

상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome)의 중재에 대한 체계적 고찰: 국내 단일대상연구를 중심으로

손영수*, 최유임**

*비에스의료재단 브레인재활요양병원 재활치료센터 작업치료사
/원광대학교 대학원 작업치료학과 박사과정 학생
**원광대학교 의과대학 작업치료학과 교수

국문초록

목적 : 본 연구는 아동 및 성인 환자를 대상으로 IM 중재를 적용한 국내 연구 중 단일대상연구 문헌의 연구 특성과 질적 수준을 확인하는 것이다.

연구방법 : 문헌 검색은 2011년 1월부터 2022년 6월까지 온라인 데이터베이스를 통해 IM 중재를 적용한 11편의 단일대상연구 문헌을 선정하였으며, 대상 문헌을 연구의 내용에 따라 일반적인 특성과 연구 방법의 질적 수준을 분석하였다.

결과 : 분석 문헌의 질적 수준은 모두 중간 수준 이상이었으나 중재 블라인드 및 신뢰도에서 낮은 이행도를 보였다. 단일대상연구의 설계 방법으로는 ABA 설계가 가장 많은 비중을 차지하였다. 연구 대상자는 ADHD가 가장 많았고, 종속변수는 집중력, 균형, 양측 협응, 타이밍 등을 확인하였으며, 평가 방법으로는 IM-SFT가 가장 높은 빈도로 사용되었다. 중재 회기는 대부분 8~10회 이상의 중재를 적용하였고 3~11주 동안 적용하였다. 중재 결과 선정된 모든 연구에서 중재 후 기능적 향상을 보고하였다.

결론 : 보다 다양한 질환을 대상으로 IM 중재의 적용을 확대해 볼 필요성이 있을 것으로 판단되며, 집중력, 균형 등과 같은 종속변인과 함께 대상자의 삶의 질, 일상생활의 변화 등에 미치는 영향까지 연구해 볼 필요성이 있을 것으로 판단된다.

주제어 : 단일대상연구, 상호작용식 메트로놈, 질적 수준, 체계적 고찰

I. 서 론

최근 기술의 발달로 컴퓨터 기술과 결합한 재활 훈련 장비들이 개발되고 있으며, 그 중 반복적이고 일정한 간격의 청각적 소리에 맞춰 움직임을 유도하는 컴퓨터 기반의 타이밍 훈련이 활발히 적용되고 있다(Jung, 2019). 타이밍은 주어진 자극에 대한 반응을 보이는 시간과 정확성을 의미하며, 운동 계획, 순서화, 언어능력, 집중력, 학업 등 인지 기능에도 중요한 요소를 담당한다고 알려져 있다(Kuhlman & Schweinhart, 1999; Leisman & Melillo, 2010; Wuang et al., 2008). 운동을 계획하고 실행하기 위해서는 앞으로 일어날 상황을 예상하고, 움직임을 안내하기 위한 정보를 활용하는 것이 매우 중요하다(Wuang et al., 2008). 이에 운동 계획, 순차적인 처리, 타이밍 능력 및 율동성 등을 강화시키고자 개발된 중재들은 주의력 뿐만 아니라 학습능력을 개선시키기 위해 중요한 역할을 한다(Greenspan, 1997a).

이러한 타이밍 이론을 바탕으로 인지적 자극과 신체적 움직임을 동시에 제공하는 중재로 상호작용식 메트로놈(Interactive Metronome; IM) 프로그램이 적용된다. Greenspan(1992)에 의해 개발된 특허 기술인 IM은 원활한 중추신경계 활동을 목적으로 개발되었으며, 뇌병변 장애 등으로 일상생활활동 능력이 저하된 특정 대상자들을 치료하기 위해 사용되었다(Nam et al., 2020). 음악용 메트로놈을 PC 기반으로 만든 상호작용식 반복 리듬감 훈련인 IM은 대상자가 컴퓨터에서 들리는 박자에 맞추어 약속된 동작을 수행하며, 모니터를 통해 시각적 피드백이 가능하다. 또한 피드백에 의해 스스로 반응을 조절하는 훈련 프로그램이며, 내부적 타이밍에 의해 운동 수행이 이루어지게 된다(Buhusi & Meck, 2005; Lewis & Miall, 2006; Mauk & Buonomano, 2004). 이는 리드미컬한 운동과 함께 청각적인 집중력이 요구되며, 메트로놈의 규칙적인 소리를 통해 팔, 다리를 동시에 움직이는 과정으로 정신적인 자극이 포함된 신체적 활동으로 여겨지고 있다

(Greenspan, 1997b).

Koomar 등(2001)은 IM이 내적 리듬 감각을 기반으로 조직화와 순서화를 통해 운동을 계획하는 과정이라고 정의하였다. 타이밍에 대한 정확성은 일상에서 일어나는 움직임과 사고 과정의 순서화에 기반이 될 수 있고, 뇌신경을 효과적으로 조직화하는데 영향을 미칠 수 있다(Taub et al., 2007). 또한 Namgung 등(2015)의 연구에서는 IM과 같은 타이밍 훈련은 신경감각원리 및 신경운동원리를 바탕으로 두뇌의 정보처리기능을 향상시킬 수 있고, 신경시스템의 속도와 용량을 증가시켜 충동성과 과잉행동을 감소시키고 운동 계획 능력과 집중력을 향상시킬 수 있다고 하였다. 이를 뒷받침하는 근거로 Debaere 등(2001)은 IM 훈련 제공 이후 기능적 자기공명영상을 통해 일차신경운동피질, 전운동피질, 소뇌 등의 활성화를 관찰하였다고 보고하였다. 반면 타이밍 감각의 저하가 있는 경우 운동 계획, 운동 순서, 집중력, 사고력, 사회적 상호작용 등의 중추신경계 운동과 인지적인 과정을 필요로 하는 기능에 영향을 미칠 수 있다(Cosper et al., 2009).

단일대상연구는 장기간 동안 지속적인 관찰이 가능할 뿐만 아니라 복잡한 연구의 초기 준비 단계에서 활용이 가능하다. 또한 특정한 개인이나 질병에 대해 집중적이고 세밀한 중재의 제공으로 연구 결과를 도출할 수 있어 체계적이고 과학적인 검증 방법이다. 또한 일관적인 반복 측정을 통해 반복적인 중재 효과를 입증할 수 있다는 장점을 통해 독특한 사례이거나 특수한 경우 혹은 단일대상의 사례가 대다수를 대표할 가능성이 있을 경우 적용할 수 있다(Byiers et al., 2012; Choi et al., 2012). 이에 재활치료를 직접 수행하는 임상 환경이나 교육 현장에서 사용이 용이하여(Park et al., 2005) 최근 작업치료 분야에서도 많이 적용되고 있는 연구 설계 방법이다(Choi et al., 2012). 이러한 이유로 IM 관련 연구들도 단일대상연구 설계를 적용한 연구들이 지속적으로 보고되고 있다. 단일대상연구는 통계적으로 유의한 결과를 도출하기 위한 무작위대조(Randomized Controlled Trial)의 임상시험과

달리 대상자 수가 한정적이기 때문에 근거중심의학(Evidence-based medicine)의 기준을 준수하여 연구의 질적 수준을 높이는 것이 중요하다(Choi et al., 2012; Logan et al., 2008). 따라서 단일대상연구 설계를 적용한 국내 IM 연구의 질적 수준을 확인하고 관련 연구들의 체계적 고찰을 시행하는 것은 근거기반실행을 위해 중요하다.

