

스마트폰 어플리케이션을 이용한 박자 맞추기 게임이 발달 지연 아동의 실행기능에 미치는 효과

설예림*, 김진경**, 박소연**, 강대혁**

*파주시티 소아재활치료센터 작업치료사

**한서대학교 작업치료학과 교수

국문초록

목적 : 본 연구는 발달 지연 아동을 대상으로 스마트폰 어플리케이션의 박자 맞추기 게임이 실행기능 향상에 미치는 효과를 알아보려고 하였다.

연구방법 : 본 연구는 발달 지연 아동 3명을 대상으로 개별 사례 연구 방법 (Single-subject experimental research design) 중 ABA설계를 사용하였다. 독립 변인은 박자 맞추기 게임으로, 노래가 나오는 화면을 보고 화면에서 나타나는 검은색 타일을 누르는 게임이다. 박자 맞추기 게임은 주 3회기, 휴식 시간 포함 20분 동안 총 7회기 진행하였다. 종속 변인은 박자 맞추기 게임이 대상자의 실행기능 향상에 효과가 있는지 알아보기 위하여 매 회기 '시각운동속도'를 측정하였고, 중재 전·후에는 '아동 색 선로 검사(Children's Color Trails Test: CCTT)'와 '토막짜기(Block design)', '숨은 그림 찾기(Finding hidden picture)'검사를 실시하였다.

결과 : 연구 결과는 3명의 대상자 모두 독립 변인인 박자 맞추기 게임의 수행도가 향상되었고, 종속 변인인 '시각운동속도', '시각 주의력', 집중력의 실행기능도 향상된 것을 확인할 수 있다.

결론 : 본 연구 결과, 박자 맞추기 게임이 발달 지연 아동의 실행기능 향상에 효과적인 중재 방법임을 확인할 수 있었다. 이를 기초로 학습에 대한 동기 부여가 어렵고 집중력이 부족한 발달 지연 아동을 대상으로 학습 및 중재에 효과적인 다양한 어플리케이션의 개발과 적용이 이루어지길 기대해 본다.

주제어 : 박자 맞추기 게임, 발달 지연, 스마트폰 어플리케이션, 실행기능

교신저자 : 김진경(k6j4k@hanseo.ac.kr)

|| 접수일: 2022.05.03

|| 심사일: 2022.05.11

|| 게재승인일: 2022.07.12

논문은 설예림(2022)의 석사학위 논문을 수정 보완한 것임.

I. 서 론

발달 지연이란 신체적, 언어적, 인지적, 정서 및 사회적 영역에서 발달 수준이 평균 연령보다 기준 이하로 지연된 상태를 의미한다(Yoon et al., 2005). 발달 지연 아동은 지능 및 감각과 운동 기능의 저하로 인해 일상생활 및 학업 등에서 적응의 어려움을 보인다(Kagan et al., 2007). 특히, 기억, 집중, 문제 해결 등의 인지적인 문제는 발달의 문제를 더욱 악화시킨다(Hunt et al., 1994).

최근의 발달 지연 아동의 인지적 문제로 실행기능(Executive function)이 제기되고 있는데(Anderson, 2002), 실행기능이란 인간의 목표 지향적인 사고와 행동, 정서를 통제하는 의식적인 인지 과정을 의미한다(Zelazo & Carlson, 2012). 실행기능은 새로운 전략을 적용하고 행동의 효과를 감독하여 부적절한 반응을 억제하는 것과 같은 목적 지향적 행동의 핵심 요소로 전두엽 피질과 관련이 있다(Duncan, 1986). 또한 일상 생활과 학습 활동에서 발생할 수 있는 다양한 문제를 해결하고 적응하기 위한 필수적인 요소라 할 수 있다(Jurado & Rosselli, 2007).

실행기능은 6~10세 사이에 급격히 발달하게 되는데(Do et al., 2010), 실행기능 발달에 문제가 생기면 억제력, 주의력, 작업 기억과 계획 능력 등에 어려움을 보이게 된다(Lee & Kim, 2018). 최근 발달 지연 아동의 실행기능에 관한 연구에서는 발달 지연 아동에게 실행기능을 향상을 위한 치료가 우선적으로 필요하다고 강조하였다(Riggs et al., 2004). 또한 Leung 등(2012)의 연구에서 발달 지연 아동의 행동 조절 능력과 문제행동을 감소시키기 위해서는 실행기능을 향상해야 한다고 언급하였다. 이는 감정이나 욕구를 포함한 충동적 행동이 조절되면 주변 상황을 집중하고 탐색하는 능력이 향상되므로 적절한 행동 반응을 유발할 수 있기 때문이다(Barkley, 1997; Pennington & Ozonoff, 1996).

임상에서는 발달 지연 아동의 실행기능을 향상하기

위한 작업치료 중재 방법으로 Interactive Metronome (IM)을 사용하고 있다. IM은 리듬 타이밍 훈련을 기반으로 메트로놈 소리에 따라 손과 발로 동작을 반복하면서, 제공되는 피드백을 통하여 정확한 타이밍에 맞춰 움직임 반응의 오차를 줄이는 것이다(Thaut & Abiru, 2010).

Namgung 등(2015)의 연구에서 IM은 신경 감각과 운동 원리를 바탕으로 타이밍을 훈련하여서 뇌의 정보 처리기능을 향상하므로 충동성과 과잉행동을 감소시키고 집중력을 향상하고자 하였다. 또한 IM은 실행기능에 문제가 있는 아동의 타이밍 능력에 긍정적인 효과가 있음을 설명하였다(Song & Hong, 2020).

