



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

곽 은 미 교수 지도

석사학위 청구논문

음악 활동 중재가 윌리엄스 증후군
아동의 수학 개념 형성에 미치는
효과에 관한 사례연구

2017

성신여자대학교 대학원

음악치료학과

현 사 랑

음악 활동 중재가 윌리엄스 증후군
아동의 수학 개념 형성에 미치는
효과에 관한 사례연구

곽 은 미 교수 지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2016년 11월

성신여자대학교 대학원

음악치료학과

현 사 랑

인 준 서

현사랑의 석사학위 논문으로 인준함

2016년 11월

심사위원장	_____	(서명 또는 인)
심사위원	_____	(서명 또는 인)
심사위원	_____	(서명 또는 인)

성신여자대학교 대학원

논문개요

본 연구는 노래 부르기 중심 음악활동 중재가 윌리엄스 증후군 아동의 수학 개념 형성과 수학에 관련된 언어적, 비언어적 행동 변화에 영향을 미치는지 알아보고자 실시하였다. 연구대상은 일산시 E 대안학교에 재학 중이며, 신체 나이가 13세에서 14세로(중학교 1학년 나이), 청력과 시력에 보고된 이상이 없는 윌리엄스 증후군 아동 3명을 대상으로 진행되었다.

본 연구는 사례 연구로 사전 검사, 음악치료 중재, 사후 검사의 순서로 연구가 진행되었다. 연구 실험 기간은 2016년 6월 15일부터 9월 30일까지이며, 주 2회에서 3회, 회기 당 30분에서 40분 내외의 개인 세션으로 약 4개월 동안 진행 되었고, 사전 사후 검사를 포함한 총 30회기가 진행되었다. 연구 대상자들의 개별화 음악 활동을 구성하기 위해 연구자가 작성한 수학 기초 평가를 실시하였고, 기초학습 기능 수행평가체제: 수학검사로 사전-사후 검사를 실시하였다. 중재는 연구자가 윌리엄스 증후군 아동의 시지각적인 특성과 인지적 특성을 기반으로 작사, 작곡한 노래를 중심으로 진행하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 기초학습 기능 수행평가체제: 수학 검사를 통해 얻은 각 아동들의 사전 검사 원점수는 아동 A는 18.7점, 아동 B는 42.6점, 아동 C는 3.5점이였다. 프로그램 중재 후 사후 검사 원점수는 아동 A는 21.6점으로 2.9점이 향상되었고, 아동 B는 45점으로 2.4점이 향상되었다. 마지막으로 아동 C는 17점으로 13.5점의 향상된 기록을 보였다. T 점수와 백분율 점수에서도 원점수와 동일하게 각 아동 모두 향상된 기록을 보였고, 학년 점수가 아동 A는 1.5학년에서 1.8학년으로 향상하였으며, 아동 B는 2.6학년에서 2.6학년으로 학년 점수의 차이가 보이지 않았다. 마지막으로 아동 C는 0학년에서(초등학교 이하의 수준) 1.3학년으로 향상된 기록을

보였다. 또한 수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동 변화에도 긍정적인 결과가 나타났다. 이러한 연구 결과는 수학적 문제 풀이에 대한 전략적 노래 부르기 중심의 음악 활동 중재가 윌리엄스 증후군 아동의 수학 개념 형성에 긍정적 영향을 미치고 있을 뿐만 아니라, 수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동 변화에도 매우 효과적인 중재 방법임을 시사하는 바이다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
1. 연구의 필요성과 목적	1
2. 연구 문제	6
II. 이론적 배경	7
1. 윌리엄스 증후군	7
1) 원인과 특성	7
2) 뇌 구조의 특성	8
3) 언어적 특성	10
4) 사회적 특성	12
5) 음악적 특성	14
2. 유아 수학 교육과 윌리엄스 증후군 아동을 위한 수학 교육	16
1) 일반 아동과 윌리엄스 증후군 아동의 수학 교육의 목적 및 목표	16
2) 윌리엄스 증후군 아동의 수학능력의 인지적 특성과 수학 교육의 목적 및 목표의 지향점	17
3) 수 개념	20
3. 음악을 통한 수학 교육	23
1) 음악과 수학의 관계	23
2) 윌리엄스 증후군 아동의 수학 학습을 위한 음악의 사용	24
III. 연구방법 및 절차	31
1. 연구 대상	31

1) 대상자 선정	31
2) 연구 대상자의 기본 정보	31
2. 연구 구성 및 실험 설계	34
1) 연구 설계	34
2) 연구 절차	35
3. 검사 도구	36
1) 기초학습기능 수행평가체제: 수학검사	36
2) 검사도구의 구성	36
4. 음악치료 활동의 구성 및 내용	38
IV. 연구 결과	43
1. 결과	43
1) 기초학습기능 수행평가체제: 수학검사 - 사전, 사후 검사	43
2) 세션 내용 분석	46
V. 결론	67
1. 결론 및 논의	67
2. 제언	69
참고문헌	71
Abstract	82
부 록	84

표 목 차

<표 II-1> 아동의 수 세기 발달 과정	21
<표 II-2> 일의 자리에서 십의 자리로 받아 올림이 있는 연산	28
<표 III-1> 대상자 정보	32
<표 III-2> 실험 설계	34
<표 III-3> 난이도에 따른 수학 문제, 예시, 표기	39
<표 III-4> 아동 A의 음악 활동 구성	40
<표 III-5> 아동 B의 음악 활동 구성	41
<표 III-6> 아동 C의 음악 활동 구성	42
<표 IV-1> BASA I -1단계 원 점수 사전-사후 결과	44
<표 IV-2> A 아동의 수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동의 변화	53
<표 IV-3> B 아동의 수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동의 변화	59
<표 IV-4> C 아동의 수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동의 변화	66

그림목차

<그림 II-1> 받아 올림이 있는 덧셈을 하기 위한 절차적 노래	28
<그림 II-2> 아동 A가 절차적 노래를 사용하여 푼 덧셈 사례	29
<그림 IV-1> T 점수 사전사후 결과	45
<그림 IV-2> 백분위 점수 사전사후 결과	45
<그림 IV-3> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 1	47
<그림 IV-4> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 2	48
<그림 IV-5> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 3	49
<그림 IV-6> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 4	50
<그림 IV-7> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 5	51
<그림 IV-8> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 6	52
<그림 IV-9> 아동 B 수학 문제 풀이 사례 1	54
<그림 IV-10> 아동 B 수학 문제 풀이 사례 2	55
<그림 IV-11> 아동 B 수학 문제 풀이 사례 3	56
<그림 IV-12> 아동 B 수학 문제 풀이 사례 4	57
<그림 IV-13> 아동 B 수학 문제 풀이 사례 5	58
<그림 IV-14> 아동 C 수학 문제 풀이 사례 1	60
<그림 IV-15> 아동 C 수학 문제 풀이 사례 2	61
<그림 IV-16> 아동 C 수학 문제 풀이 사례 3	63
<그림 IV-17> 아동 C 수학 문제 풀이 사례 4	64
<그림 IV-18> 아동 C 수학 문제 풀이 사례 5	65

I. 서론

1. 연구의 필요성과 목적

뉴질랜드의 심장병 전문의 윌리엄스(J. P. Williams)에 의해 1960년대에 처음 보고된 윌리엄스 증후군은 1994년 확진법이 발표된 7번 염색체의 미세 결손으로 인해 발생하는 장애이다(Morris, 2010; Semel & Rosner, 2003). ‘작은 요정 얼굴 증후군(Elfin-Face Syndrome)’ 또는 윌리엄스-보이렌(Williams -Beuren: WBS) 증후군이라고 불리는 윌리엄스 증후군의 가장 큰 특징 중 하나는 얼굴에서 나타나는 외형적인 특성이며, 이와 더불어 심장 혈관의 문제로 인한 심장의 잡음, 신장의 문제, 고칼슘의 문제를 특징적으로 나타낸다. 큰 입과 크고 두터운 아랫입술, 상대적으로 얇은 윗입술, 약간 부푼 볼, 불분명한 인중, 넓은 이마, 불규칙한 치아 배열의 전형적인 외모 특징을 가지고 있다(Kwak, 2008; Mervis, Morris, Bertrand, & Robinson, 1999; Morris, 2006; Morris, 2010).

윌리엄스 증후군 아동의 대다수는 사교성이 매우 좋고, 호기심이 많으며, 얼굴에 대한 기억력이 매우 우수하고, 음악성 또한 우수하다(Semel & Rosner, 2003). 음악을 좋아하고 음악에 대한 호기심이 매우 높은 윌리엄스 증후군 아동은 선율 기억이나 리듬 지각이 뛰어나며 악기를 연주하거나 노래를 부르거나 하는 욕구가 매우 강하다는 특징이 있다. 윌리엄스 증후군과 일반인을 비교하였을 때, 절대음감을 가지고 있는 사람의 비율이 윌리엄스 증후군이 더 많았고, 한번 들은 선율을 기억해서 재연하는 능력이나 복잡한 선율을 기억하는 능력이 현저하게 두드러짐을 보인다는 연구 결과가 보고된다(송옥경, 2003; Kwak, 2008; Lenhoff, Perales, & Hickok, 2001; Semel

& Rosner, 2003). 모든 윌리엄스 증후군들이 악기 연주를 잘하거나 노래를 잘 부르는 것은 아니지만 대부분이 음악에 친숙함을 느꼈고 음악에 대한 관심이 매우 높다(Semel & Rosner, 2003).

윌리엄스 증후군은 소근육 운동능력(Mervis, Klein-Tasman, & Mastin, 2001), 수학과 추상적인 개념, 시공간 인지 등이 매우 취약하다(Kwak, 2008; Morris, 2006; O'Hearn & Luna, 2009). 윌리엄스 증후군의 수학 학습 발달의 큰 특징은 나이에 따라 일반적으로 발달하지 않고 기초 수 개념 발달인 영유아 시기에도 발달이 중단될 수 있으며(O'Hearn & Luna, 2009), 개인별 능력의 차이가 매우 현저하게 나타난다(Semel & Rosner, 2003; Kwak, 2008). 보고된 임상 사례 중에는 21세 윌리엄스 증후군 성인이 5 이상의 수세기(count)가 되지 않거나, 차에 대한 매우 해박한 지식을 가지고 다양한 차에 대해 설명할 수는 있지만 차 한 대의 가격을 물었을 때, “10달러?”라고 말하는 것과 같이 수 개념 발달이 매우 지연된 모습을 볼 수 있다. 윌리엄스 증후군의 수학 학습 능력 발달이 낮은 이유 중 하나로는 시공간 인지 능력의 저하, 내적 수 직선(mental number line), 두정엽의 기능 이상 등이 원인으로 보고되고 있다(Kwak, 2008; O'Hearn & Luna, 2009).

인간은 일상생활의 다양한 상황 속에서 다양한 목적으로 수를 사용하는데, 수학적 경험이라고 인식하지 않고 그냥 지나쳐버릴 상황들 속에도 수학적 개념들이 많이 담겨 있다(이지현, 2015). 수의 이해는 단순히 언어적으로 암기하여 수를 세는 능력 이상을 의미한다. 수는 수량의 관계를 나타내기 위해 사용하며, 주변에 대한 정보를 수집할 때 유용한 도구로 사용된다. 여러 가지 상황을 해결하고 정리하기 위해 또는 의사소통하기 위해 인간은 유아 때부터 언어와 문자를 배우기 시작하는데, 이와 더불어 수를 세고, 숫자를 쓰며, 셈을 하는 등의 행동을 동시에 배우게 된다(정경아, 2014).

수의 개념의 이해는 단순히 덧셈과 뺄셈과 같은 연산과 관련된 것이 아니

라, 더 포괄적인 개념, 즉 비교 개념, 공간 개념, 단위 개념, 금전적 개념까지 일상생활에 매우 다양한 영역에 영향을 미친다. 또한, 유아들의 일상에서는 다양한 수 개념들이 활용되는데, 이 때 유아들은 ‘수학’을 놀이를 통하여 학습하게 된다. 유아들은 가족이나 주변의 어른들과 함께 사물을 조작하면서 직접적으로 경험하고 이해하며 수 개념들을 배우게 된다(곽은미, 2010). 예를 들어 친구들과 간식을 나눠 먹거나 순서를 지켜 친구들과 장난감을 사용할 때, 점심시간에 차례대로 배식할 때 등을 말할 수 있다. 이때 친구들과 다툼이나 여러 가지 갈등상황, 문제들이 일어날 수 있게 되는데, 일상적인 문제 상황을 해결하기 위한 노력이 아동들의 수 경험의 시작이라고 할 수 있다(김연옥, 2004). 이때 창의적이고 종합적인 수학 학습을 하기 위해서는 먼저 가장 근본적인 수 개념 형성이 중요하다.

음악은 학습 기술을 구조화시켜 습득시키는데 매우 효율적인 방법으로 사용되어 왔다. 특별히 반복적인 훈련을 통해서만 습득이 되는 개념 학습에서도움이 되는데 집중력이 짧은 아동의 경우 노래를 통하여 동작 활동을 하고, 간단한 찬트 또는 리듬을 만드는 등 음악 활동과 함께 수학 학습을 할 때 아동들은 더 오래 기억할 수 있다(최병철, 박소연, 황은영, 2009; Kwak, 2008). 아동의 주의 집중 시간은 학업 과제를 수행하는데 필수적이며, 음악 활동은 아동의 주의 집중 시간을 증대시키기 위해 사용될 수 있다. 또한, 음악은 시간에 따라 진행되는 시간 순차적이며, 비위협적이고, 흥미를 유발하기 때문에 아동들이 장시간 집중하고 학습에 참여하도록 유도 할 수 있으며, 다감각을 이용하여 아동이 즉각적으로 과제에 집중하여 내용을 습득하는 것을 가능하게 한다(최병철, 박소연, 황은영, 2009; Kwak, 2008). 음악을 통한 학습은 음악을 좋아하고 다양한 청각 자극에 더 민감하게 반응을 보이며, 이미 수학 학습에서 반복된 실패 경험으로 인해 수학 학습에 흥미도 동기도 없고, 집중력이 짧은 윌리엄스 증후군 아동에게 과제를 수행할 수 있

는 집중력과 강한 동기부여를 할 수 있다(Kwak, 2008; Semel & Rosner, 2003).

장애 아동의 음악 활동과 수 개념 발달에 관한 지금까지 선행 연구(오주영, 2014; 정현주, 2004)들을 살펴볼 때도 음악을 통해 다른 교과목들을 학습한 장애 영유아들은 ‘공부’라는 개념보다 ‘놀이’의 개념으로 활동을 이해하여 더 즐겁게 학습을 하고, 학습 결과 또한 긍정적으로 진행되었음을 알 수 있다(Kwak, 2008). 최근에는 뇌 과학 이론 측면에서 아동의 풍부한 음악 경험이 인지발달에 긍정적인 영향을 미친다는 연구결과가 발표되면서(마송희, 2015; 최애나, 2010), 인지와 음악 간의 관계성에 대한 의학적이고 실증적인 증거가 보고되었다. 이로 인해 음악과 수학의 통합 교육에 대한 이론적 근거를 세울 수 있는 토대가 형성되었고, 음악을 통한 수학 학습의 효과성에 대한 신뢰가 높아졌다(김은정, 이정옥, 2005).

동요를 중심으로 수학 학습을 하였을 때 아동의 수학적 문제 해결과 수학 학습에 대한 태도가 좋아졌으며(이수민, 2010), 아동이 더 적극적으로 참여하고, 노래 가사 속에서의 수학 개념을 경험할 때 학습 효과가 더 크게 나타났다(이상미, 2011). 또한 음악 활동을 통해 아동이 수학 개념을 배울 때, 주의 집중 시간이 짧고 활동을 추구하는 아동의 발달적인 특성에 적합하다는 연구 결과가 보고된다(문연심, 이화영, 2009). 이처럼 수학 학습을 할 때 음악 중재 사용은 학습 효과의 긍정적인 것으로 보고되어 진다. 따라서 오랜 기간 학습을 했음에도 불구하고 수학적 능력의 변화가 없고, 이에 따른 학습된 무기력이 형성되어 있는 윌리엄스 증후군 아동에게 음악이라는 매개체를 통한 중재는 수학에 대한 거부감을 없애고 관심을 끌 수 있는 효율적 학습법으로 사용될 수 있다(Kwak, 2008).

본 연구에서는 음악을 좋아하고 호기심이 높은 윌리엄스 증후군 아동에게 음악 활동 중재를 통한 수학 개념 학습을 진행하고자 한다. 이를 통해 윌리

엄스 증후군 아동의 학습 효과성과 수학과 관련된 언어적 행동 변화, 수학과 관련된 비언어적 행동 변화에 대한 결과를 알아볼 것이다. 이와 함께, 윌리엄스 증후군 아동이 공통적으로 보이는 인지적, 수학적 문제를 분석하여 향후 아동들과의 세션에서 음악치료의 방향성을 제공하고자 한다.

2. 연구 문제

본 연구는 음악활동 중재가 윌리엄스 증후군 아동의 수학 개념 형성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 다음과 같이 연구 문제를 설정하였다.

- 1) 윌리엄스 증후군 아동에게 음악활동 중재로 수학 개념 학습을 하였을 때, 학습의 효과성이 나타나는가?
- 2) 윌리엄스 증후군 아동에게 음악활동 중재로 수학 개념 학습을 하였을 때, 수학과 관련된 언어적 행동의 변화가 나타나는가?
- 3) 윌리엄스 증후군 아동에게 음악활동 중재로 수학 개념 학습을 하였을 때, 수학과 관련된 비언어적 행동의 변화가 나타나는가?