IM 증재는 아동과 성인의 운동 능력, 인지기능과 의사소통을 포함한 사회적 상호작용과 관련된 기술에도 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Hill et al., 2011; Johansson et al., 2012). 국내의 경우 Park 등(2018)에 의해 IM 증재에 대해 OTPF-III(Occupational Therapy Practice Framework-III)를 기반으로 체계적 고찰이 진행된 바 있으나 문헌 검색과 자료 수집 과정이 명확하지 않고, 문헌별 질적 평가가 세부적으로 이루어지지 않은 것으로 판단되었다. IM을 활용한 국내 연구의 고찰(Nam et al., 2020)을 살펴본 결과 대부분 증재연구로써 IM이 훈련이 미치는 영향을 살펴보기 위해 개인이나 소수로 구성된 단일 집단을 대상으로 하는 연구 설계 방법이 많았다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 내적 및 외적 타당도를 높이기 위해 증재 설계를 사전에 체계적으로 계획할 수 있으며(Lee et al., 2000), IM 증재와 관련된 연구가 다수 시행된 국내 단일대상연구 설계를 중심으로 아동 및 성인 환자에게 적용한 IM 증재 문헌의 질적 수준과 연구 특성을 확인하고, 근거기반을 위한 작업치료 증재의 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 문헌 검색 및 자료 수집

본 연구의 문헌 검색 및 자료 수집은 학술연구정보서비스(Research Information Sharing Service; RISS), 한국학술정보(Korean Studies Information Service System; KISS), 학술논문검색서비스(e-article)의 데이

터베이스를 사용하였다. 문헌 검색은 2011년 1월부터 2022년 6월까지 온라인 데이터베이스에 등록된 IM 증재를 적용한 단일대상연구를 검색하였고, 한국어 검색어를 사용하여 '상호작용식 메트로놈' OR 'Interactive Metronome' AND '단일대상연구' OR '단일사례연구' OR '개별대상연구'로 검색하였다. 해당 검색어를 통해 1차 검색 시행 후 문헌의 초록과 본문 확인 과정을 거쳐 목적에 맞는 문헌을 선정하도록 하였다. 또한 해당 검색어를 사용하여 1차 검색을 시행한 후 본문 확인 등을 통한 2차 검색을 하였으며, 1차 및 2차 검색을 수행한 후 분석대상에 선정된 최종 논문은 총 11편이었다(Figure 1).

본 연구의 선정 기준과 배제 기준은 다음과 같다.

1) 선정 기준

- (1) 상호작용식 메트로놈 증재 연구
- (2) 단일대상연구
- (3) 원문이 제공되는 연구
- (4) 국내 전문 학술지에 게재된 연구

2) 배제 기준

- (1) 학위 논문
- (2) 학술대회 발표 자료 및 연구 보고서
- (3) 고찰 연구 및 단행본

2. 분석 방법

분석 대상 문헌은 연구 내용의 일반적 특성과 연구방법의 질적 수준으로 각각 나누어 분석하였다.

1) 분석 문헌의 일반적 특성

분석 문헌의 일반적 특성으로 출판년도, 독립변인(independent variable), 종속변인(dependent variable), 연구 설계 방법, 연구 대상, 증재 회기와 증재 시간, 측정 평가도구, 증재 결과를 분석하였다.

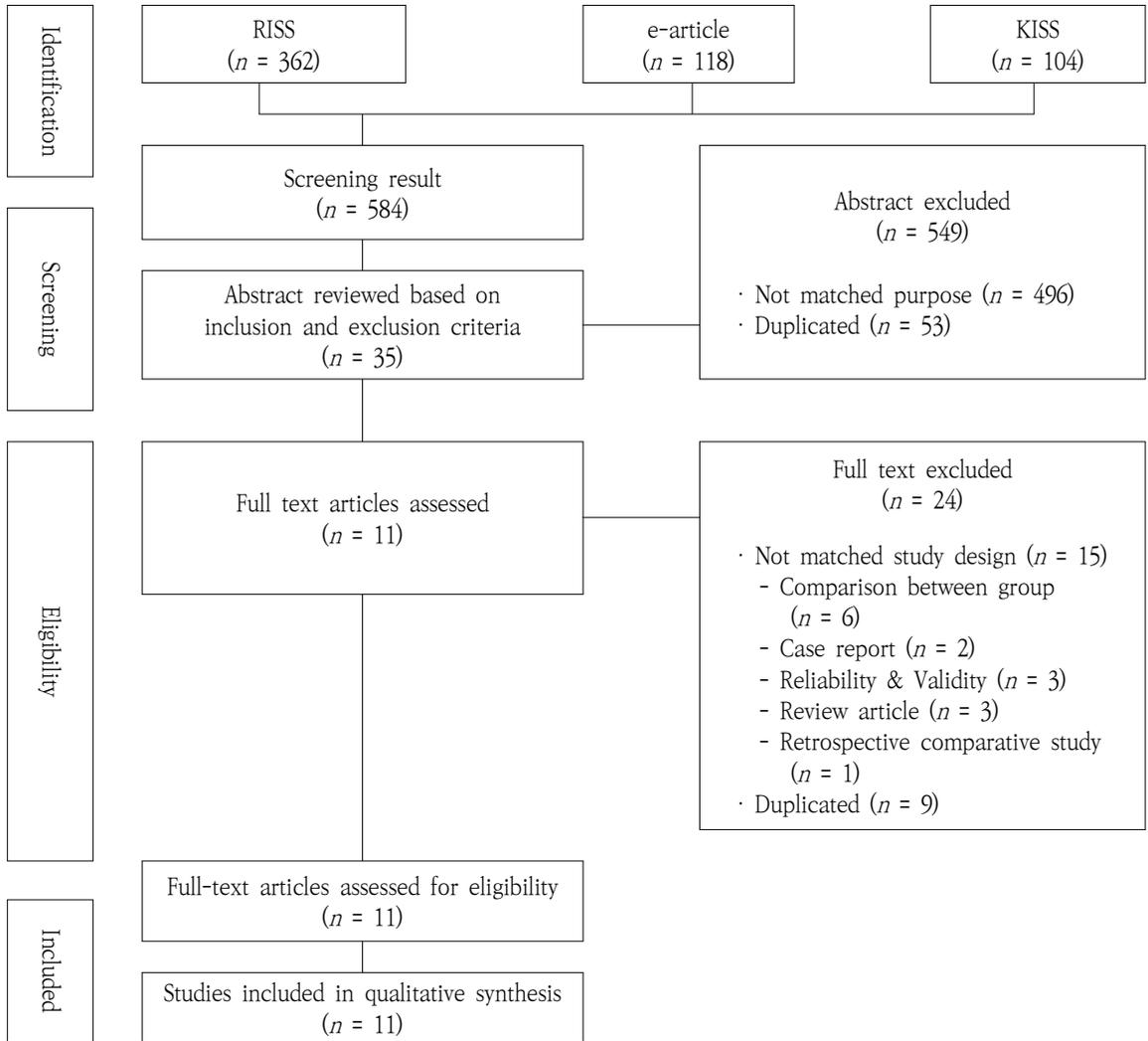


Figure 1. Flow Diagram for Literature Search and Study Inclusion

2) 분석 문헌의 질적 수준

단일대상연구의 질적 수준에 대한 평가는 Logan 등 (2008)의 연구에서 제시한 지표를 사용하여 분석하였다. 질적 지표는 5개 영역으로 총 14문항이며, 세부 영역으로는 대상자와 환경에 대한 기술, 독립변인, 종속 변인, 설계, 분석 영역으로 구성되어 있다. 각 문항에 대한 답변이 “예”는 1점, “아니오”는 0점을 부여하고, 5번, 8번 문항은 두 영역과 관련된 질문이므로 각각 .5 점씩 부여되어 총점은 14점 만점으로 이루어져 있다. 11~14점은 높은 수준, 7~10점은 중간 수준, 7점 미만은 낮은 수준으로 해석한다(Logan et al., 2008).