이렇게 타이밍을 이용한 IM은 Bartscherer와 Dole (2005)의 사례 연구에서 주의력 부족과 발달 지연 남아의 협응 능력과 타이밍 능력의 증가를 보였고 소근육과 대근육의 능력이 향상되는 것을 확인할 수 있었다. Seok(2009)은 IM 중재가 ADHD 아동의 지능 지수와 학습 능력 개선에 효과적이라고 보고하였고, Kim et al.(2012)는 발달 지연 아동을 대상으로 감각 통합 치료와 IM을 적용한 결과 감각처리능력, 양측협응능력, 집중력이 향상되었다고 보고하였다.

또 다른 작업치료 중재 방법은 스마트 기기를 이용한 방법을 사용하고 있다. 스마트폰을 이용한 중재는 풍부한 시각과 청각 자극을 제공하고 난이도를 대상자에 맞게 조절이 가능하며 학습자에게 시·공간적 제약 없이 다양한 학습 기회를 제공할 수 있기 때문에 다양한 질환의 아동에게도 적용이 가능하다는 장점을 가지고 있다(Abu-Ghanem et al., 2015; Crossland et al., 2014). Lee와 Jun(2011)의 선행 연구에서는 학습 장애 아동을 대상으로 디지털 기기를 이용하여 학습을 시킨 결과, 흥미 유발과 집중력 향상에 효과적이라고 보고하였다. 스마트기기를 이용하였을 때 책과 같은 매체를 사용하였을 때보다 스마트기기를 이용하였을 때 정보를 받아들이기 쉽기 때문에 장애 아동에게 중재를 하는데 더욱 효과적일 수 있다(Lee et al., 2013).

이에 본 연구에서는 집중력이 부족하고 동기 부여가

어려운 발달 지연 아동에게 타이밍 훈련을 접합하고, 흥미와 동기를 유발하며 인지 및 학습에 영향을 주는 스마트폰 어플리케이션의 박자 맞추기 게임을 이용하여 실행기능을 향상하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

1) 연구 대상자 선정 조건

본 연구의 대상자 선정 조건은 다음과 같다.

- (1) 발달 지연으로 진단받은 3명의 아동
- (2) Conners의 주의력결핍 과잉행동 단축형 척도를 통한 주의력에 문제가 있는 아동 중 총 30점 기준 18점 이상 받은 아동
- (3) 스마트폰 어플리케이션을 이용한 치료에 경험이 없는 아동
- (4) 연구 참여에 보호자가 동의한 아동

위와 같은 연구 기준에 의한 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다.

대상자 1 보호자의 주 호소는 자신이 갖고 싶어 하는 음식이나 장난감 등의 순서를 기다리지 않고 가져가는 것이었다. 또한 아동이 숫자 쓰거나 한글을 칸에 맞추어 쓰기 등의 과제를 집중하지 못하고, 수행 중 자리를 이탈하는 등의 산만한 모습이 보이며 학습에 흥미가 없어 보인다고 하였다. 그러나 평소 스마트폰 게임이나 어플리케이션에는 관심이 높은 모습을 보인다고 하였고 검사자가 치료실에서 아동의 행동을 관찰한 결과 착석 유지가 가능하나 움직이는 사물이나 작은 소리에도 집중을 잃고 산만한 모습을 보였다.

2020년 2월 7일에 발달 지연으로 진단받았고 덴버 발달검사 결과 발달 지연으로 의심되는 것으로 나왔다. Conners의 주의력결핍 과잉행동 단축형 척도 (Abbreviated Conners Rating Scale: ACRS) 교사용 검

사 결과 주의력이 부족한 것으로 나타났다.

대상자 2 보호자의 주 호소는 빈 치료실에서 마음대로 들어가서 원하는 책을 가지고 나오거나, 키보드를 타다가 원하는 곳으로 이동해 사라져 보호자가 찾아다니는 등의 자신을 억제하는 것에 어려움을 보인다고 하였다. 또한 학습 과제를 할 때 집중하는 것이 어려워 과제물이 아닌 주변을 두리번거리는 산만한 행동을 보였다. 그러나 학습 과제가 아닌 스마트폰 게임이나 어플리케이션에는 관심이 높은 것으로 보고되었다. 검사자가 치료실에서 아동의 행동을 관찰한 결과 착석 유지는 가능하나 시각적으로 다른 그림이나 빛, 문자를 찾아보는 산만한 모습이 관찰되었다.

2020년 2월 7일에 발달 지연으로 진단받았고 덴버 발달검사 결과 발달 지연으로 의심되는 것으로 나왔다. Conners의 주의력결핍 과잉행동 단축형 척도(ACRS) 교사용 검사 결과 주의력이 부족한 것으로 나타났다.

대상자 3 보호자의 주 호소는 학습 과제물을 제공하였을 때 고개를 숙여 울거나 다른 이야기를 자주 하는 모습 보여 한 과제를 지속하기 위하여 많은 격려가 필요하다고 하였다. 그러나 스마트폰 게임이나 어플리케이션에는 높은 관심을 보이는 것으로 보고되었다. 검사자가 치료실에서 아동의 행동을 관찰한 결과 착석 유지는 가능하나 수 세기와 숫자 따라 쓰기와 같은 학습 과제 진행 시 집중 유지가 어렵고 상황과 다른 이야기를 하는 산만한 모습을 보였다.

2017년 11월 7일 발달 지연으로 진단을 받았고 덴버 발달검사 결과 발달 지연으로 의심되는 것으로 나왔다. Conners의 주의력결핍 과잉행동 단축형 척도 (ACRS) 교사용 검사 결과 주의력이 부족한 것으로 나타났다.

2. 연구 설계

본 연구는 발달 지연 아동에게 실행기능을 향상시키기 위해 개별 사례 연구 방법(Single-subject experimental research design) 중 ABA 설계를 사용하였다.