II. 이론적 배경

1. 윌리엄스 증후군

1) 원인과 특성

7번 염색체의 미세 결손으로 인하여 발생하는 윌리엄스 증후군은 특징적인 얼굴과 다양한 정도의 지적능력의 저하를 가지고 있다. 심장 잡음(heart murmurs)과 심장병의 일종인 대동맥판상부협착증(supravalvular aortic stenosis)의 문제를 가지고 있으며, 심각도에 따라 심장 수술을 필요로 하기도 하는 의학적 특성이 있다(Hagerman, 1999; Semel & Rosner, 2003). 영유아 시기에는 연하작용에도 어려움이 발생하기도 하는데, 이는 소화 곤란과 음식 삼키기의 어려움을 일으키기도 하며, 장기간의 복통, 배설 장애(변비 및 직장 탈출)을 동반하기도 한다. 또한 대사 문제(비타민D 민감성, 칼슘 분비 기능 손상, 그리고 유아 고-칼슘 혈증)은 일반적으로 성장장애를 초래하기도 한다. 이와 더불어 윌리엄스 증후군은 탈장, 콩팥(신장)의 이상, 그리고 기타 신체적인 문제가 보이며 이는 유년기부터 성인기까지 지속적으로 나타나기도 하는 특징이다(Pankau, Partsch, Winter, Gosch, & Wessel, 1996).

윌리엄스 증후군은 인종, 성별, 나라와 관계없이 전 세계적으로 유병률은 1:7500 또는 1:8500 등으로 보고되고 있으며(Kwak, 2008; Morris, 2010; Stromme, Bjornstad, & Ramstad, 2002), 출생 시부터 증상이 나타나고, 성별 구분 없이 발생 비율은 동등하다(Mervis, Morris, Bertrand, & Robinson, 1999). 발생 원인은 아직 확실하게 밝혀지지 않았으며, 임신 전후 산모의 약물, 음주, 흡연 등 어떠한 행동과도 관련이 없다(Kwak, 2008; Morris, 2010;

Semel & Rosner, 2003).

1960년대 초창기 윌리엄스 증후군 연구들은 이 증후군을 특발성 유아기 고-칼슘혈증과 연관 지었으며(Semel & Rosner, 2003), 1980년대 중반부터 윌리엄스 증후군의 심리학적, 신경 생물학적, 그리고 정신-교육학적 특징들을 이해하는 방향으로 상당한 진전이 이루어졌다(Arnold, Yule, & Martin, 1985; Bellugi, Marks, Bihrlé, & Sabo, 1993). 1990년대 초반에 윌리엄스 증후군 확진법을 위한 연구를 통해 7번 염색체의 미세 결손을 발견하였고, 현재 형광동소보합검사(Fluorescence In Situ Hybridization: FISH)를 통해 7번 염색체 내에 엘라스틴 유전자 손실을 확인하여 확진될 수 있다(Kwak, 2008; Morris, 2010). 작은 키와 약간 마른 체구가 특징인 윌리엄스 증후군은(Pankau, Partsch, Gosch, Opperman, & Wessel, 1992) 관절의 발달이 제한적이고 가동범위가 축소되어 있으며, 이에 따라 대근육 운동 시 부자연스럽게 느껴지기도 한다. 또한 기타 골격 문제로는 엄지발가락의 만곡(무지외반증), 새끼손가락의 굴곡(손가락 옆 굽음증), 또는 가슴 함몰(새가슴처럼 앞가슴이 앞으로 돌출된 것) 등이 특징이다(Semel & Rosner, 2003).

2) 뇌 구조의 특성

윌리엄스 증후군 아동은 개인의 발달 정도와 수학적 능력에 매우 다양한 차이를 보인다. 일반 아동과 비교하였을 때, 음악과 언어, 사회성에서는 강점을 보이는 반면(Semel & Rosner, 2003), 시공간과 수학에서는 매우 취약한 것을 알 수 있다. 추정되고 있는 원인으로는 윌리엄스 증후군 아동의 뇌 구조와 활성화 감소 때문이다(Geary, 1994; Kwak, 2008; Meyer-Lindenberg et al., 2004; O'Hearn & Landau, 2007; Reiss, Hoffiman, & Landau, 2005).

윌리엄스 증후군 아동의 뇌 구조는 정상적으로 발달하는 아동 및 다른 유형의 발달 장애가 있는 아동의 뇌와 많은 차이를 보인다. 정상적으로 발달하는 아동과 비교하였을 때 윌리엄스 증후군 아동의 뇌는 부피가 약 13% 가량 축소되어 있다(Meyer-Lindenberg et al., 2004). 이는 모든 부분에서의 축소가 아니라, 후두엽과 특히 우뇌 회백질 부분에서 많이 축소되고, 두정엽의 회백질 부피는 좌뇌 우뇌에서 다르게 증가하였다. 특히, 두정엽과 후두엽의 부분적인 영역에서 회백질(gray matter) 감소와 과소 활성화(hypoactivation)가 보고되고 있다(Meyer-Lindenberg et al., 2004). 두정엽과 후두엽은 수학적 처리뿐 아니라 시공간적 능력 및 시지각적 주의와도 연관되어 있다. 시공간적 정보 처리를 담당하고 있는 것으로 알려진 배면 경로(dorsal stream)의 경우, 시공간적 처리에 약한 윌리엄스 증후군 아동을 분석한 결과 배면 경로(dorsal stream)의 비정상적인 부피, 세포의 분포, 일반적으로 낮은 활성화가 보고된 바 있다(Atkinson et al., 1997; Atkinson et al., 2001). 그러나 복부 경로(ventral stream)와 측두엽(temporal lobe) 영역은 매우 일반적인 양상을 보이며 얼굴 인식, 언어처리는 종종 정신 연령을 기반으로 예측하는 것 이상의 수준으로 보인다(Jordan, Reiss, Hoffmann, & Landau, 2002; Reiss, Hoffmann, & Landau, 2005). 또한 청각 피질 내 측두 평면(planum temporale)이 좌측 비대칭형 구조를 보이고 있는데, 이는 절대 음감을 가진 전문 음악인과 같은 구조로써, 음악 영역에 강점을 보이는 윌리엄스 증후군을 신경 해부학적으로 뒷받침할 수 있는 근거이다(Bellugi, Hickok, Jones, & Jernigan, 1996).

윌리엄스 증후군의 뇌 구조는 일반적이지 않은 신경의 발달로 인해 많은 인지 영역에서 매우 상이하게 혹은 미묘하게 다르다는 연구 결과가 보고되고 있다(Reiss, Hoffmann, & Landau, 2005; Meyer-Lindenberg et al., 2004).

3) 언어적 특성

윌리엄스 증후군 아동의 언어 능력은 광범위한 개인적 차이가 있지만, 대부분 놀라운 재능을 가지고 있다(Mervis, Morris, Bertrand, & Robinson, 1999). 인지적 한계성을 보이는 것을 고려할 때 이는 매우 특이한 현상으로, 많은 연구자는 윌리엄스 증후군의 놀라운 언어 능력이 인지 능력과 분리가 되어있다고 설명한다(Mervis, Morris, Bertrand, & Robinson, 1999; Semel & Rosner, 2003). 언어적 능력은 청각적으로 들은 소리를 이해하는 음운론적 능력과 전체적인 내용을 이해하는 능력으로 구별될 수 있는데, 윌리엄스 증후군 아동과 성인은 음운론적 능력과 이해하는 능력에서 극심한 격차를 보인다. 예를 들어, 아동은 백과사전이라는 단어를 학령 전기에도 사용할 수는 있으나, 백과사전의 의미를 알지는 못한다는 임상적 보고가 있다(Semel & Rosner, 2003). 즉, 언어를 단순히 듣고 따라 할 수는 있으나 자신이 말한 언어의 뜻을 이해하는 것에는 한계를 보이는 것으로 이해할 수 있다(Mervis, Klein-Tasman, & Mastin, 2001).

정상적인 발달을 보이는 아동은 12개월 무렵에 처음 단어를 말하고, 18개월 무렵 부터 두 단어 문장을 말하기 시작 한다(송옥경, 2003). 반면, 윌리엄스 증후군 아동은 보통 3세 전후에 문장의 표현이 시작된다(Semel & Rosner, 1991a, 1991b). 다운 증후군 아동의 경우 첫 단어(말)를 말한 이후로 점진적으로 발달하며, 문장 구조 발달의 속도와 수준이 낮다(Singer-Harris, Bellugi, Bates, Jones, & Rossen, 1997). 이와 비교하였을 때 윌리엄스 증후군 아동은 다운 증후군 아동보다 첫 단어(말)를 말하는 시기는 늦지만, 첫 단어 발화 이후 문법 인식 발현 등과 같이 언어 발달에 있어서 극적으로 향상되며, 다운 증후군 아동보다 어휘력에 비하여 상대적으로 빠른 발달의 모습을 보인다(송옥경, 2003).

윌리엄스 증후군의 어휘 습득과 문법적 발달은 청각적 암기 능력과 긍정적인 상관관계를 나타낸다(Morris, Bertrand, & Robinson, 1999). 윌리엄스 증후군 아동의 첫인상 중 하나는 정상적 발달 아동들과 비교하였을 때 평균 또는 그 이상의 말하기 능력을 갖추고 있다는 것이다. 하지만 윌리엄스 증후군 청소년들과 어른과의 대화 초기에서는 언어 사용이 매우 적절하게 이루어지나, 오랜 시간 한 주제를 가지고 대화를 하였을 때 대화의 어려움을 느끼고, 주제 밖의 이야기를 하거나, 종종 어울리지 않는 단어를 사용하는 등의 모습을 보인다. 또한, 윌리엄스 증후군 아동과 대화를 지속하면 같은 내용을 반복적으로 이야기하거나, 한 가지 주제에 집중하지 못하고 지속적으로 주제를 바꾸는 것이 관찰된다(Kwak, 2008; Semel & Rosner, 2003).

윌리엄스 증후군은 인지적으로 추상적 개념, 공간적 개념, 비유적 언어를 이해하는 데 한계를 가지고 있다. 표면적으로는 그들의 언어 사용은 매우 현란하고 능숙한 것처럼 느껴지나 실제 내용에 대한 이해에 있어서는 어려움을 가지고 있다. 이에 따라 윌리엄스 증후군 아동들은 표현, 스토리텔링, 나레이션, 운율, 리듬, 그리고 연설에서의 어휘 강세에 사용되는 것과 같이 소리를 모방하는 것에 능숙하지만 모두 이해하고 있지는 않은 것으로 분석되었다(Mervis & Bertrand, 1995; Mervis, Klein-Tasman, & Mastin, 2001).

4) 사회적 특성

윌리엄스 증후군 아동은 비정상적인 언어 재능 이외에도 대부분 사교성, 호기심, 기억력, 음악성과 같은 4개 분야에서 뛰어난 재능을 가지고 있다 (Semel & Rosner, 2003). 이러한 재능들은 인지적 능력이 제한적이고 수많은 행동 문제가 있는 사람에게서 예상치 못했던 의외의 재능들이다. 윌리엄스 증후군의 사회성 특징을 살펴보면 매우 친절하고 사교적이며 다른 사람들의 감정에 매우 민감한 경향이 있다. 그러나 이들은 종종 과잉 친절, 원만하지 못한 또래들과의 관계, 과도한 민감성이 보이며, 타인이 자신의 이익을 위해 상대방을 이용하거나, 모략, 중상하는 등의 복잡한 수준의 사회적 인지 개념을 이해하는데 어려움을 보인다(Mervis & Klein-Tasman, 2000; Semel & Rosner, 2003).

Beuren(1972)은 윌리엄스 증후군 아동을 매우 적극적이고 항상 행복해 보이며 대부분의 다른 정신지체 아동들과는 매우 다르다고 설명하였다(Semel & Rosner, 2003, 재인용). 다른 연구자들은 윌리엄스 증후군 아동을 "친절하며 사회적으로 격식이 없다", "강한 사회적 지향성", "인상적인 감각"을 가지고 있다고 설명하였다(Dilts, Morris, & Leonard, 1990; Levine, 1997; MacDonald & Roy, 1988; Udwin, Yule, & Martin, 1987). 마찬가지로 윌리엄스 증후군 아동의 부모들은 아이들에 대해 "친절하고, 사교적인 감각과 배려가 강하다"(Semel & Rosner, 2003, 재인용), "유머 감각이 뛰어나며 사랑하는 마음이 크고, 항상 기뻐한다"(Semel & Rosner, 2003, 재인용), "매우 귀엽고 친절하며 당신이 지금까지 만날 수 없었던 가장 행복한 어린 소년이다"(Semel & Rosner, 2003, 재인용) 라고 설명하였다.

부모에 대한 설문조사 결과는 이러한 설명들을 뒷받침하고 있는데 설문조사 결과에 따르면, 거의 모든 윌리엄스 증후군 아동(95%)은 비정상적으로

친절한 것으로 평가된다. 윌리엄스 증후군 아동의 98%는 다른 사람들과 쉽게 대화를 시작하며, 88%는 다른 사람들의 대화에 참여하여 대화를 발전시킨다고 하였다(Semel & Rosner, 1991a, 1991b). 또한, 신체나이 4세에서 18세까지의 윌리엄스 증후군 아동 중 15명의 부모들은 바이랜드 적응 행동 척도(Vineland Adaptive Scale)에서 거의 모든 하위 척도보다 "사교성"에 대해 더 높게 평가하였다(Mervis, Klein-Tasman, & Mastin, 2001). 이와 더불어 Achenbach의 아동 행동 체크리스트에서 윌리엄스 증후군 부모들의 응답을 평가한 결과, 비-특이적 정신지체 형태가 있는 아동들에 비해 윌리엄스 증후군 아동은 과잉 친절하고, 속에 담아두지 않고 드러내며, 주저 없이 낯선 사람을 따르는 경향이 있는 것으로 나타나고 있다(Gosch & Pankau, 1994b).

대체로 윌리엄스 증후군 아동은 그들의 사회적 상호작용을 조사한 연구에서 의심할 줄 모르고, 속기 쉬우며, 만족을 모르는 것으로 보고되었다. 그들은 성인들과 거래에서 제약받지 않는 것으로 나타났으며 일반적으로 낯선 사람이나 면식이 있는 사람들에게 모두 오랜 친구들처럼 대한다고 설명했다(Semel & Rosner, 2003, 재인용). 윌리엄스 증후군 아동은 어른들과 쉽게 대화를 하는 경향이 있으며, 때로는 친숙함을 표현하는 방법이 부적절한 모습이 보이기도 한다. 또한, 대부분의 아동과는 달리 윌리엄스 증후군 아동의 90% 이상이 낯선 사람에 대한 불안을 보이는 일이 거의 없다고 보고되고 있다(Semel & Rosner, 1991a, 1991b). 심지어 윌리엄스 증후군 유아들은 낯선 사람에 대한 불안감을 보일 가능성이 없으며(Semel & Rosner, 1991a, 1991b), 신체나이 15개월에서 58개월 윌리엄스 증후군 아동 중 22명의 유아는 정상적인 대조군에 비해 실험실에서 부모 분리 과제에서 문제를 일으킬 가능성이 매우 적다는 보고가 있다(Jones et al., 2000).

윌리엄스 증후군 아동은 무심결에 지인을 안고, 키스하거나, 또는 가볍게 두드리는 모습들이 관찰되며, 이 행동들은 부모들을 당황하게 하고, 낯선 사

람들에게 확장될 때 잠재적 위험이 될 수도 있다. 이들이 성인기를 겪을 때 73%는 여전히 과잉 친절하고 반복적인 경고에도 불구하고 낯선 사람들에게 대한 자제력이 부족하다(Udwin, 1990). 부모와 보호자들은 이러한 과잉 친절이 가장 염려스럽고, 이 때문에 일부 윌리엄스 증후군에 대해서는 혼자 외출하는 것을 허용하지 않는다고 보고된다. 또한, 부모와 보호자들에 따르면, 윌리엄스 증후군의 과잉 친절이 직무에 문제를 일으킬 수 있다고 말한다. 신체나이 18세에서 39세의 윌리엄스 증후군 70명 중의 59%는 신체적으로 과잉 감정표현을 하고 10%는 성추행으로 경찰에 신고 되었으며 또 다른 10%는 경찰에 신고 되지 않은 성추행을 당했다는 보고가 있다(Davies, Udwin, & Howlin, 1998). 윌리엄스 증후군에서의 과잉 친절은 성인보다 아동이 더 자주 보고되며(Gosch & Pankau, 1996b), 또한 강제적으로 인사를 하는 행동, 부적절한 아침, 종종 타인에게 거부되는 감언적인 호의, 개인적인 프라이버시에 관한 질문을 하는 것과 같은 언어사용에 대한 자제력이 부족하다고 설명한다(Mervis, Morris, Bertrand, & Robinson, 1999).

5) 음악적 특성

대부분의 윌리엄스 증후군 아동의 경우 특정 공통 소리(예: 모터가 돌아가는 소리 등)에 대해 혐오하는 등 부정적인 반응을 보이지만, 음악은 일반적으로 즐기며, 특별히 다른 영역보다 더 좋아한다(Semel & Rosner, 1991a, 1991b). 윌리엄스 증후군 아동의 부모에 대한 설문조사에 따르면 윌리엄스 증후군 아동의 86%가 노래를 쉽게 기억하고, 87%는 노래 부르기를 좋아하며, 71%는 음악적 재능을 가지고 있다는 것을 보여주고 있다(Semel & Rosner, 1991a, 1991b). 다른 설문조사에서는 “아동이 음악을 사랑하는가 (Love of music)”라는 항목에서 대상자의 90% 이상이 음악을 사랑한다고

보고하였다(Semel & Rosner, 1991a, 1991b). 다른 특별한 재능들과 마찬가지로 월리엄스 증후군 아동의 음악성은 특별한 제한을 받고 있다. 일반적으로 월리엄스 증후군 아동은 악보를 읽을 수 없고, 미세 운동(fine motor-손, 손가락, 엄지손가락 등을 움직여서 정교한 운동을 하는 것으로서 눈과 손의 협동이 필요한 운동) 결핍으로 인해, 그들이 연주하는 악기에 제한이 있을 수 있다(Lenhoff, Perales, & Hickok, 2001).