3. 신뢰도

선정된 문헌의 질적 수준을 분석하기 전에 연구자들은 질적 지표의 내용과 채점 기준을 확인 및 공유 하였으며, 대상 문헌 분석의 체계적 고찰과 메타분석 (Meta-analysis) 연구를 다수 진행한 작업치료학과 교수 1인과 박사과정 학생 1인이 시행하였다. 또한 분석 대상으로 선정된 문헌 중 3편을 무작위로 선정하여 일치도 확인을 하였으며, 일치도가 85%에 도달하도록 신뢰도 측정 과정(Odom et al., 2003)을 거친 후 각각의 논문들을 분석하였다. 신뢰도는 일치한 항목 수와 일치

하지 않은 항목 수의 합을 나누고 100을 곱하여 백분율로 계산하였으며, 본 연구에서 연구자 간 신뢰도는 100%였다.

III. 연구 결과

1. 분석 문헌의 일반적 특성

1) 분석 문헌의 연도별 특성

2011년부터 2022년 6월까지 12년간 국내 학술지에 게재된 IM 중재 연구 중 단일대상연구 설계 문헌은 총 11편이었다. 본 연구의 선정기준과 부합하지 않는 문헌이 총 15편이었으며, 배제된 문헌의 종류로 그룹 간 비교 연구(6편), 사례보고(2편), 신뢰도와 타당도 연구(3편), 고찰(3편), 후향적 연구(1편)이었다(Figure 1). 연도별로는 2012년에 1편, 2013년 2편, 2015년 1편, 2016년 2편, 2017년 1편, 2018년 2편, 2020년 1편, 2021년 1편이 발간되어 매년 지속적 1~2편의 연구가 게재되고 있는 것으로 나타났다. 문헌분석 논문의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

2) 단일대상연구 설계 방법에 대한 특성 및 연구 대상자의 특성

연구 설계는 ABA 설계가 9편으로 가장 많았고, AB 설계가 2편이었다. 연구의 대상자 수는 1명인 연구가 7편, 2명인 연구 1편, 3명인 연구 3편이었다. 총 회기는 11회기에서 30회기였고, 중재 회기는 8회기에서 15회기였다. 중재 시간은 30분에서 60분으로 매우 다양하게 적용되었고, 연구 기간은 최소 3주에서 최대 11주였으나 분석된 문헌 1편에서는 연구 기간을 별도로 명시하지 않았다. 또한 IM 중재가 제공된 장소의 경우 아동 발달센터 및 연구소 4편, 재활 및 요양병원 2편, 노인요양시설 1편, 가정에서 진행된 경우가 2편이었으며, 별도로 중재 장소를 명시하지 않은 문헌이 2편이었다(Table 1).

3) 연구 대상자의 특성

연구 대상자는 치매 환자가 1편, 뇌성마비 1편, 지적장애 2편, 노인 및 파킨슨병 1편, ADHD 3편, 자폐스펙트럼장애 1편, 실행장애 1편, 초등학생 1편이었고, 아동을 대상으로 한 문헌이 8편, 성인 및 노인을 대상으로 한 문헌이 3편이었다(Table 1).

4) 분석 문헌의 종속 변인에 따른 특성

종속 변인은 아동과 성인을 대상으로 집중력을 포함하여 기억력, 사회적 상호작용 기술, 양측 협응, 균형, 상지 기능, 타이밍, 낙상 효능감, 충동 조절, 자세 조절, 글씨쓰기 기술, 읽기 유창성이었으며, 24개의 관련 평가를 통해 반복 측정하였다. 본 연구 결과 분석된 문헌의 주된 종속변인은 집중력이 가장 많은 비중(45.4%)을 차지하였으나 균형, 양측 협응, 타이밍 등 여러 변인에 대한 효과를 측정하였고, 중재 결과는 모든 문헌에서 효과가 있는 것으로 확인되었다. 또한 11개의 문헌에서 사용된 평가 방법은 총 26개였으며, 1개의 평가도구를 사용한 1편의 문헌을 제외한 10개의 문헌들은 2개에서 5개의 평가도구를 사용하고 있었다. 평가도구는 2개 이상 사용하는 문헌이 가장 많은 수를 차지하였으며, 그 중 Interactive Metronome Short Form Test(IM-SFT)는 6개(54.5%)의 문헌에서 사용되어 가장 높은 빈도수를 보였다. IM 중재를 통해 하나의 종속변인만 확인한 연구는 3편이었으며, 8편의 연구에서는 최소 2개 이상의 종속변인을 확인하기 위해 2개 이상의 평가도구를 사용하였다. 종속변인의 세부적인 사항은 Table 1과 Table 2에 제시하였다.

2. 분석 문헌의 질적 수준

1) 질적 수준 분석 결과

선정 문헌의 질적 수준을 분석한 결과 총 11편 중 높은 수준의 문헌이 8편(72.7%)이었으며, 중간 수준의 문헌이 3편(27.3%)이었고, 낮은 수준의 문헌은 없는 것으로 조사되었다(Table 3).

Table 1. Summary of Analysis Review Studies

No	Author	Diagnosis number	Subjects	Intervention time (min)	Design & Session	Duration of intervention	Place of intervention	Independent variable	Dependent variables	Assessment tool	Outcomes
1	Jang et al. (2012)	ADHD 1	Pediatric	40	A / B / A' / 3 / 15 / 3	7	Home	IM	Attention	ACRS, K-CBCL, CNT, IM-Long form test	Attention(↑)
2	Kim et al. (2013)	VaD 2 AD 1	Geriatrics	30	A / B / A' / 5 / 15 / 5	8	Senior care facility	IM	Attention, Memory, Social interaction skills	LOTCA-G, CNT, ESI	Memory(↑), Attention(↑), Social interaction skills(↑)
3	Jung & Kim (2013)	CP 1 (Hemiplegia)	Pediatric	40~50	A / B / A' / 4 / 12 / 4	10	Convalescent Hospital	IM	Bilateral coordination, Balance, U/E function	BOT, IM short form test, Purdue pegboard test, Grooved pegboard test	Bilateral coordination(↑), Balance(↑), U/E function(↑)
4	Kim et al. (2015)	ID 1	Adult	40	A / B / 5 / 12	10	-	IM	Timing, Attention, Bilateral coordination, Balance	IM short form test, BOT-2	Timing(↑), Attention(↑), Bilateral coordination(↑), Balance(↑)
5	Park et al. (2016)	Older adult 2 PDI	Geriatrics	31	A / B / A' / FU / 5 / 11 / 4 / 1	3	Home	IM	Balance, Fall efficacy, Cognitive function	IM short form test, FSST, FAB, K-FES, K-ABC	Balance(↑), Fall efficacy(↑), Cognitive function(↑)
6	Bak & Yoo (2016)	ID 2	Pediatric	40~50	A / B / A' / 3 / 12 / 3	9	Rehabilitation Hospital	IM	Attention, Short term memory	EEG, IM short form test, Digit span test, Word span test	Attention(↑), Short term memory(↑)
7	Kang (2017)	ADHD 1	Pediatric	50~60	A / B / A' / 3 / 15 / 3	6	Children developmental institute	IM	Attention, Impulsivity control	IM Short form test, SCRS, Concentration task	Attention(↑), Impulsivity control(↑)
8	Cho & Ju (2018)	ASD 1	Pediatric	40~50	A / B / A' / 3 / 14 / 3	-	-	IM	Attention	Inattention activity, Attention activity	Inattention activity(↑), Attention activity(↑)
9	Park & Kim (2018)	ADHD 1	Pediatric	40~50	A / B / A' / 9 / 15 / 6	7	Children developmental center	IM	Postural control, Hand writing performance	COMPS, Handwriting legibility and speed	Postural control(↑), Hand writing performance(↑)
10	Song & Hong (2020)	Praxis problem 1	Pediatric	45~50	A / B / 3 / 8	11	Children developmental center	IM	Timing	IM Short form test, IM Long form test, SSP, Clinical observation	Timing(↑)
11	Gim et al. (2021)	Elementary students 3	Pediatric	40~45	A / B / A' / 3 / 12 / 3	4	Children developmental center	IM	Reading fluency	BASAR	Reading fluency(↑)