중재는 총 12회기로 기초선(A) 3회기, 중재 기간(B) 7회기, 기초선(A) 2회기로 진행하였다. 중재 전에 아동에게 스마트폰의 사용과 게임의 규칙을 알려주기 위해 연습 기간(1회)을 두었다.

1) 기초선(A)

대상자의 중재 전 실행기능을 알아보기 위하여 대상자별 기초선을 총 3회씩(주 1회, 월, 수, 금) 측정하였다.

2) 중재 전 박자 맞추기 게임 연습 기간

중재 전에 대상자에게 어플리케이션에 대한 사용 방법 및 게임을 수행하는 방법을 알려주는 시간을 가졌다. 이 기간은 1회기 15분 동안 진행하였다.

3) 중재 기간(B)

중재 기간에는 박자 맞추기 게임을 대상자별로 3주간, 주 3회 총 7회기 씩 실시하였다.

박자 맞추기 게임은 1회기 휴식 시간을 포함하여 총 20분씩 진행하였고, 20분은 다시 5분씩 3회로 나눠 진행하였다. 대상자별 박자 맞추기 게임은 1회기에(20분) 평균 20회 이상 진행하였다. 박자 맞추기 게임이 끝나면 10분 뒤 종속 변인 중 시각운동속도를 측정하였다.

4) 기초선(A)

기초선 A' 기간에는 박자 맞추기 게임의 시행 없이 종속 변인 측정 도구를 측정하였다.

1주간 2회기 진행하였고 각 대상자의 스케줄은 기초선 측정 때와 동일하였다.

3. 독립 변인

1) 스마트폰 어플리케이션을 이용한 박자 맞추기 게임

본 연구에서는 스마트폰 어플리케이션(이하 박자 맞추기 게임)을 사용하여 발달 지연 아동의 충동성을 낮

추고 실행기능을 향상시키고자 하였다. 박자 맞추기 게임은 노래가 나오는 화면을 보고 화면에서 나타나는 검은색 타일을 누르는 게임으로 점수는 한 곡이 끝날 때까지 정확하게 누른 개수를 의미한다. 단, 수행 중에 검은색 타일이 아닌 다른 곳을 누른 경우 게임은 종료된다.

중재는 박자 맞추기 게임의 난이도 중 대상자의 수행 수준에 맞춰 보통 단계인 '징글벨'로 진행하였고, '징글벨'의 총점은 220점이며 수행 시간은 1분이었다. 박자 맞추기 게임의 수행 시간은 휴식 시간을 포함하여 20분(1회기)씩 수행하였다. 20분의 구성은 5분씩 나눠서 3회 실시하였고 5분 실시 후에는 1분의 휴식 시간을 가졌다.

박자 맞추기 게임을 수행하는 5분의 구성은 치료사가 게임 시작 버튼을 누르고, 아동이 게임을 수행하도록 하였다. 박자 맞추기 게임이 수행하는 중간에 틀려서 종료될 경우, 검사자가 '다시 해보자.'라고 격려를 한 후에 다시 게임 시작 버튼을 눌러 주었다. 검사자는 5분이 되면 박자 맞추기 게임을 종료하였다. 이러한 방법으로 대상자들은 1회기에 평균 20회 이상 박자 맞추기 게임을 실시하였다. 수행 점수는 1회기 실시한 게임의 점수를 평균으로 계산한 뒤 100만 점으로 환산하였다. 게임의 준비 과정 및 세부 진행 방법이 설명되어있다 (Figure 1).

2) 중재 전 박자 맞추기 게임 연습 기간

대상자에게 스마트폰 사용 방법과 게임의 규칙을 알려주기 위해 1회기 연습 시간을 가졌다. 연습 기간에는 박자 맞추기 게임의 난이도가 가장 쉬운 단계인 '생일 축하합니다' 곡을 사용하였고 15분 동안 실시하였다. 연습은 대상자에게 2회 게임 진행 방법을 시범 보여준 뒤 직접 수행해보게 하였다. 대상자가 게임의 방법을 이해하지 못하면 대상자의 검지 손가락을 잡고 2회 추가로 함께 게임을 진행하였다.

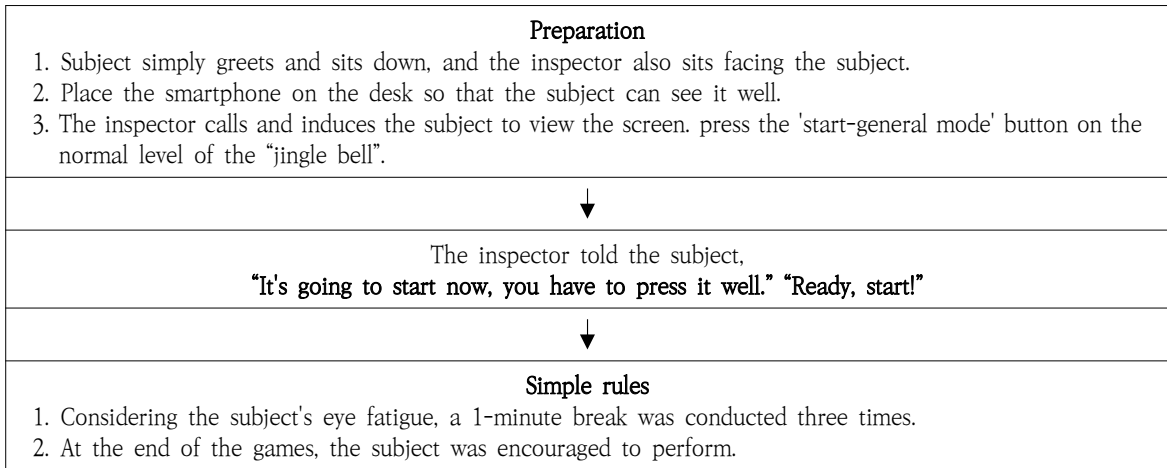


Figure 1. How to Prepare and Proceed With the Beat-Keeping Game

4. 종속 변인

1) 종속 변인 측정 검사 도구

(1) 시각운동속도(Visual-motor speed)

본 연구에서는 실행기능을 평가하기 위해서 한국형 시지각 발달 검사(Korean-Developmental Test of Visual Perception-2: K-DTVP-2)의 하위 항목인 시각 운동속도를 사용하였다(문수백 등, 2003). 본 연구에서는 1분 30초 동안 검사를 실시하였고, 총점수는 큰 동그라미 30개 만점 작은 네모 32개로 총 64점 만점으로 진행하였다. 이를 100점 만점으로 환산하여 결과를 분석하였다.

