect on improving behavioral symptoms, timing and motor function of children with ADHD.

**Keyword :** ADHD, behavior symptoms, IM, motor, timing