월리엄스 증후군 아동의 음악성에 관한 연구가 초기 단계에 있는 실정이지만, 몇몇 연구들은 선율, 리듬, 절대 음감 분야에서 그들의 능력에 대한 중요한 정보를 제공하고 있다(Semel & Rosner, 2003). 연구자들, 전문 음악인들, 음악 지도자들, 그리고 아동 교육자들의 질적 보고 및 교육은 월리엄스 증후군 아동의 음악적 재능의 특별한 본질에 대한 더욱 많은 통찰력을 제공하고 있다(Semel & Rosner, 1991a, 1991b; Semel & Rosner, 2003).

2. 유아 수학 교육과 윌리엄스 증후군 아동을 위한 수학 교육

1) 일반 아동과 윌리엄스 증후군 아동의 수학 교육의 목적 및 목표

유아 수학교육의 목적은 일상생활에 필요한 것을 가르치는 데 국한되어 있지 않고 훨씬 더 방대하다고 주장한다(육인선, 심유미, 남상이, 2002). 또한 수학은 일상생활에 필요한 실용적 목적도 중요하지만 과학기술의 발달에 따라 여러 가지 목적이 있음을 제시한 학자들도 많다(강순자, 김용구, 정인철, 임근광, 2006; 김정효, 권오남, 2000). 더욱이 정보화 사회로 변화됨에 따라 수학은 금융, 정보통신, 국방 등 미치지 않는 분야가 없다. 로봇공학, 병원에서 볼 수 있는 컴퓨터 단층 촬영법(Computed Tomography: CT), 컴퓨터 등 우리의 생활을 바꾸는 첨단기술은 모두 수학이 이루어 낸 성과이다(방승희, 1999). 김선화, 여태경 (2003)은 수학교육의 목적으로 첫째, 여러 학문을 다루는 기초 학문으로서 역할, 둘째, 논리적 사고를 기르는 수단으로서 역할, 셋째, 즐거움을 누리는 지적 유희로서 역할을 제시했다.

일상생활에 필요한 것을 가르치는데 국한되지 않고 수학 교육이 더 방대한 목적을 가지고 있다고 주장하고 있는 현 수학 교육의 목적은 윌리엄스 증후군 아동을 위한 수학 교육의 목적으로는 적합하지 않을 수 있다. 윌리엄스 증후군 아동의 수학 능력 연구 보고에 의하면 42명의 성인 중 16명만이 6.2세 연령 수준 점수와 대등한 기초 수준 점수 혹은 그 이상의 점수를 기록하였고(Howlin, Davies, & Udwin, 1998), 21세의 성인이 6개의 동그라미가 있는 카드와 7개의 동그라미가 있는 카드를 구별하지 못한 사례를 볼 수 있다(Kwak, 2008). 또한, 평균 나이 7세인 6-11세 윌리엄스 증후군 아동들의 집단에서 함께 놓인 물건의 개수(cardinality)를 이해하는 수준을 보았을 때 일반 아동 3-4세와 동일한 수준으로 수 세기 능력이 또래 연령에 비

해 낮음을 알 수 있다(Ansari et al., 2003). 그리고 양적으로 대상 숫자와 가까운 숫자를 선택하도록 요구하였을 때(예: “6에는 5가 가까운가 9가 가까운가?”) 일치하는 정신연령대에 비해 윌리엄스 증후군 아동의 성과는 취약하였다(O’Hearn & Luna, 2009). 윌리엄스 증후군 집단과 다운 증후군 집단 간 수학 능력 평가 연구에서는 1에서 20까지, 또는 25에서 35까지 오름차순으로 계산하는 것과 120에서 내림차순으로 계산하는 것, 한 자리, 두 자리, 세 자리 숫자 읽기, 순차 배열 등의 문제가 제시되었는데 두 집단 간의 차이는 매우 컸으며, 윌리엄스 증후군 아동의 수학 능력이 현저히 떨어짐을 알 수 있었다(Paterson, 2006). 이처럼 윌리엄스 증후군 아동의 수학 능력 결핍을 보았을 때, 일상생활뿐 아니라 다양한 목적을 제시하고 있는 현 수학 교육과는 윌리엄스 증후군 아동을 위한 수학 교육 목적은 적합하지 않을 수 있음을 시사한다.

2) 윌리엄스 증후군 아동의 수학능력의 인지적 특성과 수학 교육의 목적 및 목표의 지향점

윌리엄스 증후군 아동의 수학능력은 영·유아기까지는 정상적인 발달처럼 보이나, 성숙해 가면서 수학능력의 제한점은 분명히 나타나고 있어 그들을 위한 교육의 목적과 목표는 일반적인 교육과 차별화되어야 한다. 발달의 차이에 대해 추정되고 있는 원인은 윌리엄스 증후군 아동의 뇌와 일반 아동의 뇌의 다른 점 때문이다. 윌리엄스 증후군 아동에 대한 뇌 영상 연구에서 윌리엄스 증후군 청소년과 성인 14명과 인지적 연령이 일치하는 14명의 대조군에 대한 기능적 자기 공명영상(functional Magnetic Resonance Imaging: fMRI) 연구로 이루어졌다. 이 연구는 위치 인식, 식별 인식 과제를 사용해서 뇌의 활성화를 비교하였다. 참가자들은 두 번의 연속적인 자극이 동일한

수직 위치(위치 인식 과제)에 있는지 혹은 동일한 객체(식별 인식 과제)인지의 여부를 보고했다. 두 과제에서 인식의 수준의 차이는 관찰되지 않았으나 위치 인식 과제를 수행하는 동안 양측 두정엽(parietal lobes)의 기능적 활성화가 통계학적으로 감소하는 차이가 보고되었다(O'Hearn & Luna, 2009). 이는 2004년에 진행된 Meyer-Lindenberg와 그의 동료들의 연구에서 시지각 관련 처리 과정 중 배면 경로(dorsal stream)의 활성화가 통계학적으로 감소하는 차이를 보이는 것과 동일한 결과이다(Meyer-Lindenberg et al, 2004). 이러한 결과는 시각정보의 위치를 인식하는 과정에서 윌리엄스 증후군 집단은 활성화가 감소하였음에도 불구하고 대조군과 동일한 수준의 과제를 수행할 수 있다는 것이며, 이는 일반적으로 두정엽에 의해 수행되는 기능 제한을 보충하기 위해 다른 회로들이 사용될 수 있다고 시사 하였다(O'Hearn & Luna, 2009).

윌리엄스 증후군 아동의 수학능력 결핍에 대한 이유로 두 번째는 숫자를 세는 것과 같이 매우 일반적이고 생득적인 인지문제의 결핍이다(O'Hearn & Luna, 2009). 그 중 핵심적인 것은 규모 표현(magnitude representation)과 객체 표현(object representation)으로 나눌 수 있다. 먼저 규모 표현은 규모("How much", 양)의 표현으로 유년기 아동들이 정확한 숫자를 표현하지 않고 두 개의 양(예: 16과 8)을 식별할 수 있는 것이며, 더 발전하여 광범위한 범위에서 순차적으로 내적 수직선(mental number line) 사용을 지원할 수 있다. 내적 수직선이란 일반적으로 발달 과정에서 수에 대한 개념이 정상적으로 발달하는 경우, 인식 속에 직선의 자 혹은 줄자와 같이 1보다는 100이 더 큰 개념이고, 100 보다는 1000이 더 큰 개념이라는 기본적인 수에 대한 개념을 의미한다. 객체표현(object representations)이란 5에서 6개 이하의 작은 수("How many")의 표현이다. 유년기 아동들은 작은 숫자의 객체를 추적해서 개별화할 수 있고, 5개의 사물을 2개와 3개 혹은 1개와 4개로 분할

과 집합을 형성할 수 있으며, 이 능력은 나중에 덧셈과 뺄셈과 같은 연산과, 일대일 대응, 그리고 집합원소의 개수와 같은 조기 수 능력을 지원할 수 있다(Ansari & Karmiloff-Smith, 2002; Feigenson, Dehaene, & Spelke, 2004).

일반 아동과 15개월에서 53개월 사이의 윌리엄스 증후군 아동 9명을 대상으로 진행된 수 개념에 대한 연구에서는 2개의 점과 3개의 점을 구별하는 과제에 윌리엄스 증후군 아동과 일반 아동과 다른 점이 없었다. 하지만 8개와 16개의 점을 비교하여 많고 적음을 구분하는 두 번째 과제에서는 윌리엄스 증후군 아동이 정확하게 보고하지 못한 것으로 보고되었다(Van Herwegen, Ansari, Xu, Karmiloff-Smith, 2008). 정상적으로 발달한 아동의 경우 6개월 때 유사한 상황을 식별할 수 있는 것으로 보아, 윌리엄스 증후군 아동의 규모 표현이 손상되었음을 알 수 있다(Xu & spelke, 2000).

5개의 공깃돌의 수세기를 예를 들어 설명하면, 2개와 3개의 공깃돌이 모여 5개가 되기도 하고, 1개와 4개가 모여 5개가 되기도 하는 것을 이해하는 능력이다. 이러한 기본적인 수세기 능력은 약 2세에서 3세 사이에 4개의 물건까지 발달하는데 기초능력이 비정상적으로 발달하거나 습득되지 않는다면 이후의 수학능력은 획득되지 않을 수 있다(Ansari & Karmiloff-Smith, 2002; Kwak, 2008; O'Hearn & Luna, 2009). 따라서 윌리엄스 증후군 아동을 위한 수학 교육은 조기 중재를 필요로 하고(Kwak, 2008; O'Hearn & Luna, 2009), 신체적 연령과 관계없이 아동의 규모 표현과 객체 표현에 대한 발달의 상태를 파악하여 수학 개념 발달이 중단되기 시작한 그 시점의 개념부터 중재가 시작되어야 한다. 이들을 위한 교육은 여러 가지 다양한 수학 교육의 목적에 앞서, 일상생활에 가장 많이 사용되고 순차적이고 조직적으로 사고할 수 있는 능력의 기본인 수 개념 형성이 윌리엄스 증후군 아동의 수학교육에서 최우선으로 다루어져야 할 중요한 개념일 것이다(Kwak, 2008).

3) 수 개념

수 개념이란 사물에 대한 수량, 부피, 크기에 대해 생각하는 방법을 말하며 순차적이고 조직적으로 사고하는 방법이다(이영자, 이정옥, 1997). Griffin(2002)은 수 개념을 수 의미의 이해로부터 시작해 복잡한 수학 문제 전략을 개발시키는 성취를 가능하게 해주며, 단순한 양을 비교하기에서부터 수 연산을 용이하게 하고, 의사소통과 정보 처리 등을 가능하게 하는 것으로서 수학교육에서 다루어야 할 중요한 개념으로 제시하고 있다(최효정, 2007).

수 개념은 수 이름이 서로 다른 수량을 나타내고 있다는 사실을 이해하는 것을 말하며, 수 개념이 형성됨은 여러 수 사이의 관계를 인식하고 수를 여러 가지 방법으로 표상할 수 있는 능력이 생기게 되는 것을 의미한다. 수 개념의 발달을 위해서는 먼저 수 세기 능력이 발달되어야 하며 수 개념은 일상생활 중에 수와 관련된 활동을 하면서 수가 지닌 여러 의미에 대해 관심을 가지며 서서히 발달한다(이순형, 권미경, 김혜라, 김정민, 우현경, 2011).

수 개념 형성을 위한 전 단계로는 분류하기, 대응하기, 순서 짓기 등의 다양한 구체적 조작 활동이 필요하며 수 개념 형성을 위해 다룰 수 있는 활동으로 구체물을 이용한 수세기, 숫자 인식하기, 숫자 쓰기, 같은 것과 다른 것 분류하기, 1:1 대응하기 등의 활동이 있다(문연심, 이화영, 2006). 수 개념은 직관적 세기(subitizing), 집합, 일대일 대응, 수 세기 등으로 구분하고 있는데 이에 대한 설명은 다음과 같다.

첫째, 직관적 세기란 5에서 6개의 소수의 물체를 세지 않고 한눈에 몇 개 인지를 정확하게 지각하는 것이며 둘째, 집합은 사물의 유사점과 차이점을 인식하게 해주는 기초 개념이다. 셋째, 1:1 대응하기는 각각의 사물이나 숫

자를 대응시켜 봄으로써 수에 대해 알아보는 것이며, 두 집합 가운데 주어진 관계에 의하여 짝을 이루는 것을 말한다. 넷째, 수 세기는 기수와 서수를 통해 수 개념을 발달시키는 중요한 원리로 수 개념 발달을 위한 단계라 설명할 수 있다.

수 개념 발달을 위한 첫 번째 단계는 수세기이다(이순형, 권미경, 김혜라, 김정민, 우현경, 2011). 수세기를 위해서는 수 단어가 먼저 습득되어야 하며, 수 단어의 습득은 아동이 말로 수세기가 가능해지는 것을 말한다. 유아들은 2세를 전후하여 “하나, 둘, 셋”과 같은 고유 수 단어를 먼저 획득하고 5세 경에는 한자 수 단어 “일, 이, 삼” 획득이 고유 수 단어 획득을 능가하게 한다(홍혜경, 2009).

Copeland(1979)는 아동의 세기를 기계적 수세기, 합리적 세기, 동등성 이해의 세기, 즉 보존 개념이 존재하는 세기와 같이 3단계로 나누었고(구민영, 2009, 재인용), 구체적인 설명은 다음 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> 아동의 수 세기 발달 과정

단계	발달 과정	발달 과정 설명
1단계	기계적 수세기	1에서 10까지 수를 셀 수 있는 것과 어림잡아 물건의 수를 짐작하여 셀 수 있는 것.
2단계	합리적 세기	한 집합 안에 사물과 수의 이름을 일대일 관계로 말할 수 있는 것.
3단계	동등성 이해의 세기 (보존 개념이 존재하는 세기)	지각에 의존하지 않고 수의 불변 논리를 완전히 이해하고 있는 수 세기.

수 조작은 나이가 들면서 점점 더 후방 기능(*posterior function*)을 수반하며, 특히 기호 조작의 경우 아동기보다 성년기에 두정엽 영역에 더욱 의존한다(Reiss, Hoffiman, & Landau, 2005). 광범위한 수학능력이 두정엽 영역에 수반되는데, 뇌 기능의 불규칙한 패턴과 발달장애로 구별되는 윌리엄스 증후군 아동의 경우 일반 아동과의 수학적 경험에서 잠재적인 차이가 보일 것이다.

윌리엄스 증후군 아동의 수학 능력을 지원하기 위한 대안 방법이 적용된다면 수학능력은 향상될 것이며(Karmiloff-smith, 1998), 수학 능력을 향상시키기 위한 또 다른 교육 경로를 제공할 수 있을 것이다.

3. 음악을 통한 수학 교육

1) 음악과 수학의 관계

음악과 수학의 연관성에 대한 연구는 고대부터 지금까지 이어져 오고 있다. 고대 철학자인 피타고라스는 음계를 통해 음의 구성이 수학적 원리에 의해 완성된다는 것을 최초로 발견하였다(김기원, 안선필, 2005). 플라톤은 음악과 국가, 개인의 창조 과정을 음악의 원리로 설명하며 음악에 관한 수의 비례를 언급하였다(신현용, 신혜선, 나준영, 신기철, 2014). Geist(2009)는 박자, 리듬, 빠르기 등의 음악개념 속에 공간, 순서 짓기, 수세기, 일대일 대응 등의 수학 개념이 포함되어 있다고 주장하였으며, 이 밖에도 많은 수학자와 음악 학자는 음악과 수학 사이의 다양한 공통점들이 존재한다고 주장한다(Anvari, Trainor, Woodside, & Levy, 2002).

다양한 음악과 수학의 연관성 중 음악과 수학의 구조적인 측면에서의 연관성을 살펴보면, 음악에서의 리듬은 소리의 길고 짧은 구조로서 작품의 분위기에 따라 다양하게 사용된다. 이때 사용되는 리듬은 패턴화하여 규칙적으로 사용된다(김영연, 2002). 이러한 음악 속의 규칙은 수학의 패턴과도 관련이 있으며 리듬뿐만 아니라 음악에서의 박, 셈여림, 빠르기 등 많은 음악 요소들 속에서도 수학적 규칙성을 찾을 수 있다(Kim, 1992, 재인용). 또한, 음악의 구조 중 하나인 3/4, 4/4의 박자의 노래를 지휘할 때 하나의 만나는 선으로 연결하면, 삼각형과 사각형이라는 도형을 그릴 수 있으며 박자나 음이 갖는 길이를 측정하여 수로 나타낼 수도 있다(한민정, 2013). 그리고 음악은 같은 소리와 다른 소리, 큰 소리와 작은 소리를 구별하고 노래의 순서를 기억해 음악의 단락을 순서화하는 등의 활동이 이뤄지는데(김영연, 2002), 이러한 활동은 분류, 순서화, 규칙성 등의 수학적 개념과 밀접하게 연

관되어있음을 알 수 있다(Sawyers & Hutson-Brandhagen, 2004). 이처럼 음악의 형식이나 구성은 일정한 수학적 형식을 필요로 하는 것을 알 수 있으며 수학적인 형식이 없이는 음악 속의 구조가 존재하기 어렵다.