ACRS = Abbreviated Conners Rating Scale-Revised; AD = Alzheimer's Dementia; BASAR = Basic Academic Skills Assessment; Reading; BOT = Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency Test; BOT-2 = Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency Test; CNT = Computerized Neurocognitive Function Test; COMPS = Clinical Observation of Motor and Postural Skills; CP = Cerebral Palsy; EEG = Electroencephalography; ESI = Evaluation of Social Interaction; FAB = Fullerton Advanced Balance Scale; FSST = Four Step Square Test; FU = Follow Up; ID = Intellectual Disability; IM = Interactive Metronome; K-ABC = Korean Activities-specific Balance Confidence Scale; K-CBCL = Korean-Child Behavior Checklist; K-FES = Korean Fall Efficacy Scale; LOTCA-G = Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment-Geriatric; PD = Parkinson's Disease; SCRS = Self-Control Rating Scale; SSP = Short Sensory Profile; U/E = Upper Extremity; VaD = Vascular dementia; ↑ = Improvement of function; ↓ = Decreased of function

Table 2. The Dependent Variables Characteristics of Analyzed Studies

(N = 11)

Analysis area	Contents	n (%)	
Assessment tool	Interactive Metronome Short Form Test (IM-SFT)	6 (54.5)	
	Interactive Metronome Long Form Test (IM-LFT)	2 (10)	
	Computerized Neurocognitive Function Test (CNT)	2 (10)	
	Attention activity	1 (9.1)	
	Abbreviated Conners Parent Rating Scale-Revised	1 (9.1)	
	Basic Academic Skills Assessment: Reading (BASA: R)	1 (9.1)	
	Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency Test (BOT)	1 (9.1)	
	Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency Test-2 (BOT-2)	1 (9.1)	
	Clinical observation	1(9.1)	
	Clinical Observation of Motor and Postural Skills (COMPS)	1 (9.1)	
	Concentration task	1 (9.1)	
	Digit span test	1 (9.1)	
	Electroencephalography (EEG)	1 (9.1)	
	Evaluation of Social Interaction (ESI)	1 (9.1)	
	Fullerton Advanced Balance Scale (FAB)	1 (9.1)	
	Four Step Square Test (FSST)	1 (9.1)	
	Grooved pegboard test	1 (9.1)	
	Hand writing legibility and speed	1 (9.1)	
	Korean Activities-specific Balance Confidence Scale (K-ABC)	1 (9.1)	
	Korean-Child Behavior Checklist (K-CBCL)	1 (9.1)	
	Korean Fall Efficacy Scale (K-FES)	1 (9.1)	
	Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment-Geriatric (LOTCA-G)	1 (9.1)	
	Purdue pegboard test	1 (9.1)	
	Self-Control Rating Scale (SCRS)	1 (9.1)	
	Short Sensory Profile (SSP)	1 (9.1)	
	Word span test	1 (9.1)	
	Dependent variable	Attention	5 (45.4)
		Balance	3 (27.3)
		Bilateral coordination	2 (18.2)
		Timing	2 (18.2)
Attention activity		1 (9.1)	
Cognitive function		1 (9.1)	
Hand writing performance		1 (9.1)	
Impulsivity control		1 (9.1)	
Inattention activity		1 (9.1)	
Memory		1 (9.1)	
Postural control		1 (9.1)	
Reading fluency		1 (9.1)	
Short term memory		1 (9.1)	
Social interaction skill		1 (9.1)	
Upper extremity function		1 (9.1)	

2) 세부 항목별 분석 결과

세부 항목에 따른 질적 수준을 분석한 결과 대상자의 환경에 대한 기술, 독립변인의 조작적 정의 및 증재 정의, 종속변인의 조작적 정의, 기초선 기간 동안 데이터 안정화, 단일대상 연구의 설계 형태, 시각적 분석 및 표준적 그래프 제시, 통계적 검정 보고, 통계 분석의

준거 항목들은 11편의 연구에서 충실히 이행되었다. 하지만 각각의 구간에서 적절한 수의 데이터 측정과 대상자 수가 3명 이상인 항목을 충족한 연구는 3편(27.3%)였고, 측정자간 혹은 측정자내 신뢰도의 경우 2편(18.2%), 측정자의 블라인드 처리를 시행한 연구는 0편(0%)으로 나타났다(Table 3).

Table 3. Quality Level Analysis Results

(N = 11)

Categories	Details	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	n (%)
Description of participants and settings	Sufficient description	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11 (100)
Independent variable	Operational definition of independent variable	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11 (100)
	Operational definition of intervention condition	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11 (100)
Dependent variable	Operational definition of dependent variable	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11 (100)
	Interrater or intrarater reliability of the dependent measures	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2 (18.2)
	Unaware of the phase	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0)
	Stability of the data demonstrated in baseline	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11 (100)
Design	Clear and correct statement of SSRD type	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11 (100)
	Adequate number of data points in each phase	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3 (27.3)
	Intervention replicated across three or more subjects	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3 (27.3)
Analysis	Appropriate visual analysis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11 (100)
	Visual analysis follow standard conventions	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11 (100)
	Tests of statistical analysis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11 (100)
	All criteria met for the statistical analyses	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11 (100)
Total		11	12	10	11	11	10	11	11	12	10	11	
Level of quality		H	H	M	H	H	M	H	H	H	M	H	
Level of quality	Low (0~6)												0 (0%)
	Moderate (7~10)												3 (27.3%)
	High (11~14)												8 (72.7%)

H = High; L = Low; M = Moderate; SSRD = Single Subject Research Design

IV. 고 찰

IM 훈련은 순서화된 운동계획 과정이 내적 리듬 감각에 기초한다는 이론을 뒷받침하는 리듬 타이밍 접근 방법으로써 신경계의 구조적, 기능적 변화를 발생시키는 신경 가소성의 원리를 기반으로 개발된 프로그램이다(Chakraborty et al., 2017; Stein & Meredith, 1993). 국내에서는 다양한 진단명의 아동과 성인 환자에게 IM을 적용한 연구가 지속적으로 보고되고 있으며, 이러한 문헌들의 질적 수준과 특성 분석은 근거기반 실행을 위한 중요한 과정으로 여겨질 수 있다. 따라서 본 연구는 아동 및 성인 환자를 대상으로 IM 중재에 대한 단일대상연구의 효과와 일반적 특성을 확인하고 문헌의 질적 수준을 알아보고자 하였다.