(2) 아동 색 선로 검사(Children's Color Trails Test: CCTT)

본 연구에서는 지속적 시각 주의력을 평가하기 위해 아동 색 선로 검사를 사용하였다(D' Elia et al., 1996). CCTT-1은 1~15까지의 숫자가 적혀있는 원을 순서대로 빠르게 연결해야 하고 CCTT-2는 1~15까지의 숫자가 적힌 원을 순서대로 빠르게 원의 색깔(분홍색과 노란색)을 번갈아서 연결해야 한다. 검사 결과는 총완성 시간(Time score), 촉진 점수(Prompt score), 근사-오류 점수(Near-miss score), 오류 점수(Error score), 간섭 지표(Interference index)를 구하여 결괏값을 측정

한다. 본 연구에서는 결괏값을 T점수로 변환하여 분석하였다.

(3) 토막짜기(Block design)

본 연구에서는 시각 주의력을 평가하기 위해 한국 웨슬러 유아 지능검사 4판(Korean Wechsler Primary and Preschool Scale Intelligence-IV: K-WPPSI-IV) 중 토막짜기 항목을 사용하였다(박혜원 등, 2016). 검사 방법은 제한 시간 동안 제시된 토막을 보고 한 가지나 두 가지의 색깔의 토막을 사용하여 같은 모양을 만드는 것이다. 본 연구에서는 총점은 34점에서 측정된 점수의 평균을 구하여 비교하였다.

(4) 숨은 그림 찾기(Finding hidden picture)

본 연구에서는 집중력을 평가하기 위해 Kang(2017)의 연구에서 사용된 숨은 그림 찾기 과제를 응용하여 적용하였다. 검사지는 만 6세 숨은 그림 찾기 교재에 나와 있는 복잡한 그림 속에서 5~7개의 자극을 찾아 동그라미 표시를 하는 것으로 난이도가 유사한 과제를 회기별로 사용하였다. 결과는 자극을 모두 찾는데 소요된 시간을 측정하였고, 측정된 시간이 줄어들수록 집중력을 포함한 실행기능이 향상되는 것으로 결과를 분석하였다.

2) 종속 변인 설정 및 측정

본 연구에서는 실행기능을 측정하기 위하여 시각운동속도, 아동 색 선로 검사, 토막짜기, 숨은 그림 찾기 검사를 실시하였다. 시각운동속도는 기초선과 중재 기간 동안 매 회기 측정하였으며, 중재 기간에는 박자 맞추기 게임이 종료된 후 10분 뒤 측정하였다. 점수는 1분 30초 동안 표시한 개수를 기록하여 비교하였다.

아동 색 선로 검사, 토막짜기와 숨은 그림 찾기는 기초선(A, A')에서만 측정하였다. 아동 색 선로 검사는 수행 시간과 오류 횟수를 기록한 후 T점수로 변환하여 중재 전·후를 비교하였다. 토막짜기 검사는 완성한 수행 점수를, 숨은 그림 찾기는 수행 시간을 기록하여 중재 전·후의 수행 능력을 비교하였다.

5. 분석 방법

본 연구에서는 중재로 적용한 박자 맞추기 게임의 수행 점수와 종속 변인 중 시각운동속도의 점수를 매 회기 측정하여 결괏값을 시각적 그래프를 통해 분석하였다.

아동 색 선로 검사(CCTT)와 토막짜기(Block design) 검사, 숨은 그림 찾기 검사(Finding hidden picture)의 수행 점수는 중재 전·후의 평균을 구하여 비교하였다.

III. 연구 결과

1. 박자 맞추기 게임의 수행 변화

독립 변인으로 사용한 박자 맞추기 게임의 수행도를 확인하기 위하여 수행 점수를 회기별로 측정하였다. 대상자 모두 회기가 진행될수록 수행 점수가 증가되는 것을 확인할 수 있었다(Figure 2). 대상자별로 살펴보면 대상자 1의 수행 점수는 1회기 53점에서 시작하여 중재 7회기 82점으로 증가하였다. 대상자 2의 수행 점수는 중재 1회기 45점에서 7회기에는 95점으로 향상된 것을 확인할 수 있었다. 대상자 3의 경우도 수행 점수가 중재 1회기 45점에서 중재 7회기에는 87점으로 향상하였다.