이 밖에 음악과 수학은 눈에 보이거나 만질 수 없는 형태라는 것과 기호로 표시된다는 연계성을 가지고 있으며(이수민, 2010), 음정의 조합과 협화음의 관계, 음향학적 측면에서의 순정율의 비율이나 평균율의 계산 등은 모두 수학적 원리로 해석될 수 있다(신현용, 신혜선, 나준영, 신기철, 2014; Schilling, 2002).

이와 같이 수학적 원리와 많은 체계가 음악에 활용되고 적용되는 것을 볼 때 음악과 수학이 서로 깊은 연관성 있다는 것을 알 수 있다. 최근 수학 교육의 경향은 수학을 배우는 것이 유아 자신의 생활 속에서 의미 있는 일이어야 함을 강조하고 있다. 이를 위해 미국유아교육협회와 미국수학교사협회(2002)는 수학이 다른 교과 영역들과 통합하여 총체적인 생활 경험 측면으로 유아에게 제공되어야 한다고 주장하였다. 이러한 맥락에서 볼 때, 연관성 있는 수학과 음악, 두 학문 간의 통합 교육은 매우 의미있고 효과성이 있다고 보인다(김은정, 이정옥, 2005).

2) 윌리엄스 증후군 아동의 수학 학습을 위한 음악의 사용

앞서 제시하였듯, 윌리엄스 증후군 아동의 수학 능력에 관한 선행연구에서 일반 아동과 비교하여 매우 저하된 능력을 나타내고 있음을 보고 하였다(Garrett, Menon, Rose, Bellugi, & Reiss, 2004; Karmiloff-smith, 1998; Meyer-Lindenberg et al., 2004; Paterson, 2006). 윌리엄스 증후군 아동의 수학 능력을 지원하기 위한 방법으로 음악에 대한 선호가 매우 높고, 음악 활동을 할 때 지속적 주의력이 향상되는 강점을 이용할 수 있다. 음악을 통

한 수학학습이 윌리엄스 증후군 아동의 수 개념 형성, 새로운 수학 정보의 기억, 절차적 기억 등을 습득하는 과정에서 정보를 기억하는 용량을 증가시키고, 지속적인 반복 학습을 가능하게 하여 수학 능력을 향상 시킬 수 있을 것으로 사료된다(Berz, 1995; Kwak, 2008).

윌리엄스 증후군 아동은 수학에 관련된 단순한 정보를 습득하는 것에 어려움을 나타내는데, 이는 음악의 구조가 정보를 ‘칭킹’하여 저장할 수 있는 측면을 이용하여 도움을 줄 수 있다. 먼저 정보에 대한 기억은 감각 기억, 단기 기억, 장기 기억 세 가지로 구분이 된다(정용석, 김정오, 박창호, 2013; Baddeley, 2003). 감각기억은 인간이 외부환경으로부터 눈이나 귀와 같은(보고, 듣고, 냄새를 맡고, 맛을 보고, 느끼는) 감각기관을 통해 정보를 처음으로 저장하는 것이다. 감각기관을 통해 들어온 정보는 주의 집중을 받아 선택된 자극과 함께 다음의 기억 저장소인 단기기억으로 전이된다(박은정, 2010; 이진희, 2012). 단기기억은 감각기관을 통해 들어온 전체적인 정보 중 제한된 양의 정보가 일시적으로 저장되는 곳이다(박은정, 2010; Cowan, 2001; Silverman, 2010). 즉, 우리가 제공되는 자극에 주의를 기울이는 동안, 정보가 저장되는 것이다.

단기기억의 가장 큰 특징은 정보의 양과 지속시간에 제한이 있다는 점이다. 성인의 경우 보통 7 ± 2 개(5에서 9개)의 정보를 약 12초 동안 저장할 수 있는 것으로 알려져 있다(박은정, 2010; Cowan, 2001; Kwak, 2008). 이와 같은 단기기억의 제한된 용량 범위는 학습에 어려움을 줄 수도 있다. 그러나 단기기억의 제한된 기억범위를 음악을 통한 다양한 기법을 사용하여 학습하였을 때 기억되는 용량을 증가시킬 수 있다(Baddeley, 2003; Berz, 1995).

유사한 항목이나 패턴을 중심으로 정보를 하나의 단위로 묶어주는 것을 칭킹(chunking) 또는 청크(chunk)라고 한다. 앞서 단기기억에서 볼 수 있는 것처럼, 인간은 한 번에 다룰 수 있는 정보 단위가 있고 여기에서 다룰 수

있는 기억정보는 최소 5에서 최대 9까지의 기억용량이며, 이러한 기억용량의 정보 단위를 청크라고 한다. 청킹은 청크 과정을 이용하여 단순하고 작은 정보를 의미 있게 묶는 것을 말한다(최경숙, 2007; Cowan, 2007; Kwak, 2008). 청킹과 같은 작업은 학습자가 필요한 다양한 수학적 정보를 적절한 단위로 묶어(chunking) 쉽게 기억할 수 있도록 도와주는 것이다. 즉, 음악의 수학적 정보를 취득하고 기억하는 데 도움을 줄 수 있다(Kwak, 2008).

음악의 구조는 음악을 조직하는 데 가장 중요한 역할을 하며, 언어적인 정보를 청크하는 것을 도와준다. 이것이 음악이 가지고 있는 가장 중요한 정보 조직화 전략이다. 지적 능력에 제한이 있는 경우에는 이러한 정보의 조직화 과정인 청킹을 스스로 하기에 어려움이 발생할 수 있다. 정보를 동기 단위 혹은 악절 단위로 배치하여 기억의 용량을 확장시켜 주고, 습득이 용이하게 이루어질 수 있도록 하는 과정이 필요하다. 리듬, 선율, 하모니 요소들은 언어적 정보의 조직화, 순서, 기억을 향상시키는데 매우 효율적인 구조로 되어 있다.

짧은 선율의 악절에 담긴 음악적 요소는 긴 구조의 단어와 문장 인출을 촉진 시킬 수 있는 등 청각적 자극을 줄 수 있다. 이를 통해 문장을 기억하거나 학습하는데 더 용이하게 도움을 주며, 작업 기억에도 많은 시간을 절약하게 한다(Berz, 1995; Baddeley, 2003). 예를 들어, 각 나라에서는 다양한 방법으로 구구단을 외우고 있는데 미국의 아동들은 'Jingle bells'은 2단을 외울 때 사용하고, 'Row Row Your Boat', 'Yankee Doodle' 노래와 같이 익숙한 선율의 노래를 개사하여 구구단을 배운다. 이때 음악은 기억을 향상시키며(Bilhartz, Bruhn, & Olson, 1999), 선율과 가사는 함께 인지되어 작업 기억으로 처리된다(Samson & Zatorre, 1991). 선율뿐 아니라 가사가 있는 찬트(chant)를 사용할 수도 있는데, 국내의 경우는 구구단을 외울 때 찬트를 사용하여 학습하게 된다. 찬트는 노래보다는 리듬의 요소에 더 중점을 두어

사용된다(Kwak, 2008). 리듬은 아동의 학습과 인지 및 기억을 돕거나 장기 기억으로 저장된 단어를 찾는 데 단서로 제공될 수 있다.

음악의 인지 학습에 치료적으로 적용 될 수 있는 또 다른 근거는 가사를 통한 문제 해결 전략의 습득이다. 즉, 수학 문제 해결에 필요한 절차적 정보를 습득할 수 있도록 돕는 것이다. 노래의 가사, 리듬, 선율은 중요한 개념을 전달하고 습득하는 과정에 큰 역할을 한다. 가령, ‘작은 별’을 개사하여 사용하는 ‘ABC’ 노래와 같이 리듬이 단순하고 선율이 익숙한 경우에는 단순 암기가 필요한 개념적 지식을 학습하고 학습된 기억을 인출하는 일에 도움이 된다(곽은미, 2010). 또한, 노래는 시간 순차적으로 발생되어 순서에 따라 문제를 해결해야 하는 수학 문제 해결과 같은 절차적 정보를 인출하여 사용하여야 하는 인지적 과제에 적합한 구조를 가지고 있으며(Kwak, 2008), 다른 과제 수행과 마찬가지로 학습과 기억 능력에 필요한 기술과 결합하여 제공될 때 기억술의 방법으로 도움을 주며, 노래를 통해 학습할 때 아이들은 수학 문제 해결 절차를 쉽고, 재미있게 배울 수 있다(Kwak, 2008).

이처럼 노래 부르기를 통한 수학 학습은 수학 문제의 해결을 위한 절차적 정보를 더욱 효과적으로 기억할 수 있도록 도우며, 전략 노래로써 긍정적인 효과를 나타낼 수 있다. 받아 올림이 있는 덧셈의 경우, 문제를 풀 때의 절차적인 순서가 있다. 이 순서들을 언어로만 전달하는 것보다는 선율에 문제 풀이 절차의 가사를 넣어 전략 노래를 만들어 부르면, 더 쉽게 정보를 습득하고 필요한 과정을 인출할 수 있다(Wallace, 1994). 다음의 <표 II-2>는 받아 올림이 있는 수학 문제를 절차적인 순서에 따라 설명한 것이다.

<표 II-2> 일의 자리에서 십의 자리로 받아 올림이 있는 연산

회기	문제풀이 절차	노래 가사
1 단계	일의 자리 숫자 중 큰 숫자 찾기	큰 수 옆에 네모를 그리고
2 단계	일의 자리 숫자 중 큰 수의 보수 찾기	큰 수의 보수를 쓰세요
3 단계	일의 자리 숫자 중 작은 수에서 큰 수의 보수를 빼고 답 쓰기 자리에 뺀 수 쓰기	작은 수에서 보수를 빼면
4 단계	십의 자리 위의 작은 칸에 1 쓰기	십의 자리에 1을 쓰세요
5 단계	십의 자리 숫자끼리 더하기	아래 숫자와 더하면, 정답은!

받아올림이 있는 노래
(두자리수+한자리수 or 두자리수+두자리수)

현시랑

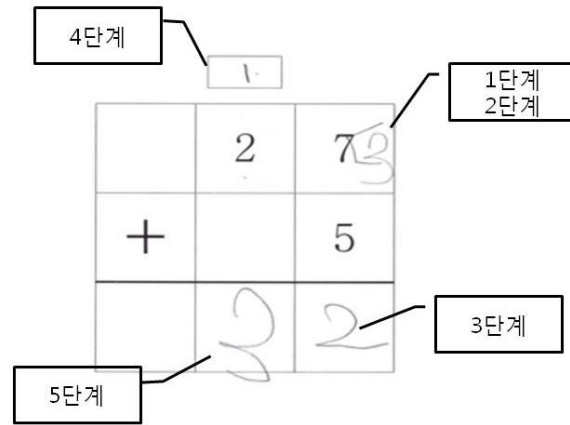
♩ = 96

큰 수 옆에 네모를 그리고 큰 수의 보수를 쓰세요

작은 수에서 보수를 빼면 십의 자리에 일 을 쓰세요

아래 숫자와 더하면 (정답말하기) (칭찬해주기!)

<그림 II-1> 받아 올림이 있는 덧셈을 하기 위한 절차적 노래



<그림 II-2> 아동 A가 절차적 노래를 사용하여 푼 덧셈 사례

치료사는 기억술로서 학습된 정보들을 쉽게 인지할 수 있도록 일반적인 노래를 작곡할 때와 달리, 활동의 목적에 적합하도록 노래를 구조화하여야 한다. 특히 기억 보조제(Memory aid)로서의 노래는 다음과 같은 몇 가지 측면을 고려하여 구성되어야 한다(Kwak, 2008).

학습을 위한 기억술에는 기억에 쉽게 남는 광고용 노래들의 특징을 사용할 수 있다. 상업광고에 사용되는 노래는 대부분 매우 기억하기 쉬운 선율을 사용하는데, Zager(2003)은 기억되기 쉬운 노래들을 만들기 위한 4가지 기본지침을 다음과 같이 제안하였다. 첫째, 선율은 단순하여서 도약진행보다는 순차진행을 하여야 한다. 둘째, 화음은 단순해야 한다. 셋째, 노래를 처음 들은 뒤 기억하기 쉬워야 한다. 넷째, 노래를 일반 사람들이 혼자 부를 수 있을 만큼 쉬워야 한다. 이것을 바탕으로 정보저장 능력에 문제를 가진 아이들을 위한 노래를 구성할 때, 아동이 바로 기억하여 어렵지 않게 부를 수 있도록, 적절한 노래 구성이 필요하다(서혜진, 2012; 이난형, 2009; 홍혜경, 2009).

이 외에도 학습을 통한 노래 작곡 시, 한 가지 선율에 한 가지 정보를 입력하는 것이 중요하다. 예를 들어 우리나라 노래 “독도는 우리 땅”의 경우 한 가지 선율에 다양한 정보들이 나열되어있다. 1절의 가사를 외울 수는 있지만 5절의 가사를 다 외우기는 쉽지 않은 일이다. 아동들을 대상으로 노래 부르기 활동을 할 때에는 개사를 하지 않는 것이 좋다. 아동이 많이 알고 있는 동요나 익숙한 노래에 개사 작업을 하면, 노래를 배우는 아동들에게 기존 노래와 개사된 노래 간의 혼란을 줄 수 있기 때문이다. 치료사는 기존 음악에 개사하여 노래를 부르기보다, 새로운 노래를 만들어 유용한 정보를 가사에 기입해 부르는 것이 더 용이하다. 이처럼 노래 부르기, 찬트와 같은 음악 활동은 수 개념, 수학 관련 개념의 습득을 용이하게 하고, 전략 노래를 사용하여 연산의 과정을 숙지 할 수 있게 하여 수학 능력을 향상 시킬 수 있으며, 더 나아가 흥미를 가지고 동기가 유발되어 자발적으로 집중을 유지하여 활동에 참여하게 할 수 있다(Kwak, 2008; Wallace, 1994).

Ⅲ. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상

1) 대상자 선정

본 연구는 윌리엄스 증후군으로 확진된 아동 3명을 대상으로 시행하였다. 구체적인 선정 기준은 다음과 같다.

- (1) 형광동소보합검사(FISH) 검사를 통해 윌리엄스 증후군으로 확진된 아동
- (2) 신체 나이가 만 13세에서 14세인 아동
- (3) 청력과 시력에 보고된 이상이 없는 아동
- (4) 대상자와 대상자의 보호자가 모두 연구 참여와 동영상 촬영에 동의한 아동

2) 연구 대상자의 기본 정보

연구 대상자는 3명으로, 각 조건에 따른 아동의 연령, 성별 등 일반적 정보는 다음 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 III-1> 대상자 정보

	대상자 A	대상자 B	대상자 C
연령	14	14	14
성별	남	남	남
학교 사항	E 학교 재학 중	E 학교 재학 중	E 학교 재학 중
대상자 외 가족	부모, 누나	조부모, 부모, 누나	조부모, 모, 형 2

연구 대상자들이 다니는 학교는 일산에 위치한 대안학교로 경도의 지적장애나 경계선급의 장애아동을 위한 학교이며, 대상자 A와 B는 같은 반에, C는 다른 반에 재학 중이다.

(1) 아동 A의 특성

부모, 누나와 함께 살고 있는 아동 A는 현재 일산에 위치한 E 대안학교에 다니고 있다. E 대안학교는 지적장애를 가지고 있는 특수아동만 다니고 있는 학교로, 학년별 개념이 아니라 과목별 아동의 수준에 따라 분반되어 있다. A 아동은 신체적 연령은 중학교 1학년이나 수학 반은 A반으로 기능수준이 가장 낮은 반에 소속되어 있다. 평소 음악에 대한 관심이 높고, 타악기를 좋아하는 아동 A는 드럼 레슨을 8살부터 지금까지 꾸준히 받고 있으며, 현재 발달 장애 아동들로 구성된 밴드에서 드럼 연주자로 활동 중이다. 1년에 4번 이상의 정기 공연 및 외부 초청 공연을 하는 등 밴드 활동을 매우 열심히 하고 있으며, 드럼 연주자로서 실력을 인정받고 있다. 아동 A는 생후 2개월 때 탈장 수술을 받은 경력이 있으며, 갑상선 기능 저하, 심장대

동맥 협착증, 외 사시 등의 문제를 가지고 있다. 앞으로 치아 교정을 할 계획을 가지고 있으며, 현재 꾸준히 척추 측만으로 인해 자세 교정을 받는 중이다.

(2) 아동 B의 특성

조부모, 부모, 그리고 누나와 함께 살고 있는 아동 B는 현재 A 아동과 같은 학교에 다니고 있으며, A 아동과 동일하게 수학 과목에서는 A반에 소속되어 있다. B는 대안학교로 전학 오기 전 다른 학교에서 1년 간 음악치료를 받은 경험이 있고, 4개월간 드림학원에서 레슨을 받았던 경험이 있다. 아동 B는 대안학교 통학을 지하철을 주로 이용하고 있으며, 관심이 많아 거의 모든 지하철 노선도와 역 이름을 기억하고 있었다. 아동 B는 자신의 감정을 매우 적극적으로 표현하며, 다른 사람의 감정을 살피며 이야기하는 등의 윌리엄스 증후군 특유의 심한 감정 기복과 숨김없는 모습을 보였다.