2011년부터 2022년 6월까지 12년간 국내 학술지에 게재된 단일대상연구를 살펴본 결과 IM 관련한 단일대상연구는 1년에 1~2편이 게재되고 있음을 확인할 수 있었다. 분석 문헌의 질적 수준은 높은 수준의 문헌이 8편(72.7%), 중간 수준의 문헌 3편(27.3%)으로 조사되어 IM 중재를 적용한 단일대상연구는 근거기반의 적용을 위한 자료로써 의의를 확인할 수 있었다. 국내 작업치료 관련 단일대상연구의 질적 수준을 확인한 고찰 문헌에서 중간 수준의 문헌이 27편(87.1%)으로 가장 높은 비중을 차지하였고, 높은 수준이 2편(33.3%)으로 본 연구와 대비했을 때 높은 수준의 문헌 비율이 낮게 나타났다(Choi et al., 2012). 선행연구는 2012년까지 게재된 단일대상연구를 중심으로 분석한 결과이며, 본 연구는 2011년부터 2022년까지의 시행된 단일대상연구를 질적 분석함에 있어 이전 문헌에 비해 높은 수준의 단일대상연구가 이루어지고 있는 것으로 판단된다. 이러한 근거로 최근 단일대상연구의 질적 지표의 중요성을 언급하는 다수의 연구들(Choi et al., 2012; Kwag et al., 2014)이 보고되고 있어 단일대상연구의 질적 지표 기준에 부합하는 연구를 수행하는 것으로 생각되며, 질적 지표에 대한 인식 또한 증가하고 있는 것으로 파악할 수 있다.

질적 지표의 세부적인 분석 결과 14개의 항목 중 연구 대상자의 환경에 대한 기술, 독립변인의 조작적 정의, 독립변인 조건의 조작적 정의, 종속변인의 조작적 정의, 기초선 기간 동안 데이터의 안정화, 단일대상연구 설계 형태의 기술, 시각적 분석에 따른 수행 보고, 그래프 제시, 통계적 검정, 통계 분석의 준거 부합의 10개 항목에서는 모든 연구에서 100% 이행되었다. Choi 등(2012)에 의해 시행된 단일대상연구의 질적 수준 분석 연구의 경우 독립 변인 조건에 대한 조작적 정의는 모든 연구에서 보고하고 있었으며, 대상자의 환경에 대한 충분한 기술과 독립 변인의 조작적 정의, 표준 방법에 따른 그래프 제시는 96.8%의 문헌이 제시하고 있다고 하였다. 또한 종속변인의 조작적 정의와 설계 방법에 대한 기술, 정확한 적용 방법은 93.5%의 문헌이 언급하고 있어 본 연구의 분석 결과와 일치하는 것으로 파악된다.

독립변인으로 11개의 문헌 모두 IM을 통한 중재가 수행되었고, 연구 대상자는 아동 8편, 성인 3편이었다. Park 등(2018)에 의해 연구된 IM 중재에 대한 체계적 고찰에서도 아동을 대상으로 한 연구가 6편, 성인 2편, 노인 2편으로 아동에게 적용한 IM 중재 연구가 많았음을 확인할 수 있었다. 또한 Nam 등(2020)은 IM을 활용한 국내 연구를 고찰한 결과 선정된 19편의 문헌에서 아동을 대상으로 시행된 연구가 11편으로 가장 많은 것으로 조사되었으며, 청소년 대상 연구 1편, 성인 및 노인 대상 연구가 7편으로 본 연구 결과와 일치하는 것으로 판단된다. 이에 Choi 등(2012)의 연구 결과 단일대상연구의 대상 중 51.7%가 아동으로 이는 연구에 영향을 주는 변수와 변화가 매우 다양함에 있어 아동을 대상으로 한 집단 연구의 어려움으로 단일대상연구의 비중이 높음을 시사하여 본 연구 결과와 유사한 것으로 판단된다. 진단명에 따른 분류로 ADHD가 3편으로 가장 많았으며, 지적장애 2편, 자폐스펙트럼장애, 실행장애, 뇌성마비, 초등학교, 치매, 노인 및 파킨슨병이 각각 1편이었다. 그 중 지적장애를 대상으로 한 문헌은 아동과 성인 환자에게 IM을 적용한 단일대상연구가 각각

1편씩이었다. 이러한 결과는 Lee(2018)의 연구에서도 ADHD 아동을 대상으로 한 연구가 많았음을 보고하였는데, 이는 ADHD의 특징으로 운동장애가 빈번하게 보고되고 있으며, 특히 운동 계획 및 순서화 능력, 리듬감, 타이밍 능력이 주의력과 밀접한 관련이 있다는 점에서 IM 중재의 필요성이 있다고 볼 수 있다(Barkley, 1997). ADHD 아동을 대상으로 한 IM 중재는 반복적인 리듬감과 정확한 타이밍 훈련을 통해 신경 시스템의 용량과 속도를 증가시킬 수 있고, 두뇌의 정보처리기능 향상을 통해 ADHD의 주요 증상인 과잉행동 및 충동성과 부주의를 감소시킬 뿐만 아니라 운동계획 능력의 개선이 가능하다는 근거에 기반한 것으로 판단된다(Namgung et al., 2015). 성인을 대상으로 IM을 적용한 경우 일반 성인 및 골프 선수, 경증 치매, 성인 지적장애, 지역사회 거주 노인들로 본 연구에서 선정된 문헌의 대상자인 치매, 지적장애, 지역사회 거주 노인을 대상으로 조사되었으며(Park et al., 2018), 신경학적 질환 및 지역사회 거주 노인을 대상으로 시행한 문헌은 본 연구 결과와 대상자가 일치하였지만 일반 성인 및 골프 선수와 같은 정상 성인을 대상으로 한 문헌은 본 체계적 고찰의 연구 결과와 일치하지 않았다. 이는 국외에서 스포츠나 무용 등 다양한 분야에서 관련된 특성을 지닌 연구참여자들을 대상으로 한 연구 결과들이 다수 있는 반면, 국내에서는 많이 발표되고 있지는 않은 것으로 파악된다(Nam et al., 2020). Lee 등(2022)의 연구에서는 운동기능 향상을 목적으로 IM 중재를 적용한 집단 연구에 대한 18개의 문헌을 토대로 체계적 고찰을 시행한 결과 골프선수, 군인, 노인 등 정상 성인을 대상으로 한 문헌이 다수를 차지하였다. 18개의 문헌 중 실험군과 대조군을 분류하여 진행한 연구가 13편이었으며, 단일 집단의 전·후 비교를 한 문헌이 5편이었다(Lee et al., 2022). 신경계 질환을 가진 성인의 경우 만성 뇌졸중 환자 3편, 외상성 뇌손상 1편(Lee et al., 2022)으로 적용 대상 질환은 일치하지 않았다. 이러한 이유로 Lee 등(2022)의 연구는 운동기능 변화의 측정을 목적으로 적용한 IM 중재를 검색한 결과이며, 집단을 대상으로 시행한 체계적

문헌 고찰인 만큼 본 연구에서 조사된 문헌의 연구 대상자와 차이가 있는 것으로 판단된다. 이에 IM 중재의 국내 단일대상연구는 주로 아동과 관련된 질환을 대상으로 시행되는 경우가 많았으나 성인 환자에게 적용한 연구 결과와 질환의 범위가 다소 한정적이기 때문에 다양한 질환의 환자에게 적용하여 효과를 입증할 필요성이 있을 것으로 사료된다. 또한 종속 변수에서 다수 측정된 집중력, 균형, 양측 협응 등과 같은 단편적인 요소를 넘어 대상자의 삶의 질 증진을 위한 일상생활활동의 수행능력의 측정 역시 부가적으로 고려해야 할 부분으로 생각된다.