2. 실행기능의 변화

1) 시각운동속도(Visual-motor speed)의 변화

대상자별로 시각운동속도가 중재 전보다 중재 후에 향상된 것을 확인할 수 있었다. 대상자 1의 경우 기초선에는 평균 8점의 수행도를 보였고, 기초선 A'에는 평균 22점으로 중재 기간보다 평균 점수는 감소하였으나 기초선보다는 향상된 양상을 보였다. 대상자 2의 경우 기초선에는 평균 8점의 수행도를 보였고, 기초선 A'에는

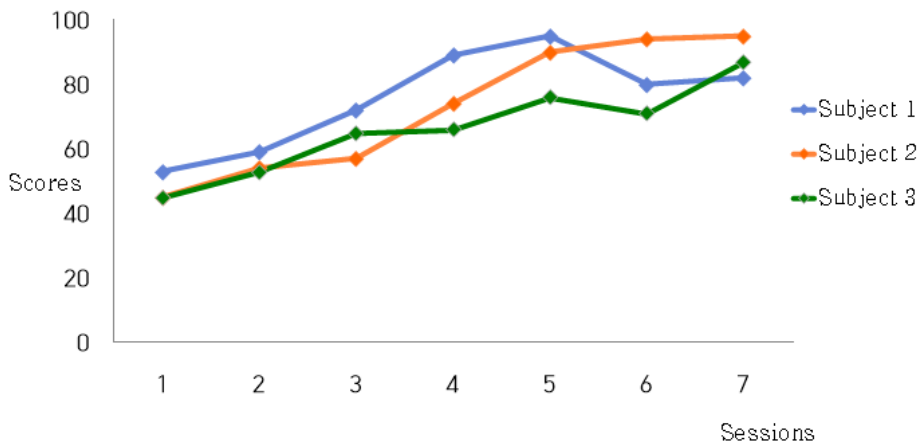


Figure 2. Changes in the Performance of Each Subject in the Beat-Keeping Game

평균 10점으로 중재 기간보다 평균 점수는 감소하였으나 기초선 A보다는 향상된 양상을 보였다. 대상자 3의 경우 기초선에는 평균 7점의 수행도를 보였고, 중재 10 회기에는 20점으로 향상되었다. 기초선 A'에는 평균 8 점으로 중재 기간보다 평균 점수는 감소하였으나 기초 선 A보다는 향상된 양상을 보였다(Figure 3).

2) 아동 색 선로 검사(Children's Color Trails Test: CCTT) 점수 변화

중재 전·후 대상자별 지속적 시각 주의력 역시 중재 후 향상된 것을 확인할 수 있었다(Table 1). 대상자별로 살펴보면 대상자 1의 경우 중재전에는 CCTT-1의 T점 수가 47점에서 중재 후에는 49점으로 증가하였다.

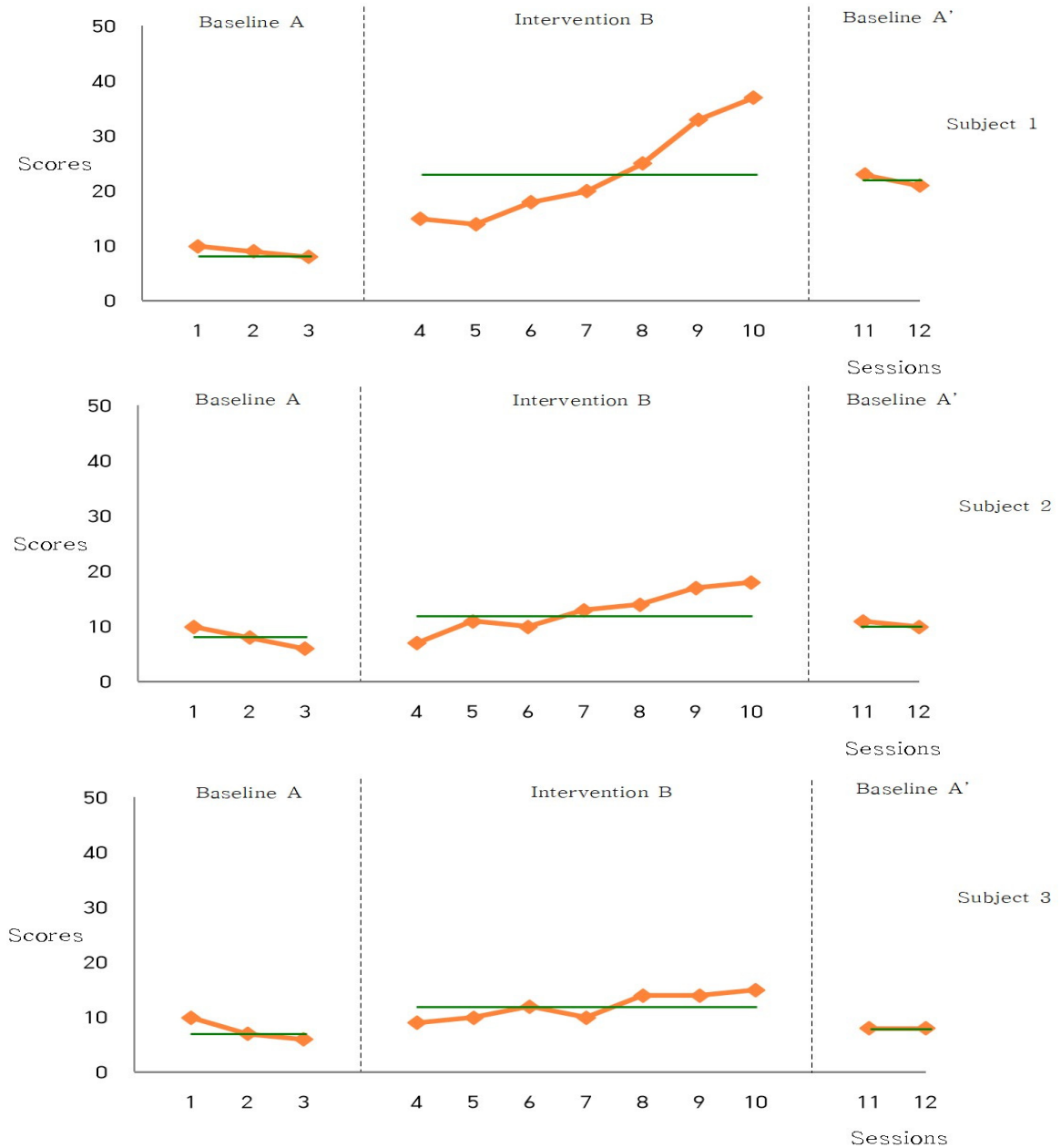


Figure 3. Changes in the Scores of Visual-Motor Speed During the Baseline and Intervention