(3) 아동 C의 특성

차를 좋아하는 아동 C는 다양한 제조사의 차의 이름과 색 등을 암기하고 있으며, 버스나 택시 등 이동수단에 대한 관심이 높다. 수학은 대안학교에서 수학 기능 수준이 가장 낮은 A반에 속해있다. 아동 C는 처음 들은 노래의 선율을 쉽게 기억하고, 리듬과 가사를 바꿔 부르는 등의 모습이 관찰되었다. 또한, 또래 관계가 매우 원만하며, 다른 친구들을 기다려주거나 자신의 것을 나눠 주는 등의 배려하는 모습들이 종종 관찰되었다. 100일 무렵 때 탈장 수술을 받은 경력이 있으며, 현재 고혈압, 심장대동맥 협착증, 신장의 문제 등을 가지고 있다.

2. 연구 구성 및 실험 설계

1) 연구 설계

본 연구는 사례연구로 진행되었는데, 이는 윌리엄스 증후군 아동들의 특성상 개인의 발달 정도와 수학적 능력에 매우 다양한 차이를 보이는 것을 반영하고자 함이다. 본 연구를 실시하기 전, 각 아동의 개별화 음악 활동을 구성하기 위하여 연구자가 작성한 수학 기초 평가를 하였다. 이 검사는 한 자리 수끼리의 덧셈, 50 이하의 한 자리 수와 두 자리 수의 덧셈 등 17문항으로 구성되어있다. 사전 검사는 기초학습기능 수행평가체제: 수학검사(Basic Academic Skills Assessment: BASA)를 사용하였으며, 음악 중재, 사후 검사의 순서로 연구를 진행하였다. 사전 사후 검사, 4회기를 포함 한 총 30회기로 구성되었다. 음악 활동은 윌리엄스 증후군 아동의 수학 개념 학습 능력 향상을 위하여 수학의 개념이나 수학 문제의 풀이 과정에 대한 내용을 가사로 만들어 노래를 부르는 형태로 구성하였다. 각 세션 상황은 연구 아동들의 부모 동의를 얻어 매 회기 비디오로 녹화하였으며, 녹화한 내용을 분석하여 그 내용을 바탕으로 학습 능력의 변화를 분석하였다.

<표 III-2> 실험 설계

사전	중재	사후
O ₁	X	O ₂

O₁ : 사전검사

O₂ : 사후검사

X : 음악 활동 실시

2) 연구 절차

본 연구는 연구 대상자 선정, 사전 관찰, 면담, 및 사전 평가, 음악 중재, 사후 검사를 포함하여 2016년 6월부터 9월까지 약 4개월 동안 진행되었다. 아동들의 학기 중에는 주 3회, 30분에서 40분 개인 세션으로, 방학 중에는 주 2회 진행되었으며, 사전 사후 검사를 포함하여 총 30회기가 진행되었다. 본 연구는 내담자들이 다니고 있는 일산의 E 학교에서 진행되었으며, 수업이 마친 후 다목적실에서 진행되었다.

3. 검사 도구

1) 기초학습기능 수행평가체제: 수학검사 (Basic Academic Skills Assessment: BASA)

기초학습기능 수행평가체제: 수학검사는 학습 부진 아동 또는 특수 교육을 받는 대상자의 수학 수준을 진단, 평가하는 검사 도구로, 김동일(2006)에 의해 국내 최초 개발되었다. 이 도구는 전체 집단보다는 아동 개개인을 지도하거나 평가하고자 할 때 더 효과적으로 사용할 수 있다. 기초학습기능 수행평가체제: 수학검사는 표준화된 자료를 제공하기 때문에 전체 집단에서 차지하는 아동의 현재 상태를 파악할 수 있으며, 교육과정에 따른 아동의 수준 파악이 가능하다. 또한 아동의 부진한 수학 단계를 확인할 수 있으며, 검사 방법이 간단하고, 소요시간은 25분으로, 시간이 적게 사용되는 장점이 있다. 더불어 문제에 대한 정답이 하나밖에 없으므로 검사자의 주관적인 판단이 개입되지 않는다. Cronbach $\alpha = .88$ 이상의 신뢰도를 보이며, Brown 공식에 의해 교정된 신뢰도 계수는 .73~.93으로 양호한 수준의 내적 일관성을 나타내고 있다(김동일, 2006).

2) 검사도구의 구성

본 검사는 I 단계, II 단계, III 단계, 통합단계의 네 가지 검사로 구성되어 있으며, I 단계 검사는 1학년의 수준, II 단계 검사는 2학년의 수준, III 단계 검사는 3학년의 수준, 통합단계는 1, 2, 3학년의 모든 내용을 담고 있다. 초등 1학년 학생에게는 I 단계와 통합단계, 초등 2학년 학생에게는 II 단계와 통합단계, 초등 3학년 이상 학생에게는 III 단계와 통합단계 검사를 실시하며,

그 결과 백분위가 15% 이하인 경우, 바로 아래 학년 단계의 검사를 실시한다. 예를 들어 아동이 3학년이거나 3학년 이상의 특수아동일 경우, Ⅲ단계 검사와 통합단계를 실시한 후 그 결과가 백분위 15% 이하일 때, Ⅱ단계 검사를 실시한다. Ⅱ단계 검사 결과도 백분위 15% 이하일 경우, 다시 Ⅰ단계 검사를 실시하게 된다.

본 연구에 참여한 대상자는 모든 15% 이하여서, 2단계, 1단계 검사를 진행했으며, 1단계 각 아동의 백분위 평균 결과는 A 아동은 1.3점, B 아동은 29.33점, 아동 C는 78.6점의 결과가 보였다. 또한 각 아동의 학년 점수는 A 아동은 1.5학년, B 아동은 2.6학년, C 아동은 0으로 초등학교 수준에 미치지 못한 것으로 나타났다.

4. 음악치료 활동의 구성 및 내용

본 연구는 윌리엄스 증후군 아동에게 수학적 문제 풀이에 대한 전략 노래 부르기 음악 중재로 수학 개념 학습을 하였을 때, 학습의 효과성에 대해 알아보고자 진행이 되었다. 각 윌리엄스 증후군 아동의 언어 발달 능력, 시공간 인지 능력, 수 개념 능력 등 발달 정도가 매우 상이하기 때문에 개별 세션으로 진행하였다. 본 연구는 3명의 윌리엄스 증후군 아동의 사전 평가 후 개인의 수 개념 수준을 고려하여 수학 개념 향상을 할 수 있도록 음악 활동을 구성하였으며, 아동들의 수학적 능력에 따라 음악 활동 구성의 차이가 있다. 수학 문제는 다음의 <표 III-3>에 제시하였으며, 대상자의 특성과 각 음악 활동의 구성은 <표 III-4>, <표 III-5>, <표 III-6>과 같다.

<표 III-3> 난이도에 따른 수학 문제, 예시, 표기

수학 문제	수학 문제의 예시	표기
· 받아 올림 없는 (한 자리 수)+(한 자리 수)	'2 + 2', '2 + 5'와 같이 두 수의 합이 10이 넘지 않는 덧셈	2 + 5
· 받아 올림 없는 (두 자리 수)+(한 자리 수)	'12 + 2', '22 + 5' 와 같이 일의 자리의 합이 10이 넘지 않는 덧셈	22 + 5
· 받아 올림 없는 (두 자리 수)+(두 자리 수)	'12 + 12', '12 + 15'와 같이 두 수의 일의 자리 합과 십의 자리의 합이 10이 넘지 않는 덧셈	12 + 15
받아 올림 있는 (한 자리 수)+(한 자리 수)	'7 + 8', '3 + 9'와 같이 보수의 개념을 함께 사용하여야 문제 풀이가 가능한 한 자리 수끼리의 덧셈	7 + 8
· 받아 올림 있는 (두 자리 수)+(한 자리 수)	'17 + 8', '13 + 9'와 같이 보수의 개념을 함께 사용하여야 문제 풀이가 가능한 두 자리 수와 한 자리 수끼리의 덧셈	17 + 8
· 받아 올림 있는 (두 자리수)+(두 자리수)	'17 + 18', '13 + 19'와 같이 보수의 개념을 함께 사용하여야 문제 풀이가 가능한 두 자리 수끼리의 덧셈	17 + 18 또는 27 + 88
· 받아 내림 없는 (한 자리수)-(한 자리수)	'5-2', '6-6'과 같이 큰 수에서 작은 수를 빼는 한 자리 수끼리의 덧셈	5-2

<표 III-4> 아동 A의 음악 활동 구성

회기	목표 수학 문제	사용된 노래	음악 활동 내용
1			
2	· 2 + 5	<큰 수에서 작은 수를 더해요> <어떤 수가 큰지 말해봐요>	작은 수에서 큰 수를 더할 때 계산의 오류가 반복적으로 관찰되어, 덧셈의 교환법칙을 학습함.
3	· 보수		
4	· 7 + 8	<보수 노래> <보수 말하기>	받아 올림이 없는 수학 문제를 쉽게 해결하여, 받아 올림이 있는 문제로 난이도 조정을 함. 이 때 보수의 수학적 개념을 함께 학습함.
5	· 2 + 5	<받아올림이 있는 노래- 한 자리수+한 자리수>	
6	· 22 + 5		
7	· 7 + 8		
8			
9		<일의자리서부터 풀어요> <보수 노래> <보수 말하기>	
10	· 2 + 5 · 7 + 8	<어떤 수가 큰지 말해봐요> <받아올림이 있는 노래- 한 자리수+한 자리수> <받아올림이 있는 노래- 두 자리수+한 자리수>	받아 올림이 있는 덧셈 문제에 대한 절차를 정확하게 이해함. 받아올림이 있는 한 자리수 덧셈 문제를 쉽게 해결하여, 받아올림이 없는 한 자리수 덧셈 문제와 혼합하여 학습함.
11		<일의자리서부터 풀어요>	
12		<보수 노래>	
13	· 17 + 8	<보수 말하기>	
14	· 17 + 18	<받아올림이 있는 노래- 두 자리수+두 자리수>	
15			
16			
17			
18			
19	· 12 + 15	<일의자리서부터 풀어요>	
20	· 17 + 18	<받아올림이 있는 노래- 두 자리수+두 자리수>	받아 올림이 있는 문제 풀이에 대한 절차적 이해를 하였으나 오답이 지속적으로 발견되어 9회기와 같은 목표로 진행을 함.
21		<큰 수에서 작은 수를 더해요>	
22		<일의자리서부터 풀어요>	
23	· 2 + 5	<보수 말하기>	
24	· 12 + 15	<받아올림이 있는 노래- 한 자리수+한 자리수>	수학 문제의 해결을 위한 절차적 정보를 반복하여 학습함.
25	· 7 + 8 · 17 + 8	<받아올림이 있는 노래- 한 자리수+한 자리수> <받아올림이 있는 노래- 두 자리수+두 자리수>	
26			

<표 III-5> 아동 B의 음악 활동 구성

회기	목표 수학 문제	사용된 노래	음악 활동 내용
1	· 보수	<보수 노래>	보수의 수학적 개념을 배우고, 받아 올림이 있는 문제를 풀기 위한 절차적 정보를 학습함.
2	· 7 + 8 · 17 + 8	<보수 말하기> <받아올림이 있는 노래-한 자리수+한 자리수>	
3		<큰 수에서 작은 수를 더해요>	작은 수에서 큰 수를 더할 때 계산의 오류가 반복적으로 관찰되어, 덧셈의 교환법칙을 학습하였고, 지난 시간에 배운 내용들을 반복 학습함.
4	· 7 + 8	<보수 노래>	
5	· 17 + 8	<보수 말하기>	
6	· 7 + 8	<받아올림이 있는 노래-한 자리수+한 자리수>	
7	· 12 + 15	<받아올림이 있는 노래-두 자리수+한 자리수>	
8	· 17 + 8	<받아올림이 있는 노래-두 자리수+한 자리수>	
9		<숫자 세기 노래>	5와 6 중 어떤 수가 큰지에 대해 즉각적으로 대답을 하지 못하여, 수 세기 학습을 함. 받아올림이 있는 한 자리수 덧셈 문제를 쉽게 해결하여, 받아올림이 없는 한 자리수 덧셈 문제와 혼합하여 학습함.
10	· 17 + 8 · 12 + 15	<큰 수에서 작은 수를 더해요> <일의자리서부터 풀어요> <받아올림이 있는 노래-두 자리수+한 자리수>	
11			받아 올림이 있는 덧셈 문제와 받아 올림이 없는 덧셈 문제가 혼합되었을 때 지속적으로 정답에 대한 오류가 발생하여, 받아 올림이 있는 덧셈 문제를 집중적으로 반복 학습함.
12		<일의자리서부터 풀어요>	
13	· 17 + 18	<받아올림이 있는 노래-두 자리수+두 자리수>	
14	· 27 + 88		
15			
16			
17			
18		<일의자리서부터 풀어요>	받아 올림이 있는 절차적 문제 풀이에 대한 이해를 하였으나 오답이 지속적으로 발견되어 8회기 동안 같은 목표로 진행을 함.
19	· 보수	<보수 말하기>	
20	· 12 + 15 · 27 + 88	<받아올림이 있는 노래-두 자리수+두 자리수>	
21		<일의자리서부터 풀어요>	수학 문제의 해결을 위한 절차적 정보를 반복하여 학습함.
22	· 12 + 15	<받아올림이 있는 노래-한 자리수+한 자리수>	
23	· 17 + 8		
24	· 17 + 18	<받아올림이 있는 노래-두 자리수+두 자리수>	
25	· 27 + 88		
26			

<표 III-6> 아동 C의 음악 활동 구성

회기	목표 수학 문제	사용된 노래	음악 활동 내용
1	· 1에서 9까지의 수 개념 (큰 수 찾기)	<숫자세기 노래>	6과 7, 8과 9등 큰 수 찾기
2	· 10에서 20까지의 수 개념 (큰 수 찾기)	<숫자세기 5, 6, 7, 8 >	문제에서 반복적인 오류가 관찰되어 1부터 10, 10부터 20까지의 숫자 세기를 학습함.
3			
4	· 1에서 20까지의 수 개념	<숫자세기 노래>	단순 암기가 필요한 수 세기 학습을 지속적으로 함.
5	· 2 + 5	<숫자세기 5, 6, 7, 8 >	수 세기에서 받아올림이 없는 한 자리수 덧셈풀기로 난이도를 조정함.
6		<어떤 수가 큰지 말해봐요>	
7	· 16에서 20까지 수 개념 (큰 수 찾기)	<숫자세기 노래>	작은 수에서 큰 수를 더할 때 계산의 오류가 반복적으로 관찰되어, 덧셈의 교환법칙을 학습함.
8	· 2 + 5	<숫자세기 5, 6, 7, 8 > <어떤 수가 큰지 말해봐요2> <큰 수에서 작은 수를 더해요>	
9	· 20에서 30까지의 수 개념 (숫자세기, 큰 수 찾기)		20까지의 수세기를 완벽하게 세어, 30까지의 수세기로 난이도를 조정함.
10	· 2 + 5		
11	· 30에서 40까지의 수 개념 (숫자세기, 큰 수 찾기) · 5 - 2	<숫자세기 노래> <어떤 수가 큰지 말해봐요> <어떤 수가 큰지 말해봐요2> <큰 수에서 작은 수를 더해요>	점진적으로 수세기의 범위를 넓혀감. 받아 올림이 없는 한 자리 수 덧셈 문제를 쉽게 해결하여, 뺄셈으로 목표를 바꿈.
12	· 1에서 50까지의 수 개념 (숫자세기, 큰 수 찾기)		받아 올림이 없는 뺄셈 문제를 어려워하여 지난 시간에 이어 같은 목표로 진행함.
13			
14	5-2		
15			
16	· 50에서 100까지의 수 개념 (숫자세기, 큰 수 찾기)	<보수 노래>	보수의 수학적 개념을 배우고, 받아 올림이 있는 문제를 풀기위한 절차적 정보를 학습함.
17	· 보수	<보수 말하기>	
18	· 7 + 8	<일의자리서부터 풀어요>	
19	· 2 + 5	<받아올림이 있는 노래- 한 자리수+한 자리수>	받아 올림이 있는 문제와 없는 문제가 혼합되었을 때 문제 해결에 대해 학습함.
20	· 7 + 8		
21	· 1에서 100까지의 수 개념 (숫자세기, 큰 수 찾기)	<숫자세기 노래>	수학 문제의 해결을 위한 절차적 정보를 반복하여 학습함.
22		<일의자리서부터 풀어요>	
23	· 2 + 5	<받아올림이 있는 노래- 한 자리수+한 자리수>	
24	· 7 + 8		
25			
26			

IV. 연구 결과

1. 결과

수학적 문제 풀이에 대한 전략적 노래 부르기 중심의 음악 활동 중재가 윌리엄스 증후군 아동의 수학 개념 형성에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구 분석 결과는 다음과 같다.