종속변인의 확인 결과 집중력 향상을 목적으로 한 문헌이 5편(45.4%)으로 가장 많은 비중을 나타내는 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 IM 중재가 내, 외부로부터 발생하는 방해나 산만한 요소들에 대한 통제력을 높여줄 수 있을 뿐만 아니라 작업기억을 유지하고 주의 조절 시스템(Attentional control system) 기능을 향상시킬 수 있다는 근거를 통해 집중력 향상을 위한 중재의 방법으로 적용된 것으로 판단된다(McGrew, 2013). 11개의 문헌에서 사용된 평가 방법은 총 26개였으며, 그 중 Interactive Metronome Short Form Test(IM-SFT)는 6개(54.5%)의 문헌에서 사용되어 가장 높은 빈도수를 나타냈다. IM-SFT는 IM 중재 프로그램 내에서 반응 속도와 운동수행능력을 측정하기 위한 평가로써 별도의 평가도구가 필요하지 않다는 장점을 가지고 있어 IM 프로그램 내에 있는 IM-LFT에 비해 비교적 단순하고, 매회기의 평가 시 사용이 편리한 것으로 생각된다. 또한 선행 연구에서 협응성 발달장애아동과 정상발달아동의 IM-SFT를 비교한 결과 81%의 일치율을 보였으며, Kappa 값이 .62($p < .0001$)로 나타나 타이밍 기능을 측정하는데 유용한 도구임이 입증되었기 때문에 (Rosenblum & Regev, 2013) IM-SFT의 사용 빈도가 높은 것으로 판단된다.

본 연구에서 선정된 문헌의 질적 수준을 확인해본 결과 대상자 환경에 대한 기술, 독립변인과 독립변인의 조건의 조작적 정의, 종속변인의 조작적 정의, 기초선

기간 데이터의 안정화, 연구 설계 형태, 시각적 분석, 그래프 제시, 통계적 검정 및 통계적 분석의 10개 항목에서는 모든 연구에서 100% 이행되었다. 하지만 측정자 간 혹은 측정자 내 신뢰도 2편(18.2%), 중재 블라인드 0편(0%), 구간별 데이터의 적절한 수가 확보된 문헌은 3편(27.3%)이었으며, 대상자의 수가 3명 이상인 경우가 3편(27.3%)으로 낮은 수준의 이행을 보이는 것으로 조사되었다.

질적 지표의 항목 중 측정자 간 신뢰도는 평가나 관찰 과정의 일관성을 의미하는 것으로 종속변인의 변화가 중재를 통해 나타난 것임을 뒷받침하는 중요한 근거로 여겨진다(Yang, 2015). 하지만 본 연구에서 수집한 문헌들의 측정자 간 또는 측정자 내 신뢰도의 평가는 2편(18.2%)에서만 이행한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Choi 등(2012)의 연구에서 분석된 전체의 문헌 중 약 20% 정도로 이행률이 낮음을 보고하였으며, Sim(2018)의 연구에서도 1편(4.2%)으로 낮은 이행을 보였다. 이는 작업치료 분야의 연구에서 조작적 정의를 통한 측정보다 표준화된 평가도구를 사용하여 종속변인을 측정하고자 하는 경우가 많아 측정자 간 신뢰도 항목을 생략한 것으로 판단하였다(Choi et al., 2012). 하지만 측정자 간 신뢰도는 향후 단일대상연구의 신뢰도와 임상적 적용을 위해 중요하게 고려되어야 할 항목으로 판단되며, 표준화된 평가도구 일지라도 연구 내에서 적용된 평가도구의 신뢰도에 오차가 발생할 수 있음을 고려하여 측정자 간 신뢰도 및 측정자 내 신뢰도에 대한 부분을 기술해야 할 것으로 생각된다.

중재 블라인드의 경우 연구 편향(Bias)을 줄일 수 있는 좋은 방법으로 여겨지고 있지만 본 연구에서 조사된 모든 문헌에서 중재 블라인드는 시행되지 않았다. 중재자가 단일대상연구 과정의 어떤 구간인지 모르는 것이 이상적일 수 있으나 중재가 대부분 치료 형태로 적용됨에 따라 측정자로부터 기초선 회기인지 치료 회기인지를 모르게 하는 과정에 어려움이 따를 수 있으며, 임상에서 실현되기 까다로운 조건으로 보일 수 있다(Choi et al., 2012).

단일대상연구에 적용된 설계를 확인한 결과 AB 2편(18.2%), ABA 9편(81.8%)로 ABA 설계가 가장 많이 사용되었으며, 이러한 결과는 단일대상연구에서 ABA 설계가 높은 빈도로 사용되고 있다고 보고한 선행 연구의 결과와 일치하였다(Choi et al., 2012; Sim, 2018). 대다수의 문헌에서 ABA와 같은 반전설계를 사용한 이유로 중재 후 기초선을 다시 적용하여 독립변인과 종속변인과의 인과관계를 증명하기 용이하며(Sim, 2018), 효과성 및 지속성의 확인이 가능하기 때문으로 여겨진다(Byiers et al., 2012). 반면 AB 설계는 변인간의 기능적 관계의 입증에 어려워 실제 연구 결과보다 확대 해석할 수 있는 여지가 있어(Sim, 2018) 설계의 빈도가 다소 적게 사용되는 것으로 생각된다.

데이터의 안정화는 변화가 없거나 중재 후 예상되는 방향과 반대의 경향을 보이는 문헌은 없는 것으로 조사되었지만 각각의 구간에서 대상자에 대한 적절한 데이터 수가 확보된 문헌은 3편(27.3%)으로 분석되었다. 이는 선행 연구에서 각각 21편(67.7%), 17편(70.8%)보다 낮은 수준으로 파악된다(Choi et al., 2012; Sim, 2018). 데이터 안정화는 기초선 단계에서 중재를 시작하기 전에 대상자 초기 평가 결과의 안정화를 확인하는 구간이다. 만일 안정화 경향이 빠르다면 최소 3회기 정도의 자료를 통해 중재의 시작이 가능할 수 있지만 10회기 이상의 많은 측정 회기를 측정할수록 안정화에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 방법이다(Backman et al., 1997; Byiers et al., 2012). 이에 추후 진행될 단일대상연구의 경우 질적인 향상을 위해 엄격하게 설계된 구간별 데이터가 필요할 것으로 여겨진다.

각 연구에 참여한 대상자의 수는 1명인 경우가 7편(63.6%), 2명 1편(9.1%), 3명 3편(27.3%)이었다. 또한 질적 수준 평가 지표는 최소한 3명 이상의 대상자를 선정하여 중재 효과에 대한 반복 측정을 권고하지만, 문헌의 질적 분석을 시행한 결과 이를 충족하는 문헌은 3편에 불과하였다. 선행연구 결과 Kwag 등(2014)의 연구에서는 1편(5.9%)으로 확인되었고, Sim(2018)의 연구에서는 10편(41.7%)으로 이행율이 낮은 점에 공통점이 있었다.

또한 Jung과 Choi(2021)가 시행한 연구 또한 대상자 수가 1명인 경우가 4편(66.7%)으로 빈도수가 가장 높았으며, 2명과 3명인 문헌이 각각 1편(16.7%)으로 조사되었다. 이러한 이유로 각 회기마다 종속변인의 반복 측정이 다소 까다롭고, 기초선 기간을 포함한 연구의 전반적인 과정이 길기 때문에 파악하였다(Jung & Choi, 2021). 하지만 단일대상연구의 경우 집단 연구에 비해 대상자 수가 적을 뿐만 아니라 실험 설계의 변형이 가능한 장점을 통해 최소 3명 이상의 대상자를 확보할 수 있도록 고려해야 될 것으로 판단된다.