CCTT-2의재 후에는 49점으로 증가하였다. CCTT-2의 T점수 역시 46점에서 중재 후 59점으로 향상되었다. 대상자 2는 중재 전에는 CCTT-1의 T점수가 <19점에서 중재 후에는 30점으로 증가하였다. CCTT-2의 T점수 역시 34점에서 중재 후 61점으로 향상되었다. 대상자 3은 중재 전 CCTT-1의 T점수가 <19점에서 중재 후 <19점으로, 원점수상의 변화는 있었으나 T점수 상의 변화는 거의 없었다. CCTT-2는 중재 전 T점수가 <19점에서 중재 후에는 T점수가 23점으로 향상되었다.

3) 토막짜기(Block design) 점수 변화

중재 전·후 시각 주의력을 측정하기 위해 실시한 토막짜기 검사에서도 중재 전·후의 대상자별로 점수가 향상된 것을 확인할 수 있었다(Table 1). 대상자 1은 중재 전 점수가 23점에서 중재 후에 34점으로 증가하였다. 대상자 2는 중재 전 점수가 20점에서 중재 후에 33점으로 증가하였다. 대상자 3 역시 중재 전 점수가 17점에서 중재 후에 29점으로 증가하였다.

4) 숨은 그림 찾기(Finding hidden picture) 점수 변화

대상자별 중재 전·후 집중력의 변화를 살펴본 결과 중재 전·후가 모두 향상된 양상을 보였다(Table 1). 대상자 1은 중재 전 수행 시간이 1분 37초에서 중재 후 44초로 감소하여 중재 전보다 53초 감소하였다. 대상자 2는 중재 전 수행 시간이 2분에서 중재 후 47초로 감소하여 중재 전보다 73초가 감소했으며 대상자 3 역

시 중재 전 2분 5초에서 중재 후 1분 17초로 감소하여 48초 감소하였다.

IV. 고 찰

본 연구는 발달 지연 아동에게 스마트폰 어플리케이션의 박자 맞추기 게임을 통해 발달 지연 아동의 실행기능을 향상하고자 하였다. 연구 결과 박자 맞추기 게임 중재 후에 실행기능이 향상된 것을 확인할 수 있었다. 이는 자폐스펙트럼 장애 아동을 대상으로 어플리케이션을 이용한 인지치료가 아동의 인지 기능 향상에 효과적이었다는 선행 연구의 결과와 일치하는 것을 알 수 있었다(Ma & Pan, 2019). 또한 지적 장애 아동들을 대상으로 다양한 스마트기기를 이용한 학습이 흥미 유발과 과제 집중에 긍정적인 효과를 나타냈다는 선행 연구의 결과와도 일치하였다(Lee & Yi, 2012).

본 연구에서 중재로 사용된 타이핑과 노래에 맞춰서 누르는 박자 맞추기 게임의 점수는 회기가 지날수록 향상되는 것을 알 수 있었다. 이는 IM과 유사한 방법으로 정확한 타이밍에 맞춰서 과제를 수행해야 하므로 아동의 억제력을 증진하는 데에 효과적이었기 때문이다(Espy, 1997). IM은 임상에서 아동들의 충동성을 억제하고 집중력과 단기 기억, 운동 기능을 향상시킨다(Gu et al., 2017; Bak & Yoo, 2016). 위와 같이 IM과 유사한 타이핑 훈련을 이용한 박자 맞추기 게임에서 대상자들 모두가 화면을 보고 노래에 맞추어 검은색

Table 1. The Comparison of Executive Function Scores Before and After Intervention

Tools Subject	CCTT-1*		CCTT-2		Block design		Finding hidden picture	
	Scores							
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	47	49	46	59	23	34	97	44
2	<19	30	34	61	20	33	120	47
3	<19	<19	<19	23	17	29	125	77

CCTT=Children's Color Trails Test

타일을 놓치지 않기 위해 최선을 다해 집중하여 누르는 차분한 모습을 보였다. 이에 박자 맞추기 게임은 아동의 주의 집중을 향상시키고 충동성을 감소시킬 수 있다는 것을 증명하는 근거가 되었다.

중재 전·후 대상자들의 실행기능 변화를 확인하기 위한 도구는 '시각운동속도', '아동 색 선로 검사', '토막 짜기', '숨은 그림 찾기' 검사인데 중재 전보다 중재 후에 실행기능이 향상된 것을 확인할 수 있었다. 대상자들은 박자 맞추기 게임을 진행하는 동안 차분해진 모습을 보였고 이후 이루어진 실행기능 검사에서 중재 전보다 향상된 점수를 보였다. 대상자들은 검사자의 지시에 귀를 기울이고 과제물에 끝까지 집중하는 모습이 보였다. 결과적으로는 박자 맞추기 게임을 진행한 후 실행기능을 검사했을 때 점수의 향상을 보였고, 이후 박자 맞추기 게임의 진행 없이 수행한 실행기능 검사에서는 아동의 적절한 집중을 유지하기 위하여 검사자의 반복적인 언어적 중재가 필요하였다. 중재를 제거한 기초선 A'의 점수는 소폭 하향된 것으로 나타났다.