1) 기초학습기능 수행평가체제: 수학검사 (Basic Academic Skills Assessment: BASA) - 사전, 사후 검사

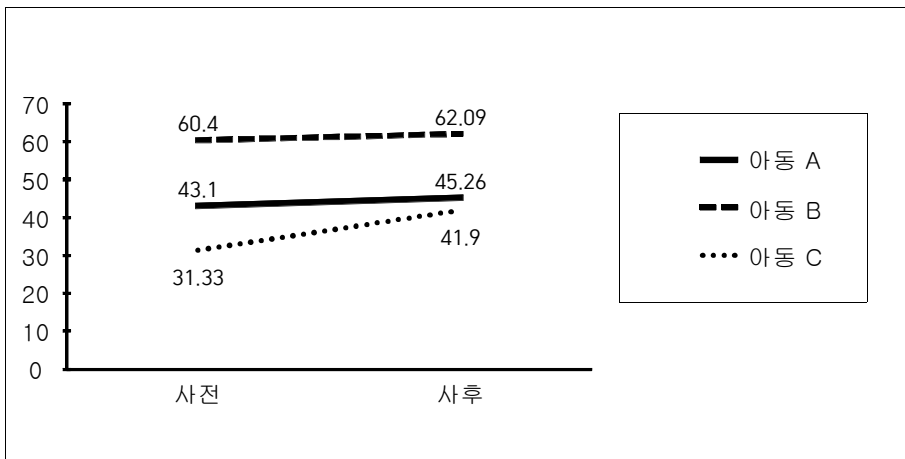
연구 대상 아동들은 모두 초등학교 3학년 이상의 신체나이이므로 검사 도구의 체계에 맞춰 먼저 수학 III 단계와 통합단계 검사를 실시하였다. 사전 검사 결과 아동 모두 III 단계와 통합단계의 백분위 점수가 15% 이하였고, 이에 따라 바로 아래 학년의 단계 II를 실시하였다. II 단계 사전검사 결과 역시 세 아동 모두 백분위가 15% 이하로 나와 다시 I 단계 검사를 실시하였고, 사후 평가 또한 III단계와 통합단계, II단계, I 단계(초등학교 1학년 수준 수학) 순서로 검사를 동일시하였다. I 단계 검사는 총 3번 이루어졌으며, 분석 결과는 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> BASA I-1단계 원 점수 사전-사후 결과

점 수	사전			사후		
	원점수	T점수	백분위 점수	원점수	T점수	백분위 점수
아동 A	18.7	43.1	29.33	21.6	45.26	36.33
아동 B	42.6	60.4	78.6	45	35.09	83
아동 C	3.5	31.33	1.3	17	41.9	25.3

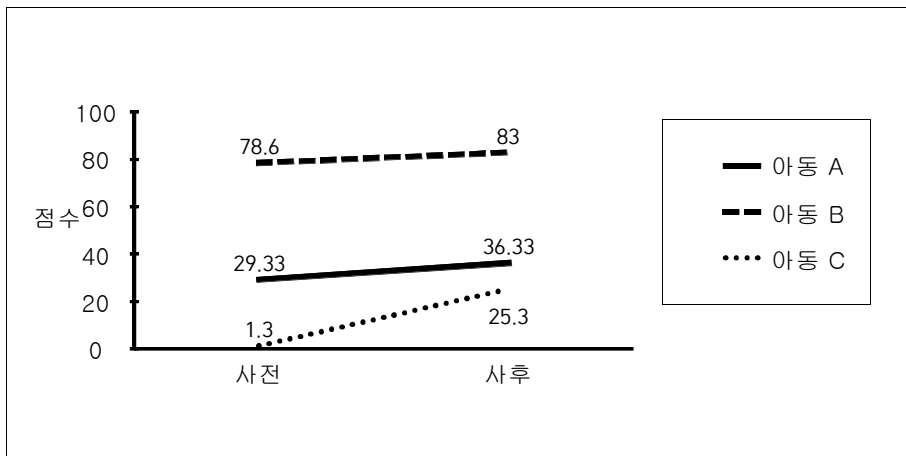
I 단계 원점수 평균 사전검사에서는 아동 A는 18.7 점, 아동 B는 42.6 점, 아동 C는 3.5점을 기록하였다. 사후 검사에서는 아동 A는 21.6점으로 2.9점이 향상되었고, 아동 B는 45점으로 2.4점이 향상되었다. 또한, 아동 C는 17점으로 13.5점의 향상 기록을 보였다.

I 단계 T 점수 평균 사전 검사에서 아동 A는 43.1점을 기록하였고, 사후 검사는 45.26점으로 2.16점의 향상 점수를 보였다. 아동 B는 사전검사에서 60.4점을 기록하였고, 사후 검사에서는 62.09점으로 1.69점의 향상 점수를 기록하였다. 아동 C의 사전 검사 점수는 31.33점이었으며, 사후 검사는 41.9점으로 10.57점의 향상 점수를 기록하였다. 연구 대상자들의 T 점수 사전 사후 그래프 결과는 다음 <그림 IV-1>과 같다.



<그림 IV-1> T 점수 사전사후 결과

I 단계 백분위 평균 사전검사 점수에서 아동 A는 29.33점, 아동 B는 78.6 점, 아동 C는 1.3점을 기록 하였고, 사후 검사 점수에서는 아동 A는 36.33 점, 아동 B는 83점, 아동 C는 25.3점의 점수로 세 아동 모두 백분위 점수가 향상된 것을 알 수 있었다. 연구 대상자들의 백분위 점수 사전 사후 그래프 결과는 다음의 <그림 IV-2>와 같다.



<그림 IV-2> 백분위 점수 사전사후 결과

또한, 수학적 문제 풀이에 대한 전략적 노래 부르기 음악 중재 후, 아동 A는 수학 학년 점수가 1.5학년에서 1.8학년으로 향상되었으며, 아동 B는 2.6학년에서 2.6학년으로 학년 점수의 차이가 보이지 않았다. 마지막으로 아동 C는 1학년 이하의 학년 점수를 보였었는데, 중재 후 1.3학년으로 향상된 기록을 보였다.

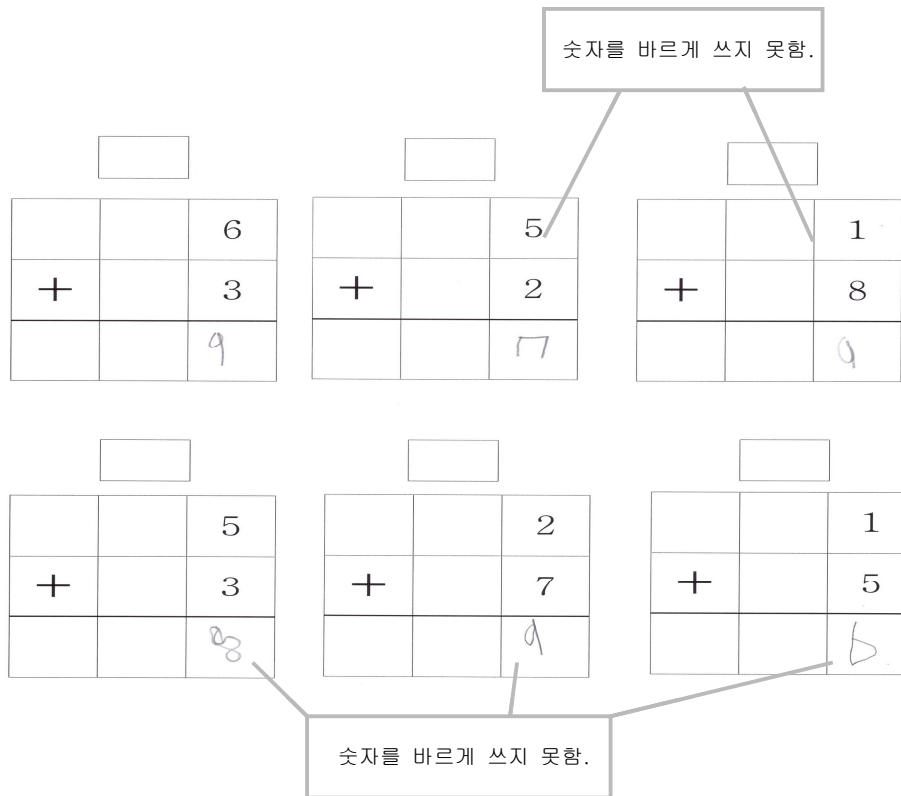
2) 세션 내용 분석

다음은 회기별 음악치료 및 음악 활동 내에서 각 아동의 수학적 변화, 수학과 관련된 언어적 변화와 비언어적 변화를 사례 분석하여 서술한 것이다.

(1) 아동 A의 사례

① 수학적 변화

1회기와 2회기에서 받아 올림이 없는 한 자리 수 덧셈과 받아 올림이 있는 한 자리 수 덧셈 문제를 푼 아동 A는, 수학의 교환법칙에 대해 알지 못하였다. 아동 A는 더하기를 할 때 손가락을 사용하여 계산하였고, 작은 수에서 큰 수를 더했을 때 반복적인 오류가 발생하였다. 연구자는 아동에게 큰 수에서 작은 수를 더했을 때 더 빠르고, 정확하게 계산할 수 있다고 설명하였고, ‘큰 수를 찾아요’ 노래를 함께 부르며 배웠다. 아동은 큰 수를 먼저 찾은 후 작은 수를 더하여 문제를 풀었다. 아동은 네모 칸 안에 맞춰 숫자를 잘 썼으나 6, 7, 8, 9와 같은 숫자를 바르게 쓰지 못하였고, 숫자의 크기가 동일하지 않은 것을 관찰할 수 있었다.



<그림 IV-3> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 1

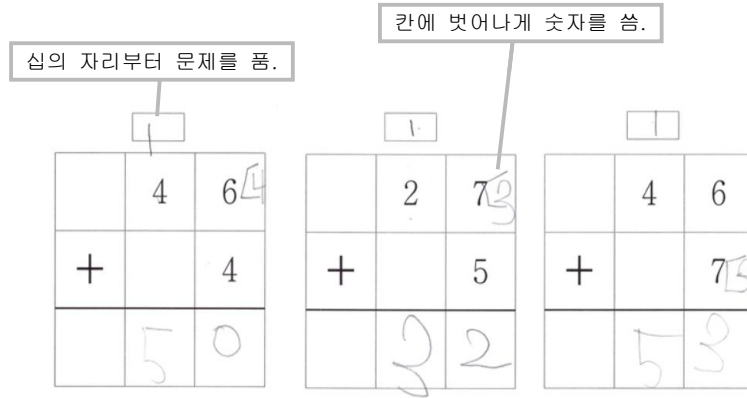
3회기에서 4회기까지 아동은 연구자가 알려준 노래인 ‘큰 수에서 작은 수를 더해요’, ‘받아 올림이 있는 노래(한 자리 수+한 자리 수)’를 사용하여 문제 풀이에 대한 절차를 이해하였고, 연구자와 함께 노래를 부르며 받아 올림이 있는 한 자리 수끼리의 덧셈 문제를 풀었다. 5번의 반복 학습 후, 연구자는 아동이 문제를 풀 때 언어적 지시를 하지 않았으며, 노래를 부르지 않고, 피아노를 연주하였다. 이때 아동은 연구자가 연주한 음악을 들으며, 절차적 순서를 기억하여 문제를 풀었다. 또한, 큰 수 옆에 네모를 그리는 것을 어려워하였고, 연구자가 네모를 그려준 후 따라 그리면서 연습하였다.



<그림 IV-4> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 2

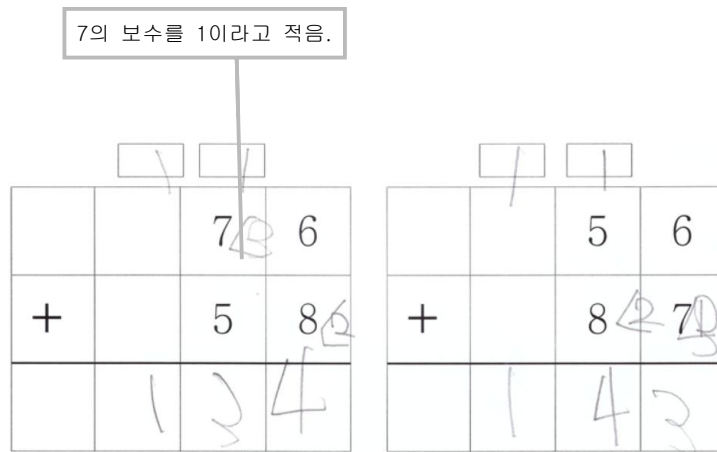
5회기에서 8회기까지 아동은 받아 올림이 있는 한 자리 수 덧셈과 받아 올림이 없는 한 자리 수 덧셈을 풀었고, 연구자가 제시한 전략 노래인 ‘받아 올림이 있는 노래(한 자리 수+한 자리 수)’를 통해, 받아 올림이 있는 수학 문제를 이해하였다. 아동은 지난 시간에 배운 문제 풀이 방법을 순서대로 연구자와 함께 연습하였고, 6번 이상의 반복 연습 후 아동 스스로 전략 노래를 부르며, 받아 올림이 있는 문제를 풀었다. 이 때 아동은 숫자 9와 0을 쓸 때 정확하게 쓰지 못하였으며, 특히 숫자 9의 동그라미는 크지 않음을 알 수 있었다.

9회기에서 10회기에 아동은 연구자가 알려준 전략 노래들을 모두 외워서 혼자 부를 수 있었다. 수학 문제를 풀 때 아동은 노래를 부르지 않고 풀다가 실수가 있었으며, 두 자리 수 덧셈 문제에서 십의 자리서부터 푸는 등의 모습이 관찰되었다. 이때 연구자가 ‘일의 자리서부터 풀어요’ 노래를 피아노로 연주하자, 자신의 실수를 알고 고치며 문제를 다시 풀었다. 또한 아동은 숫자의 크기를 동일하게 쓰지 못하였으며, 칸에 벗어나게 숫자를 쓰는 모습이 지속적으로 관찰되었다.



<그림 IV-5> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 3

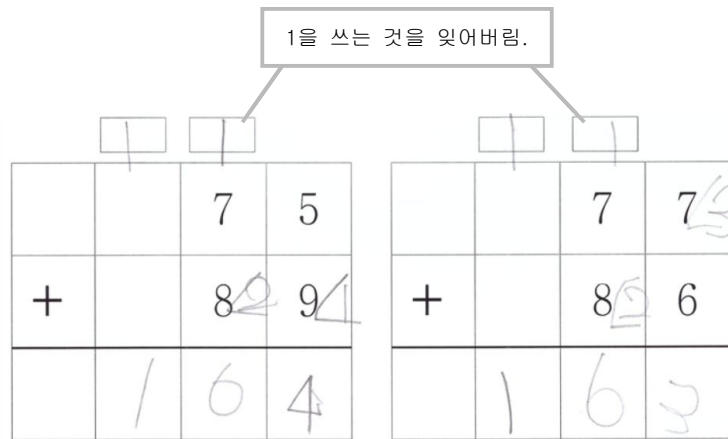
11회기에 아동은 받아 올림이 있는 것과 받아 올림이 없는 혼합 문제에서 오답률이 높았다. 아동은 일의 자리 숫자의 합이 10이 넘을 때 전략 노래를 적용하여 문제를 풀어야 하지만, 일의 자리의 숫자의 합을 먼저 보지 않고, 전략 노래를 무조건 적용하여 문제를 풀어 오류가 발생하였다. 또한 7의 보수를 1이라고 적는 등의 실수가 관찰되었다. 12회기에는 십의 자리에서의 받아 올림이 있는 경우와 없는 경우를 혼동하였고, 십의 자리에서 받아 올림이 없을 때 1을 더하는 모습이 관찰되었다. 연구자의 도움으로 답을 고칠 수 있었고, 아동은 이 부분을 매우 어려워하였다. 하지만 숫자 6의 동그라미를 전보다 더 크게 쓰는 모습이 관찰되었다.



〈그림 IV-6〉 아동 A 수학 문제 풀이 사례 4

13회기와 14회기에 아동은 수학에 대한 자신감이 많이 생겼으며, 문제를 푸는 시간도 전보다 빨라진 것을 관찰할 수 있었다. 하지만 숫자의 크기가 작아지지 않았고, 빠르게 문제를 풀다 보니 보수를 혼동하여 쓰는 오류가 발생하였다. 문제를 풀기 전 아동은 연구자와 함께 ‘보수 노래’를 부르며, 보수의 개념을 상기하였고, 그 후 점점 문제에서 모두 맞는 등의 결과가 관찰되었다.

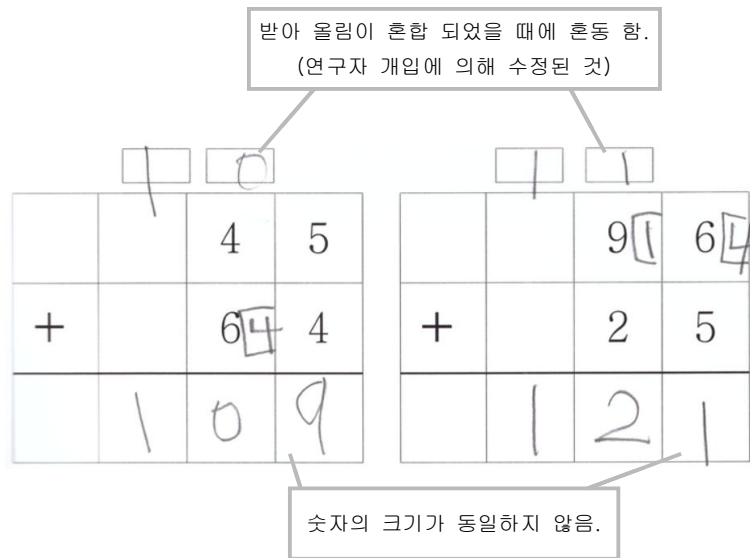
15회기에서 17회기까지 아동은 받아 올림이 있는 두 자리 수끼리의 덧셈 문제를 풀었으며, 이때 십의 자리 위에 받아 올림을 써야 하는지에 대해 혼동하였다. 아동은 연구자의 도움 없이 ‘받아 올림이 있는 노래(두 자리 수+ 두 자리 수)’ 전략 노래를 부르며 수학 문제를 풀었다. 연구자에게 계속적으로 질문을 하는 모습이 관찰되었으며, 연구자가 설명하였음에도 아동은 맞는지 지속적으로 물어보았고, 연구자의 얼굴을 살피며 정답을 쓰는 모습이 관찰되었다.