그래프를 통한 시각적 분석은 단일대상연구에서 개인에 대한 임상적 유의미함을 강조하고 결과를 해석하는 일반적인 절차이며(Kazdin, 1982), 본 연구 결과 분석 문헌 11편(100%) 모두 시각적 그래프를 제시하고 있었다. Choi 등(2012)의 연구에서 시각적 분석의 수행률은 9편(29%)이었으며, Kwag 등(2014)의 연구는 14편(82.4%), Sim(2018) 연구는 23편(95.8%)으로 적절한 시각적 분석을 이행하는 빈도가 증가하고 있음을 알 수 있다(Sim, 2018). 이처럼 단일대상연구의 결과를 판단함에 있어 시각적 분석이 주요한 방법임을 고려하면 시각적 분석 방법의 적절성이 지속적으로 이루어져야 한다(Choi et al., 2012). 또한 그래프의 표준적 제시 방법, 통계적 검정의 보고, 통계 분석의 준거 부합 여부가 제시되어 있음을 확인할 수 있었다. 이들 항목은 선행연구(Choi et al., 2012)에서부터 잘 이행되어왔던 항목으로 단일대상연구를 수행하는 연구자들의 인식이 높은 것으로 판단된다.

본 연구는 아동 및 성인 환자에게 IM 중재를 적용한 국내 단일대상연구의 질적 수준과 특성을 확인하였으며, 국외 문헌 및 목적이 상이한 설계를 적용한 문헌은 선정 과정에서 제외하였다. 이에 추후 연구에서는 국내 및 국외의 문헌을 함께 체계적 고찰하여 보다 포괄적인 대상자를 분석하고, 연구의 특성과 수준을 확인할 필요가 있을 것으로 생각된다. 본 연구결과 낮은 수준의 문헌은 없었으며, 중간 수준과 높은 수준의 문헌들이었으므로 근거기반실행이 가능할 것으로 판단된다. 하지만

향후 단일대상연구를 실행할 경우 측정자 간 또는 측정자 내 신뢰도 평가, 중재 블라인드 적용, 3인 이상의 대상자를 통한 반복 중재의 적용이 필요할 것으로 판단된다. 또한 선정된 연구에서 적용된 중재 효과를 분석하기 위해 비중첩도(Percentage of Nonoverlapping Data: PND)를 통해 각 문헌의 효과 크기 분석과 연구의 질적 수준을 포함하여 제시하는 것도 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 IM 중재 연구의 질적 수준과 특성을 알아보기 위해 지난 12년 동안 국내 학술지에 게재된 단일대상연구 설계 문헌의 내용을 확인하고, 질적 평가 기준에 따른 분석을 통해 질적 수준을 확인하고자 체계적 고찰을 실시하였다. 연구 결과 총 11편의 문헌 모두 중간 수준 이상인 것으로 확인되어 근거기반실행을 위한 적절한 연구로 임상에서 효과적으로 적용할 수 있는 중재임을 확인하였다. 하지만 대부분의 연구에서 신뢰도 평가와 블라인드 적용, 3인 이상의 대상자를 통한 반복 중재의 적용이 이루어지지 않은 문헌들이 다수인 만큼 향후 단일대상연구에서는 연구 결과의 신뢰도를 향상시키기 위한 높은 수준의 연구 설계가 필요할 것으로 판단된다. 또한 대부분의 연구가 아동을 대상으로 시행된 반면 성인을 대상으로 한 연구가 부족한 것으로 나타나 향후 다양한 신경학적 질환의 환자들에게 중재의 적용을 확대해 볼 필요성이 있을 것으로 사료된다. 또한 종속변인에서 다수 측정된 집중력, 균형 등과 같은 단편적인 요소를 넘어 대상자의 삶의 질과 일상생활에 미치는 영향까지 고려해봐야 할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로 3개의 문헌 검색 사이트만을 활용하였다는 점과 검색 용어를 '상호작용식 메트로놈', 'Interactive Metronome', '단일대상연구', '단일사례연구', '개별대상연구'에 한정하여 본 연구와 관련이 있음에도 검색어 불일치로 빠진 문헌이 있을 것으로 생각된다.

다. 또한 최근 12년 동안 국내에서 시행된 IM 중재와 관련한 단일대상연구만을 분석하였기 때문에 국외의 단일대상연구 동향은 확인할 수 없었다. 하지만 임상 환경에서 유연하게 적용 가능한 과학적 연구방법인 단일대상연구의 결과를 분석하고, 각 연구의 특성과 질적 수준을 확인한 것에 의의가 있을 것으로 사료된다. 이에 IM 중재가 보다 다양한 질환을 대상으로 시행되어야 할 것이며, 근거중심에 입각한 설계의 연구가 지속적으로 필요할 것으로 생각된다.

References

- Backman, C. L., Harris, S. R., Chisholm, J. A. M., & Monette, A. D. (1997). Single-subject research in rehabilitation: A review of studies using AB, withdrawal, multiple baseline, and alternating treatments designs. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 78*(10), 1145-1153. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90142-8](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90142-8)
- Bak, A. R., & Yoo, D. H. (2016). The effects of interactive metronome on short-term memory and attention for children with mental retardation. *The Journal of Korean Academy of Sensory Integration, 14*(1), 19-30. <https://doi.org/10.18064/JKASI.2016.14.1.019>
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin, 121*(1), 65-94.
- Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Reviews Neuroscience, 8*(10), 755-765. <https://doi.org/10.1038/nrn1764>
- Byiers, B. J., Reichle, J., & Symons, F. J. (2012). Single-subject experimental design for evidence-based practice. *American Journal of Speech-Language Pathology, 21*(4), 397-414. <https://doi.org/10.1044/1058-03602012/11-003>
- Chakraborty, S., Kaf, W., & Lucker, J. R. (2017). Interactive Metronome: Research review related to treating auditory processing disorders in children. *Journal of the Academy of Rehabilitative Audiology, 50*, 28-35.
- Cho, S. Y., & Ju, Y. (2018). The effect of interactive metronome training on attention to autism spectrum disorder children: Single case study. *Therapeutic Science for Rehabilitation, 7*(4), 57-66. <https://doi.org/10.22683/tsnr.2018.7.4.057>
- Choi, Y. I., Kim, E. J., & Park, E. Y. (2012). Review the level of quality of single subject research design in the field of Korean occupational therapy by using the Journal of Korean Society of Occupational Therapy. *Korean Journal of Occupational Therapy, 20*(4), 111-124.
- 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. <http://doi.org/10.1097/MRR.0b013e328325a8cf>
- Debaere, F., Swinnen, S. P., Béatse, E., Sunaert, S., Van Hecke, P., & Duysens, J. (2001). Brain areas involved in interlimb coordination: A distributed network. *Neuroimage, 14*(5), 947-958. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0892>
- Gim, Y. J., Shin, M. H., Jeong, H. W., & Jeon, B. J. (2021). The effect of interactive metronome training on reading fluency in elementary students: A single case study. *Journal of Korean Academy of Sensory Integration, 19*(2), 26-35. <https://doi.org/10.18064/JKASI.2021.19.2.26>
- Greenspan, S. I. (1992). *Infancy and early childhood: The practice of clinical assessment and intervention with emotional and developmental challenges*. International Universities Press, Inc.
- Greenspan, S. I. (1997a). *Developmentally based psychotherapy*. International Universities Press, Inc.
- Greenspan, S. I. (1997b). *The growth of the mind and the endangered origins of intelligence*. Addison-Wesley Longman.
- 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. <https://doi.org/10.1310/tsr1806-728>
- 10.3109/17518423.2011.635608
- Jang, S. Y., Park, J. W., Lee, S. W., Lee, J. H., Jang, K. M., Choi, B. N., & Kim, S. K. (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), 73-87.
- 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. <https://doi.org/10.1080/17513758.2012.708888>
- Jung, J. H. (2019). Effects of Interactive Metronome (IM) training on executive function of stroke patients. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(7), 145-152. <https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2019.9.7.145>
- Jung, J. H., & Kim, S. K. (2013). The effects 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), 37-48.
- Jung, Y. J., & Choi, Y. I. (2021). Analysis of occupational therapy intervention research for improving memory: Focus on single-subject research design in Korean academic journals. *Therapeutic Science for Rehabilitation*, 10(4), 39-52. <https://doi.org/10.22683/tsnr.2021.10.4.039>
- 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*, 8(1), 45-54. <https://doi.org/10.22683/tsnr.2017.6.1.045>
- Kazdin, A. E. (1982). *Single-case research designs*. Oxford University Press.
- Kim, J. M., Kim, S. K., Jang, J. Y., & Jo, A. Y. (2013). The effects of interactive metronome on memory, attention, and social interaction skills in patients with mild dementia. *Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, 21(3), 31-44.
- Kim, K. M., Kim, M. S., & Lee, S. M. (2015). The effects of interactive metronome on timing, attention, bilateral coordination and balance for adult with intellectual disabilities: Single subject design. *Journal of Special Education and Rehabilitation Science*, 54(3), 349-364. <https://doi.org/10.15870/jsers.2015.09.54.3.349>
- Koomar, J., Burpee, J. D., DeJean, V., Frick, S., Kawar, M. J., & Fischer, D. M. (2001). Theoretical and clinical perspectives on the interactive metronome: A view from occupational therapy practice. *American Journal of Occupational Therapy*, 55(2), 163-166. <https://doi.org/10.5014/ajot.55.2.163>
- Kuhlman, K., & Schweinhart, L. J. (1999). *Timing in child development*. High/Scope Educational Research Foundation.
- Kwag, S. W., Sim, J. M., & Roh, H. L. (2014). Study on the characteristics and quality level of single subject researches in the sensory integration therapy field of Korean occupational therapy. *The Journal of Korean Academy of Sensory Integration*, 12(2), 25-36. <https://doi.org/10.18064/JKASI.2014.12.2.025>
- Lee, H. K., Kim, H. J., Kim, S. B., & Kang, N. (2022). A review and meta-analysis of interactive metronome training: Positive effects for motor functioning. *Perceptual and Motor Skills*, 129(5), 1-21. <https://doi.org/10.1177/0031512522111040>
- Lee, K. W. (2018). *Effect of interactive metronome intervention to improve motor timing of children with developmental coordination disorder*. (Master's thesis). Yonsei University.
- Lee, S. H., Park, E. H., & Kim, Y. T. (2000). *Single subject research in educational and clinical settings*. Hakjisa.
- Leisman, G., & Melillo, R. (2010). Effects of motor sequence training on attentional performance in ADHD children. *International Journal on Disability and Human Development*, 9(4), 275-282. <https://doi.org/10.1515/IJDHD.2010.043>
- Lewis, P. A., & Miall, R. C. (2006). Remembering the time: A continuous clock. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(9), 401-406. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.07.006>
- Logan, L. R., Hickman, R. R., Harris, S. R., & Heriza, C. B. (2008). Single-subject research design: Recommendations for levels of evidence and quality rating. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(2), 99-103. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.02005.x>
- Mauk, M. D., & Buonomano, D. V. (2004). The neural basis of temporal processing. *Annual Review of Neuroscience*, 27(1), 307-340. <http://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144247>
- McGrew, K. S. (2013). The science behind interactive metronome: An integration of brain clock, temporal processing, brain network and neurocognitive