이에 스마트기기를 이용하여 지적 장애 학생의 학습 능력을 향상할 수 있었던 선행 연구(Lee & Shin, 2012)와 같이, 대상자들이 정해진 시간 동안 집중하여 시각적, 청각적 피드백에 맞추어 누르는 중재는 충동성 감소와 실행기능 향상에 효과적이었다. 대상자들이 박자 맞추기 게임을 하는 동안 게임을 완수하기 위해, 자연스럽게 계획을 세우고 자기를 조절하며 실행하는 과정을 포함하고 있는 것으로 판단된다(Shin et al., 2006). 따라서 스마트폰 어플리케이션을 이용한 중재는 발달 지연 아동의 흥미와 관심을 증가시키고 집중력을 향상시키기 위한 중재 수단으로 유용(Boulos et al., 2011)하므로 인지치료 전에 집중을 유도하는 활동으로 적용하여서 작업치료 중재 효과를 높이는 데에 도움이 되기를 기대하는 바이다.

본 연구 결과를 통해 스마트폰 어플리케이션을 이용한 박자 맞추기 게임이 IM과 유사한 타이밍 훈련을 이용하여 충동성을 감소시키는 것으로 확인하였다. 따라서 본 연구 결과에 근거하여 스마트폰 어플리케이션을

이용한 중재는 아동의 흥미와 동기를 유발하고 집중력을 향상시키므로 인지 학습 치료 접근에 효과적인 중재 방법이다. 또한 일상생활에서도 이용하기 쉽기 때문에 더 많은 아동이 가정에서 편리하게 접근하길 바라는 바이다. 그러나 본 연구는 3명을 대상으로 한 연구 결과이기 때문에 발달 지연 아동 모두에게 일반화하기 어렵다는 제한점이 있다. 또한 치료 목적으로 개발된 어플리케이션이 아니기 때문에 오랜 시간을 치료적 중재로써 일반화하여 적용하기 어렵다는 단점이 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 일반적인 중재로는 흥미 유발과 학습이 쉽지 않은 발달 지연 아동들에게 게임과 같은 중재 방법을 통해 실행기능을 향상시키고자 했다는 것에 의의가 있다. 향후에는 이러한 장점을 기반으로 발달 지연 아동의 인지 기능 향상을 위한 다양한 치료용 인지 기반 스마트폰 어플리케이션이 개발되기를 기대해 본다.

V. 결 론

본 연구는 발달 지연으로 진단을 받은 아동 3명을 대상으로 주 3회, 1회기 20분 동안 진행하였다. 연구 결과 스마트폰 어플리케이션의 박자 맞추기 게임이 발달 지연 아동의 흥미 유발과 실행기능 향상에 효과적임을 확인할 수 있었다.

본 연구의 결과를 보았을 때, 일반적인 학습 방법으로는 흥미 유발과 인지 학습이 어려운 발달 지연 아동들에게 게임과 같은 형태의 중재를 제공한다면 아동의 동기 유발에 효과적일 수 있다. 또한 다양한 시각과 청각 자극은 아동의 수행을 증진하는데 효과적일 수 있다. 따라서 휴대가 간편하고 시간과 장소에 구애받지 않는 스마트폰을 통해 인지 학습이 이루어진다면 일상 생활에서의 인지 기능 수행 향상을 쉽게 일반화할 수 있을 것이다. 향후에는 이러한 장점들을 기반으로 인지 기반 어플리케이션이 개발되어 다양한 질환과 연령을 대상으로 한 연구가 이루어지길 기대해 본다.

References

- 문수백, 여광응, 조용태. (2003). 한국판 시지각 발달검사 사용자 매뉴얼. 학지사 심리검사연구소.
- 박혜원, 이경옥, 안동현. (2016). 한국 웨슬러 유아지능검사 실시 지침서. 학지사 심리검사연구소.
- Abu-Ghanem, S., Handzel, O., Ness, L., Ben-Artzi-Blima, M., Fait-Ghelbendorf, K., & Himmelfarb, M. (2015). Smartphone-based audiometric test for screening hearing loss in the elderly. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, *273*(2), 333-339. <https://doi.org/10.1007/s00405-015-3533-9>
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, *8*(2), 71-82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- 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 Korean Academy of Sensory Integration*, *14*(1), 19-30. <https://doi.org/10.18064/JKASI.2016.14.1.019>
- Bartscherer, M. L., & Dole, R. L. (2005). Interactive metronome training for a 9-year-old boy with attention and motor coordination difficulties. *Physiotherapy Theory and Practice*, *21*(4), 257-269. <https://doi.org/10.1080/09593980500321085>
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive function: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, *121*(1), 65-94. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65>
- Boulos, M. N. K., Wheeler, S., Tavares, C., & Jones, R. (2011). How smartphones are changing the face of mobile and participatory healthcare: An overview, with example from eCAALYX. *Biomedical Engineering Online*, *10*(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/1475-925X-10-24>
- Crossland, M. D., Silva, R. S., & Macedo, A. F. (2014). Smartphone, tablet computer and e reader use by people with vision impairment. *Ophthalmic and Physiological Optics*, *34*(5), 552-557. <https://doi.org/10.1111/opo.12136>
- D'Elia, L. F., Satz, P., Uchiyama, C. L., & White, T. (1996). *Color Trails Test: Professional manual*. Psychological Assessment Resources.
- Do, R. M., Cho, S. C., Kim, B. N., Kim, J. W., & Shin, M. S. (2010). Development of executive function in childhood. *Journal of Korean Association of Psychotherapy*, *22*(2), 1-12.
- Duncan, J. (1986). Disorganisation of behaviour after frontal lobe damage. *Cognitive Neuropsychology*, *3*(3), 271-290. <https://doi.org/10.1080/02643298608253360>
- Espy, K. A. (1997). The shape school: Assessing executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, *13*(4), 495-499. <https://doi.org/10.1080/87565649709540690>
- 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. <https://doi.org/10.18064/JKASI.2017.15.2.035>
- Hunt, P., Farron-Davis, F., Beckstead, S., Curtis, D., & Goetz, L. (1994). Evaluating the effects of placement of students with severe disabilities in general education versus special classes. *Journal of the Association for Persons with Severe Handicaps*, *19*(3), 200-214. <https://doi.org/10.1177/154079699401900308>
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, *17*(3), 213-233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Kagan, J., Snidman, N., Kahn, V., & Towsley, S. (2007). The preservation of two infant temperaments into adolescence. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *72*(2), 1-9. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.2007.00436.x>
- 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 Rehabilitation Korean Society of Neurological Occupational Therapy*, *6*(1), 45-54. <https://doi.org/10.22683/tsnr.2017.6.1.045>
- Kim, H. H., Bo, G. H., & Yoo, B. K. (2012). The effects of a sensory integration programme with applied interactive metronome training for children with developmental disabilities: A pilot study. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*, *22*(1), 25-30.