<그림 IV-7> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 5

18회기부터 20회기까지 아동은 받아 올림이 있는 것과 없는 문제가 혼합되었을 때 어려워하였고, 문제를 보고 당황하는 모습이 관찰되었다. 또한, 문제를 풀 때 십의 자리부터 풀려고 하는 모습이 관찰되었다. 하지만 이내 자신의 실수를 알고, 문제를 다시 푸는 모습이 보였다. 또한, 연구자가 어려울 때 전략 노래를 부르면서 풀 것을 제안하자, 스스로 노래를 부르며 문제를 풀었다. 아동은 받아 올림이 없는 문제를 받아 올림이 있는 문제로 착각하여 풀었고, 이 실수는 반복적으로 관찰되었다.

21회기부터 26회기까지 아동은 그동안 배운 절차적 노래를 복습하였다. 아동은 한 자리 수 받아 올림이 있는 문제에서 수의 합이 10일 때를 어려워하였으며, 일의 자리에 0을 쓰고, 십의 자리에 1을 쓰는 순서를 혼동하는 모습이 관찰되었다. 아동은 한 자리 수 받아 올림이 있는 문제와 받아 올림이 없는 문제가 혼합되었을 때, 배웠던 것을 잘 기억하고 풀었으나, 두 자리 수 받아 올림이 있는 문제와 받아 올림이 없는 문제가 혼합되었을 때에는 혼동하는 모습이 관찰되었다. 숫자의 크기는 동일하지 않는 모습이 관찰되었다.



<그림 IV-8> 아동 A 수학 문제 풀이 사례 6

② 수학과 관련된 언어적, 비언어적 변화

수학과 관련된 아동 A의 언어적, 비언어적 행동의 변화는 다음 <표 IV-2> 와 같다.

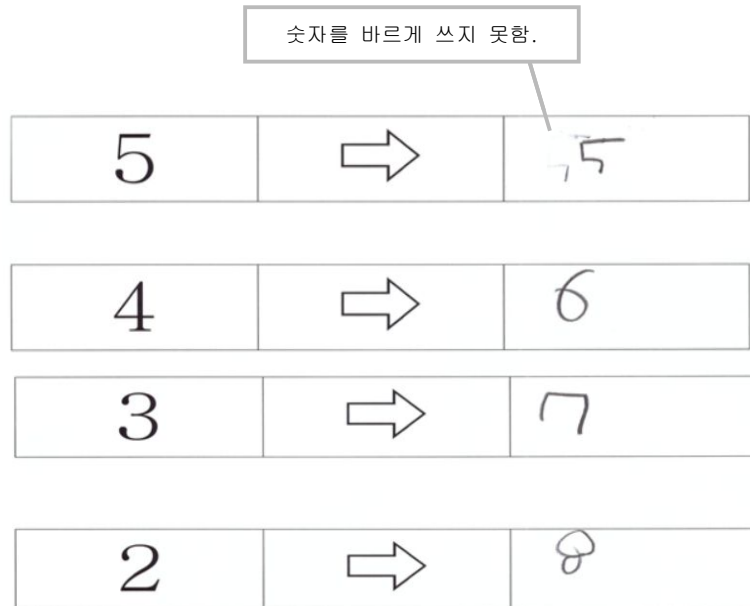
<표 IV-2> A 아동의 수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동의 변화

회기	수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동의 변화
1	“저 수학 잘 못 하는데...얼마나 해야 되요?” 목소리가 가라앉으며, 시선을 바닥에 두는 등의 비언어적 행동의 모습이 관찰됨.
2	“ 쌤! 엄청 기다렸어요! 큰 수에서 작은 수를 더해요! 저 노래 다 알아요” 연구자에게 먼저 다가와 하이파이브를 하며, 흥분된 목소리로 이야기를 함.
3	“ 쌤! 오늘 몇 장 풀어요? 5장 풀어도 되요?” 몸을 흔들며, 절차적 노래를 부르며 문제를 푼.
6	“아. 이거 모르겠다. 어떻게 해요?” “1을 더하는거구나! 할 수 있을 것 같아요”
7	“아, 어떻게 하는 건지 까먹었다. 뭐였지?” “노래 부르면서 해볼래요”
9	“ 쌤! 오늘 저 먼저 하면 안돼요? 먼저 하고 싶은데..” 아동은 다른 아동이 음악 활동을 할 때 문앞을 서성이며, 지켜보는 모습이 관찰됨.
11	“이거 쉽네! 이거 쉬운데요?” “이거 자신있죠! 혼자 풀어볼래요”
12	“아, 진짜 100점 맞고 싶다!”, “진짜 잘하고 싶다. 음악 진짜!”
14	“아, 이거..어떻게 쓰는거였지?.. 아하! 기억났다. 십의 자리에 1을 쓰세요! 이거 맞죠?” 문제를 다 풀었을 때 자리에 일어나 박수를 치는 아동의 모습이 관찰됨.
15	“에이, 아마츄어 같애!! 다시 할래요” “오예! 100점!! 또 풀어도 되요?” “갑자기 까먹었다... 쌤 이거 어떻게 하는 거죠?” “아, 맞다맞다. 아마츄어 OOO(아동이름)!”
16	문제 풀이 방법이 생각이 나지 않을 때, 자신이 없는 목소리로 연구자에게 질문 하였으나, 이내 방법을 찾고 문제를 다 풀었을 때 책상을 두드리며 기뻐하는 모습이 관찰됨.
18	“작은 수에서 보수를 빼면!! 십의 자리에 1을 쓰세요 오예!” 100점 수학 문제지를 쳐다보며, 미소를 띠며. “왜 이렇게 숫자가 작게 안 써지지..에휴”, “그래도 끝까지 할래요”
24	숫자가 작게 써지지 않아 힘들어하였으나, 입술을 깨물며 끝까지 집중하는 모습이 관찰됨.
26	“진짜 아쉽다.. 쌤 수학 재밌어요 이제”, “계속 하면 안돼요?”, “아..진짜 아쉽다”

(2) 아동 B의 사례

① 수학적 변화

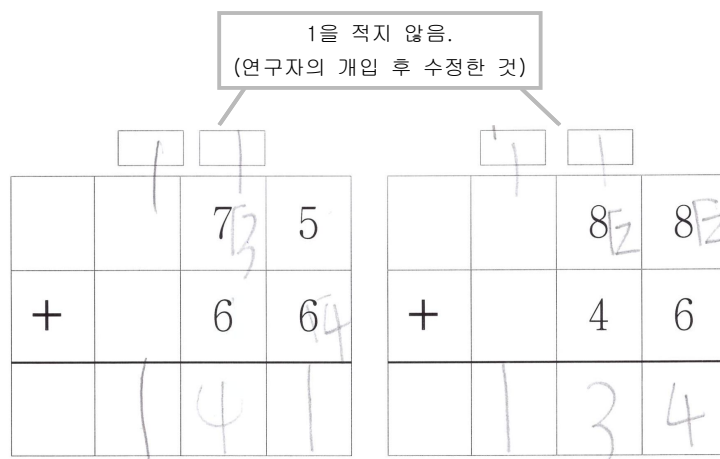
1회기에 연구자는 받아 올림이 있는 문제를 풀기 위하여 아동에게 보수의 개념을 아는지 물어보았고, 아동은 보수의 개념을 알지 못함에도 불구하고, 보수를 안다고 연구자에게 대답하는 모습이 관찰되었다. 보수 문제를 내었을 때 그 수학 질문에 대답을 하나도 하지 못하였다. 아동은 보수의 개념을 완전히 이해하고 있지 못하고 있었으며, ‘보수 노래’를 통해 보수의 개념을 먼저 배우기 시작하였다. 보수의 개념을 익힌 후, 아동은 ‘보수 말하기’를 함께 부르며, 연구자가 묻는 음악적 질문에 정답을 대답하고 반복 학습을 하였다. 아동은 숫자를 쓸 때 바르게 쓰지 못하는 것을 알 수 있었고, 특히 숫자 5를 쓸 때 2번을 쓰고 지우는 모습을 관찰할 수 있었다.



<그림 IV-9> 아동 B 수학 문제 풀이 사례 1

3회기에서 4회기에 아동은 연구자가 작사, 작곡한 ‘큰 수에서 작은 수를 더해요’, ‘받아 올림이 있는 노래(두 자리 수+한 자리 수)’ 등 전략 노래를 다 외워서 불렀으며, 문제를 풀기 전 3번 이상 연구자와 함께 노래를 부르고, 문제를 풀었다. 아동은 숫자를 작게 쓰는 것을 어려워하였고, 큰 수 옆에 네모를 그리는 절차에서 네모 그리기를 처음에는 하지 못하였다. 연구자가 네모를 먼저 그린 뒤에 따라 그리기를 몇 번 한 후, 아동은 혼자 네모를 그릴 수 있었다. 4회기 때 아동은 9개의 테스트 문제 중 8개를 맞췄으며, 빠르게 문제를 풀려다 보수를 잘못 적어 오류가 발생하였다.

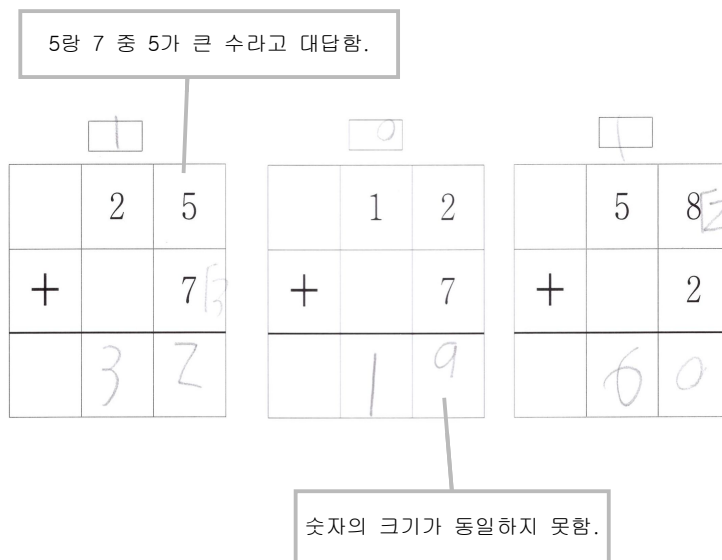
5회기와 6회기에 아동은 받아 올림이 있는 문제와 없는 문제를 혼합하여 풀었는데, 일의 자리끼리의 합을 보지도 않고, 받아 올림이 없는 문제를, 받아 올림이 있는 문제와 혼돈하여 실수를 하였다. 받아 올림이 없는 문제를 계속하여 실수하였고, 문제가 잘 풀리지 않자 연구자에게 도움을 요청하였다. 이때 아동은 ‘받아 올림이 있는 노래(두 자리 수+두 자리 수)’ 전략 노래를 부르며, 문제를 풀었고, 문제 풀이의 절차를 정확하게 이해하는 모습이 관찰되었다. 또한 아동은 보수를 쓸 때, 실수가 빈번했으며, 빨리 풀려고 하는 성향에 지속적인 오류가 발생하였다.



<그림 IV-10> 아동 B 수학 문제 풀이 사례 2

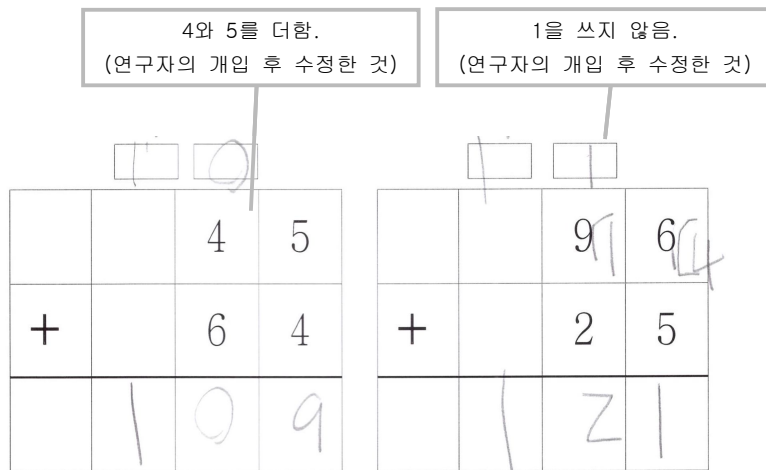
7회기에서 8회기까지 아동은 받아 올림이 있는 문제와 없는 문제가 혼합되었을 때 80% 이상의 정답률을 보였다. 아동은 수학에 대한 자신감이 더 높아졌으나, 빨리 풀려고 하는 성향에 같은 실수가 반복적으로 관찰되었으며, 네모 칸 안에 숫자를 작게 쓰는 것을 어려워하였다. 아동은 연구자가 준비한 숫자판 위에 숫자를 쓸 때 한 붓 그리기처럼 숫자를 연결하여 썼으며, 5와 9를 쓸 때 어디서 시작을 하여 숫자를 써야 하는지 모르는 모습이 관찰되었다.

9회기에서 10회기에는 받아 올림이 있는 덧셈 문제 풀이에 대한 전략 노래를 부르며, 아동 스스로 문제를 빠르게 풀었고, 오답률 또한 현저히 낮아졌다. 하지만 칸 안에 숫자를 쓰는 것을 어려워하였고, 연구자가 작게 쓸 것을 요구하였으나, 잘 되지 않는 모습이 관찰되었다. 또한, 5와 6의 큰 수를 묻는 질문에 5라고 대답을 하였고, 8과 9중 8이 큰 수라고 말하는 모습이 관찰되었다. 연구자는 건반을 사용해 ‘숫자세기 노래’를 불렀으며, 아동은 연구자의 음악적 질문에 정답을 말할 수 있었다.



<그림 IV-11> 아동 B 수학 문제 풀이 사례 3

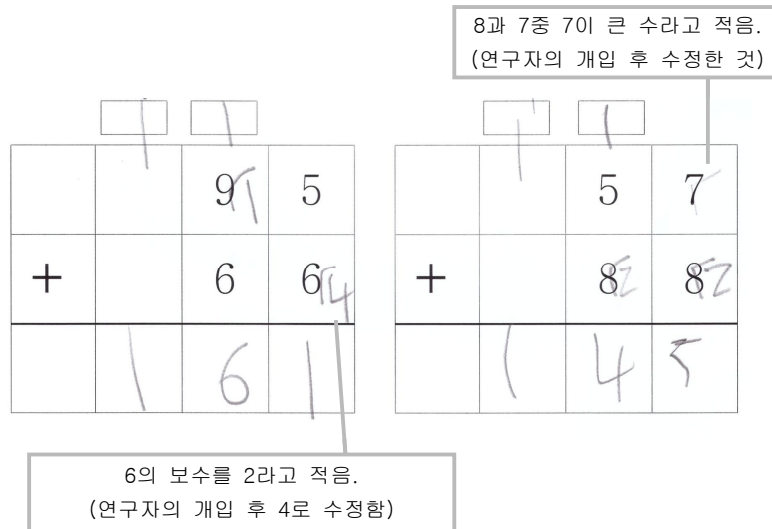
13회기에서는 $45 + 64$ 세로 셈 문제에서 4와 5를 더하는 아동의 모습이 관찰되었다. 이에 연구자는 숫자 45를 아동이 읽을 수 있게 중재하였으며, 아동은 자신의 실수를 알아차리고, 일의 자리 숫자끼리 더하여 문제를 풀었다. 또한, 두 자리 수 덧셈 문제에서 일의 자리서부터 더하지 않는 모습들이 관찰되었다. 14회기에서 아동은 십의 자리 받아 올림이 있는 것과 없는 문제를 혼동하였고, 받아 올림이 있는 문제에서 받아 올림을 하지 않아 문제의 오류가 지속적으로 발생하였다.



<그림 IV-12> 아동 B 수학 문제 풀이 사례 4

15회기에서 20회기까지 아동은 받아 올림이 있는 두 자리 수끼리의 덧셈 문제에서 어려움을 보여, 반복적으로 학습하였다. 연구자는 아동이 문제를 풀 때 배운 전략 노래-‘받아 올림이 있는 노래(두 자리 수+한 자리 수)’의 가사지를 펴고, 지금 어디쯤을 풀고 있는지 시각적으로 확인하며 풀 수 있게끔 도왔다. 또한, 계속 빨리 풀려는 아동을 연구자는 언어로 제지하며 천천히 풀 것을 요구하였고, 아동은 자신이 푼 문제를 스스로 점검하는 등의 모습이 관찰되었다.

21회기에 아동은 받아 올림이 있는 문제와 받아 올림이 없는 문제가 혼합되었을 때, 모든 문제를 받아 올림이 있는 문제로 착각하고 풀어 지속적인 오류가 발생하였다. 연구자는 26회기까지 받아 올림이 있는 두 자리 수끼리의 덧셈과 받아 올림이 없는 두 자리 수끼리의 덧셈 문제를 혼합하여 아동이 집중적으로 반복 학습할 수 있게 하였다. 아동은 한 자리 수끼리의 덧셈 문제에서 자신감을 보이며, 빠르게 문제를 푸는 모습이 관찰되었다. 속도가 빨라지면서 아동은 보수를 실수하거나, 큰 수를 잘못 찾는 등의 알고 있는 문제들을 실수하는 모습들이 관찰되었다.



<그림 IV-13> 아동 B 수학 문제 풀이 사례 5

② 수학과 관련된 언어적, 비언어적 변화

수학과 관련된 아동 B의 언어적, 비언어적 행동의 변화는 다음 <표 IV-3> 와 같다.