- research and theory. *The MindHubTM Pub.* 2, 2-3.
- Nam, S. M., Kim, S. J., & Kim, M. J. (2020). A review of domestic research using interactive metronome. *Journal of Korean Society for Rhythmic Exercises*, 13(2), 155-164. <http://doi.org/10.34270/jksre.2020.13.2.155>
- 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. <https://doi.org/10.18064/JKASI.2015.13.2.063>
- Odom, S. L., Brown, W. H., Frey, T., Karasu, N., Smith-Canter, L. L., & Strain, P. S. (2003). Evidence-based practices for young children with autism: Contributions for single-subject design research. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 18(3), 166-175. <https://doi.org/10.1177/10883576030180030401>
- Park, E. J., Park, S. H., & Park, S. H. (2018). A systematic review of interactive metronome intervention: Based on OTPF-III. *Journal of Humanities and Social Sciences* 21, 9(3), 265-276. <http://doi.org/10.22143/HSS21.9.3.21>
- Park, E. Y., Kim, S. S., & Cho, K. S. (2005). Review of the contents and methods of single-subject design research in Korea. *Korean Journal of Special Education*, 40(1), 65-89.
- 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://doi.org/10.18064/JKASI.2018.16.1.014>
- Park, S. M., Kim, M. Y., Park, J. H., & Park, H. Y. (2016). Effects of interactive metronome (IM) training on balance, fall efficacy, and cognitive function of community-dwelling older adults. *Korean Journal of Occupational Therapy*, 24(4), 95-108. <https://doi.org/10.14519/jksot.2016.24.4.07>
- Rosenblum, S., & Regev, N. (2013). Timing abilities among children with developmental coordination disorders (DCD) in comparison to children with typical development. *Research in Developmental Disabilities*, 34(1), 218-227. <http://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.07.011>
- Sim, K. B. (2018). Study on the characteristics and quality level of single subject researches in the stroke patients: The field of health care. *Journal of Korean Society of Community Based Occupational Therapy*, 8(2), 15-28. <http://doi.org/10.18598/kcbot.2018.8.2.02>
- Song, J. W., & Hong, E. K. (2020). Interactive metronome training for a child with praxis problems: A single subject design. *The Journal of Korean Academy of Sensory Integration*, 18(3), 27-38. <http://doi.org/10.18064/JKASI.2020.18.3.27>
- Stein, B. E., & Meredith, M. A. (1993). *Cognitive neuroscience. The merging of the senses*. The MIT Press.
- Taub, G. E., McGrew, K. S., & Keith, T. Z. (2007). Improvements in interval time tracking and effects on reading achievement. *Psychology in the Schools*, 44(8), 849-863. <http://doi.org/10.1002/pits.20270>
- 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(12), 1048-1060. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2008.01096.x>
- Yang, M. H. (2015). *Single subject research* (1st ed., pp. 15-54). Hakjisa.

A Systematic Review on Intervention of Interactive Metronome: Focus on Single-Subject Research Design in Korean Academic Journals

Son, Yeong Soo^{*}, M.S., O.T., Choi, Yoo Im^{**} Ph.D., O.T.

^{*}Brain Rehabilitation Geriatric Hospital, Occupational Therapist / Dept. of Occupational Therapy, Graduate School, Wonkwang University, Doctoral Course, Student

^{**}Dept. of Occupational Therapy, Wonkwang University, Professor

Objective : This study aimed to confirm the research characteristics and quality of single-subject literature among domestic studies that applied interactive metronome (IM) intervention.

Methods : Regarding literature search, 11 single-subject studies using IM were selected from an online database from January 2011 to June 2022. Moreover, the general characteristics and quality of the research method were analyzed.

Results : The qualitative level of the analyzed literature was above the moderate level. However, intervention blindness and reliability showed low compliance. The ABA design accounted for the largest proportion of methods. Most of the study participants had attention deficit hyperactivity disorder. Attention, balance, bilateral coordination, and timing were checked as dependent variables. The IM-SFT was used most frequently as an evaluation method. The mediation session applied more than 8-10 interventions for 3-11 weeks. The intervention results in all studies indicated functional improvement after intervention.

Conclusion : It might be necessary to expand the application of IM interventions to diverse diseases. In addition, there is a need to study the effect on the participants' quality of life and changes in daily life along with dependent variables such as attention and balance

Keywords : Interactive Metronome, Single subject research, Systematic review, Quality level