- <https://doi.org/10.1016/j.hkjt.2012.05.001>
- Lee, D. Y., & Jun, W. C. (2011). Design and implementation of a PREP-based mobile system for improving reading skills of children with learning disabilities. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 15(2), 227-239.
- Lee, H. J., Kang, M. K., & Kim, Y. T. (2013). Current practice and support needs in smart media perceived by the mothers of children with communication difficulties. *Communication Sciences and Disorders*, 18(2), 163-171. <https://doi.org/10.12963/csd.13016>
- Lee, S. H., & Shin, J. (2012). Abilities of students with intellectual disabilities: Mainly operating smart devices. *Journal of Intellectual Disabilities*, 14(2), 75-99.
- Lee, T. S., & Yi, S. H. (2012). Effects of game-based-digital textbook on the basic arithmetic abilities and the task attention of students with mental retardation. *The Journal of the Korea Contents Association*, 12(8), 484-495. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2012.12.08.484>
- Lee, Y. S., & Kim, D. Y. (2018). Mediating effects of executive function deficits in adolescent's ADHD tendency, self-competence, and school life adjustment. *Asian Journal of Education*, 19(3), 703-723. <https://doi.org/10.15753/aje.2018.09.19.3.703>
- Leung, C., Lo, S. K., & Leung, S. S. L. (2012). Validation of a questionnaire on behaviour academic competence among Chinese preschool children. *Research in Developmental Disabilities*, 33(5), 1581 - 1593. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.03.024>
- Ma, L., & Pan, Y. H. (2019). The application design for cognitive training to autistic child based on applied behavior analysis. *Design Convergence Study*, 18(1), 19-31. <https://doi.org/10.31678/SDC.74.2>
- 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. *The Journal Korean Academy of Sensory Integration*, 13(2), 63-73. <http://dx.doi.org/10.18064/JKASI.2015.13.2.063>
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive functions and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37(1), 51 - 87. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1996.tb01380.x>
- Riggs, N. R., Blair, C. B., & Greenberg, M. T. (2004). Concurrent and 2-year longitudinal relations between executive function and the behavior of 1st and 2nd grade children. *Child Neuropsychology*, 9(4), 267-276. <https://doi.org/10.1076/chin.9.4.267.23513>
- Seok, I. S. (2009). *Effects of behavioral characteristics and learning abilities through interactive metronome training on children with ADHD* (Doctoral dissertation). Daegu University.
- Shin, M. S., Kim, H. M., On, S. G., Hwang, J. W., Kim, B. N., & Cho, S. C. (2006). Comparison of executive function in children with ADHD, asperger's disorder, and learning disorder. *Journal of the Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 17(2), 131-140.
- Song, J., & Hong, E. (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://dx.doi.org/10.18064/JKASI.2020.18.3.27>
- Thaut, M. H., & Abiru, M. (2010). Rhythmic auditory stimulation in rehabilitation of movement disorders: A review of current research. *Music Perception*, 27(4), 263-269. <http://dx.doi.org/10.1525/mp.2010.27.4.263>
- Yoon, J. H., Song, J. G., Song, D. H., Kim, Y. K., Kim, S. W., & Chung, H. J. (2005). Multidisciplinary diagnostic approach and etiologic evaluation of patients with developmental disorders. *Annals of Child Neurology*, 13(2), 232-242.
- Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354-360. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>

Abstract

Effects of Beat-Keeping Game Through Smartphone Applications on Executive Functions of Children With Developmental Delays

Sul, Ye-Rim^{*}, M.S., O.T., Kim, Jin-Kyung^{**}, Ph.D., O.T.,
Park, So-Yeon^{**}, Ph.D., O.T., Kang, Dae-Hyuk^{**}, Ph.D., O.T.

^{*}PaJucity Physical Medicine & Rehabilitation Center, Occupational Therapist

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

Objectives : This study aimed to investigate the effect of beat-keeping games in smartphone applications on improving executive functions in children with developmental delays.

Methods : Three children diagnosed with developmental delay were included in this study. The ABA design used a single-subject experimental research design. The independent variable was the beat-keeping game. The game was held three times a week for a total of seven times for 20 minutes, including breaks. The dependent variable, "Visual-motor speed," was measured every session to assess if the beat-keeping game was effective in improving the participant's executive function. Further, before and after the intervention, "Children's Color Trails Test (CCTT)", "Block design," and "Finding hidden picture" were measured.

Results : All three participants showed improvement in the performance of the beat-keeping game and the executive functions of "Visual-motor speed" and visual attention.

Conclusions : Based on the results of this study, various effective applications for learning and intervention can be developed and applied to children with developmental delays who have difficulty in motivating themselves and lack attention.

Keywords : Beat-keeping game, Developmental delay, Executive function, Smartphone application