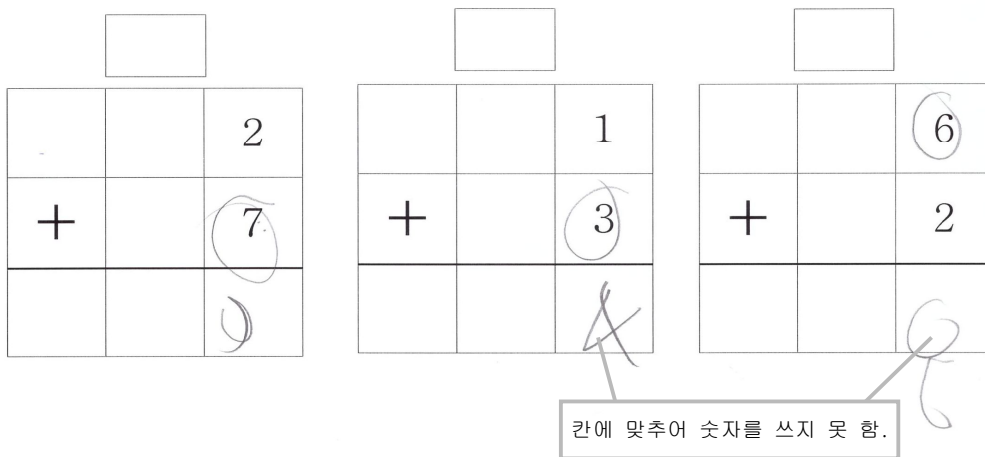
<표 IV-3> B 아동의 수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동의 변화

회기	수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동의 변화
1	음악을 통해 수학을 배울 거란 연구자의 말에 수학에 대한 거부반응을 보이며, 수학을 좋아하지 않는 다는 말을 되풀이하였다.
3	“저 100점이에요? 현사랑 쌤 저 100점 맞죠? 와! 수학 좀 재밌네! 이거 좀 쉬운 것 같아요” “저 수학 잘하죠? 엄마한테 자랑할래요. 또 하면 몇 점이에요?”
6	“근데 저 여행가면 이거 어떡하지? 우리 못 만나요? 방학 때 언제 만날 거예요?” 여름방학 때 가족 여행을 가게 되면 음악 활동을 하지 못 할까봐 걱정하는 아동의 모습이 관찰됨.
7	“쌤 우리 방학 때 더 하면 안 될까요?”, “3번 더 하고 싶어요.”
8	“저 수학 잘하죠? 저 몇 점이에요?” 모든 문제를 아동 스스로 풀고, 100점을 맞았을 때 아동은 연필을 쥐고 드럼을 치는 것처럼 행동을 하며, 노래를 부르는 아동의 모습이 관찰됨.
9	“아, 수학 재밌다! 이거 또 할꺼예요? 언제까지 할꺼예요?” “또 누구 100점이에요? 저 진짜 잘하죠!”
11	문제를 풀 때 문제풀이에 대한 전략 노래의 멜로디를 없애고, 리듬을 넣어 부르는 아동의 모습이 관찰됨. 이 때 아동은 몸을 흔들며, 손바닥으로 책상을 치는 모습이 관찰되었음.
12	“이거 어떻게 하는거지? 아하! 이거군!” 스스로 문제를 풀어가며, 수학에 대한 자신감이 높아진 것을 알 수 있음.
15	“이렇게 하는게 맞나? 이상하네..”, “어? 아하! 쌤, 이거 1을 더하는거 맞죠?” 빨리 풀려고 하는 성향에 계속적인 오류가 발생하여 아동은 당황하였으나, 스스로 문제의 해결 방법을 찾아 푼.
16	“예압! 오늘은 몇 장 풀거예요? 그거 노래 또 부를 꺼지요?” 문제지를 다 풀었을 때 아동은 연구자에게 먼저 하이파이브를 하며 기뻐함.
23	“아, 미치겠다. 이거 모르겠어요. 어떡하지?”, “노래 안 불렀는데 이거? 아하!” 문제가 잘 풀리지 않자, 스스로 전략 노래를 부르며 문제를 푸는 아동의 모습이 관찰됨.

(3) 아동 C의 사례

① 수학적 변화

1회기에 아동은 8과 7중 큰 수를 7이라고 이야기 하는 등 두 수의 크기 비교 문제에서 오답이 많았으며, 연구자가 제시한 수 크기 비교 문제에서 10개 중 4개를 맞추는 등 낮은 정답률을 보였다. 아동은 연구자와 함께 ‘숫자 세기’ 노래를 부르며 10까지의 숫자 순서를 공부하였고, 또한 받아 올림이 없는 한 자리 수 덧셈 문제에서 계속된 오답을 보였다(정답률 25%). 관찰 결과, 작은 수에서 큰 수를 더 했을 때의 오류가 계속적으로 발생하였고, 연구자는 큰 수에서 작은 수를 더할 것을 아동에게 설명한 후, 함께 ‘큰 수에서 작은 수를 더해요’ 노래를 부르며, 문제를 풀기 위한 전략을 상기하였다. 또한 아동은 숫자 칸에 맞추어 숫자 쓰는 것을 어려워하였으며, 숫자의 크기가 동일하지 않았고, 숫자 9를 바르게 쓰지 못하는 것을 알 수 있었다.



<그림 IV-14> 아동 C 수학 문제 풀이 사례 1

2회기에서 4회기에 아동은 수학 문제를 보고, 먼저 큰 수에 동그라미를 한 후 큰 수에서 작은 수를 더하여 문제를 풀었다. 아동은 칸에 맞춰 숫자를 작게 쓰는 것을 어려워하였다. 5회기에는 ‘어떤 수가 큰지 말 해봐요’ 노래를 통해 연구자가 음악적 질문을 하였을 때, 아동은 100%의 정답률을 보였다. 하지만 문제지를 풀 때는 60%의 정답률을 보였으며, 몸을 흔들거나 움직이는 등 집중하지 못하는 모습이 관찰되었다. 아동은 문제를 풀다 스스로 연구자가 음악적 질문을 했던 노래를 기억하여, 혼자서 묻고 답하는 형식으로 노래를 부르며 문제를 풀었다. 또한, 큰 수에 동그라미를 할 때 다른 숫자에 동그라미가 미치는 등 보이지 않는 칸에 맞춰 표시하는 것에 대한 어려움이 관찰되었다.



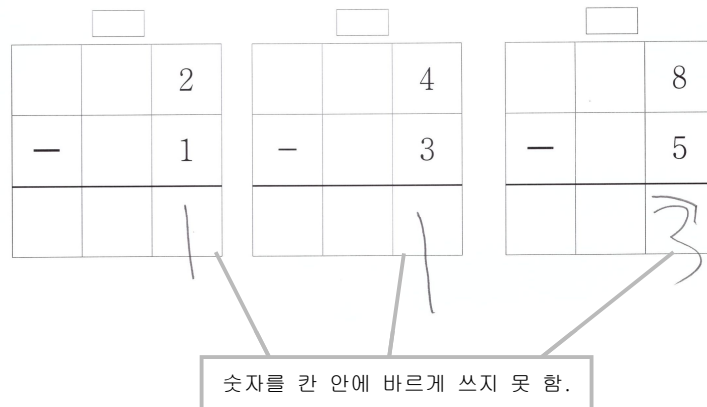
<그림 IV-15> 아동 C 수학 문제 풀이 사례 2

6회기에는 한 자리 수 덧셈 문제에서 100%의 정답률을 보였으며, 연구자와 함께 ‘보수 노래’를 부르고, 보수의 개념을 이해하였다. 또한, 10에서부터 20까지의 숫자 중, 큰 수와 작은 수를 비교하는 문제에서 3번의 테스트 중

100% 정답률을 보였고, 십의 자리가 다른 숫자는(예: 15와 21) 큰 수와 작은 수를 금방 알아맞혔다. 하지만 같은 십의 자리 숫자에서의 큰 수와 작은 수를 비교하는 문제에서는(예: 16과 18) 6-9의 일의 자리 숫자 문제를 혼동하는 것을 관찰할 수 있었다. 7회기에 아동은 20자리와 30자리에서의 큰 수, 작은 수 문제에서 100%의 정답률을 보였으나, 원하는 숫자에 동그라미 도형을 보이지 않는 선에 맞추어 그리지 못하였고, 연구자가 작게 그릴 것을 요구하였으나 아동은 어렵다고 대답하였다.

8회기에서 9회기에는 받아 올림이 없는 한 자리 수 덧셈 문제를 반복적으로 학습하였으며, 아동은 9회기 때 70%의 정답률을 보였다. 아동은 한 자리 수 덧셈 문제를 풀 때, 6과 7, 7과 8의 숫자에서 어떤 수가 큰지 혼동하는 모습이 관찰되었다. 아동은 이때 연구자와 함께 ‘숫자 세기’를 반복하여 불렀고, 문제를 풀 때 큰 수 찾기 문제에서 아동은 스스로 ‘숫자 세기’ 노래를 부르며 답을 찾는 모습이 관찰되었다. 또한, 숫자를 쓸 때, 칸에 맞추어 쓰지 못하는 모습이 지속적으로 관찰되었으며, 숫자를 작게 쓸 것을 연구자가 요구하였지만, 숫자의 크기는 작아지지 않음을 관찰할 수 있었다.

11회기에 연구자는 받아 올림이 없는 한 자리 수 덧셈 문제에서 아동이 80%의 정답률을 보이자, 다음 단계로 넘어가기로 계획하였다. 받아 올림이 있는 덧셈 문제를 풀기 위해서는 한 자리 수 뺄셈과 보수의 개념이 먼저였기 때문에, 한 자리 수 뺄셈 문제를 계획하였다. 연구자가 아동에게 한 자리 수 뺄셈 문제를 제시하였을 때, 아동은 한 문제도 풀지 못하였다. 이때 연구자는 손가락을 이용해 뺄셈의 개념과 하는 방법을 알려주었고, 아동은 문제지에 나와 있는 숫자를 자신의 손가락을 사용해 문제를 풀었다. 아동은 시간이 지나면서 뺄셈에 대한 자신감을 보였으며, 연구자가 제시한 한 자리 수 뺄셈 문제를 모두 맞춰 100%의 정답률을 보였다. 하지만 숫자를 칸에 맞추어 쓰지 못하였고, 동일한 크기로 숫자를 쓰지 못하는 것을 관찰할 수 있었다.



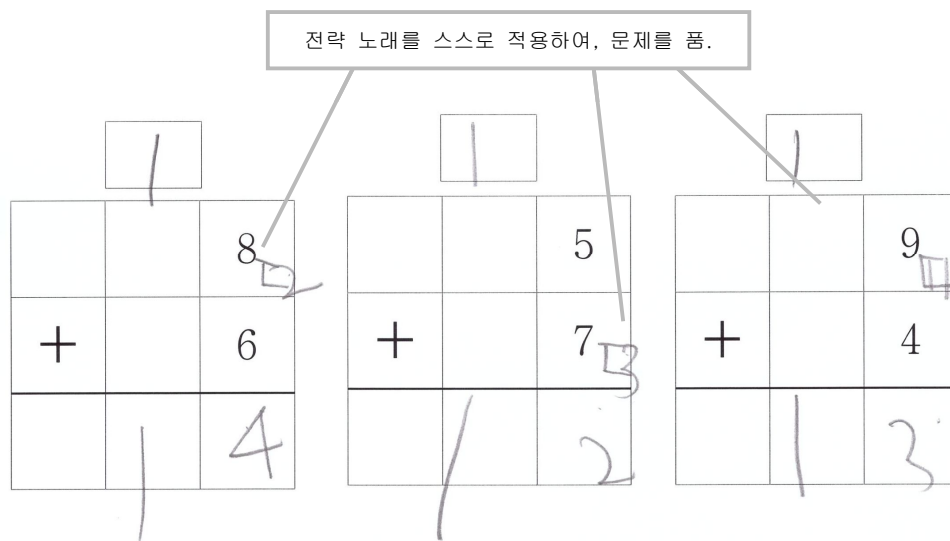
<그림 IV-16> 아동 C 수학 문제 풀이 사례 3

12회기부터 15회기까지 아동은 받아 내림이 없는 한 자리 수 덧셈을 학습하였으며, ‘보수 노래’를 함께 암기하였다. 아동은 연구자가 피아노를 연주하며 ‘보수 말하기’ 노래를 부를 때, 연구자의 음악적 질문에 정확하게 정답을 대답하였다. 15회기에는 문제를 풀 때 숫자를 칸 안에 맞춰 쓰는 모습이 관찰되었다. 아동은 그동안 칸에 숫자를 벗어나게 썼었는데, 숫자가 많이 작아졌으며, 또한 숫자의 크기도 많이 동일해 진 것을 알 수 있었다. 아동은 한 자리 수 뺄셈 문제에서 자신감을 보였고 90%의 정답률을 보였다.

16회기에 아동은 받아 올림이 있는 덧셈 문제를 풀 때 ‘받아 올림이 있는 노래(한 자리 수+한 자리 수)’ 노래를 함께 부르며 수학적 절차를 이해하였고, 연구자와 함께 노래를 부르며 문제를 풀었다. 아동은 큰 수 옆에 네모 그리는 것을 어려워하였고, 네모 칸 안에 숫자를 작게 쓰지 못하는 것을 관찰할 수 있었다. 이로 인해 아동은 네모 칸 안에 숫자를 쓰는 연습을 연구자와 함께 하였고, 숫자를 쓸 때 손에 힘이 많이 들어가는 것을 알 수 있었다.

17회기에서 18회기까지 연구자는 일의 자리 숫자끼리의 합이 10이 넘어가면, 받아 올림이 있는 전략 노래를 사용하여 문제를 풀어야 한다는 것을 인지시켜주었다. 아동은 받아 올림이 있는 덧셈 문제를 풀 때 절차적 순서를

모두 이해하였고, 노래를 통해 암기하는 모습이 관찰되었다.

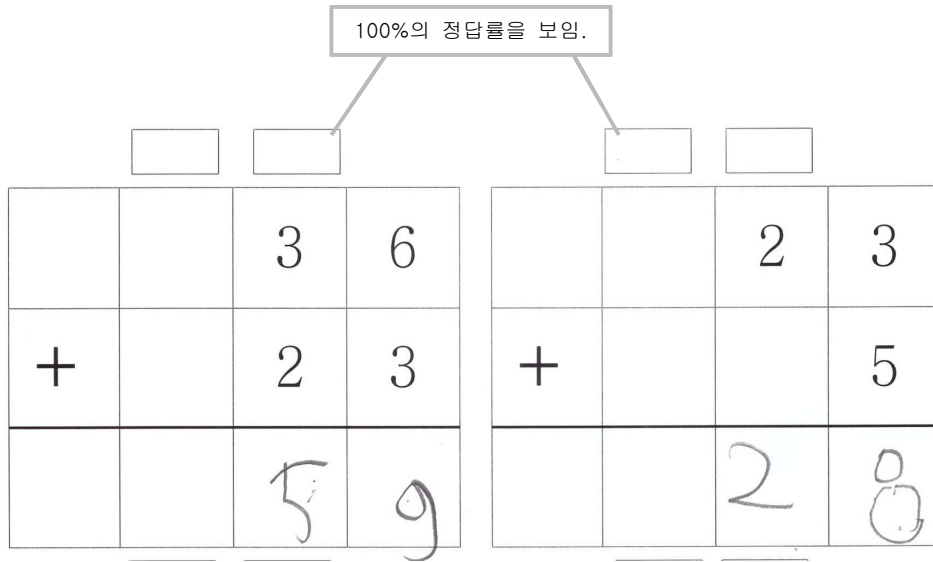


<그림 IV-17> 아동 C 수학 문제 풀이 사례 4

20회기에 아동은 받아 올림이 있는 한 자리 수 덧셈 문제에 자신감을 보이며, 스스로 문제 풀기를 원하였고, 치료사가 노래를 부르지 않거나 피아노 연주를 하지 않아도, 노래의 순서에 따라 수학적 절차를 지켜 문제를 풀었다. 아동은 50부터 100까지의 수 개념을 완벽하게 이해하였고, 음악을 소거하였을 때에도 혼자서 1부터 100까지의 숫자를 셀 수 있었다. 아동은 연구자가 계속 피아노를 쳐주길 원하였고, 음악과 함께 숫자를 세는 것을 더 좋아하였다.

23회기에는 받아 올림이 없는 두 자리 수 덧셈 문제에서 100%의 정답률을 보였고, 아동은 너무 신나하며 문제를 계속 풀고 싶다고 이야기하였다. 또한, 아동은 문제를 푸는 속도가 이전보다 빨라졌으며, 큰 수에 동그라미를 하지 않고 바로 셈을 할 수 있었다. 26회기에 아동은 받아 올림이 있는 문제와 없는 문제가 혼합되었을 때 어려움을 보였고, 받아 올림만 있는 문제

에서는 전략 노래를 부르며 문제를 푸는 모습이 관찰되었다. 아동은 또한 받아 올림이 없는 두 자리 수 문제에서는 100%의 정답률을 보였다.



<그림 IV-18> 아동 C 수학 문제 풀이 사례 5

② 수학과 관련된 언어적, 비언어적 변화

수학과 관련된 아동 B의 언어적, 비언어적 행동의 변화는 다음 <표 IV-4> 와 같다.

<표 IV-4> C 아동의 수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동의 변화

회 기	수학과 관련된 언어적, 비언어적 행동의 변화
1	<p>“나 수학 못하는데..꼭 해야하는 거예요?” 아동은 수학 문제를 푼다는 연구자의 말에 거부감을 보임.</p>
3	<p>“와우! 그럼 나 100점이에요? 선생님, 저 여기에 100점이라고 써주면 안될까요?” “수학 쉽네요? 오예! 더하기 자신있어!”</p>
6	<p>“선생님, 저 수학 못 하는 줄 알았죠?”, “지금은 어때요?” 수학에 대한 자신감이 높아졌으며, 먼저 수학 문제를 풀고 싶다고 말하는 아동의 모습이 관찰됨.</p>
7	<p>0“예! 베이베! 이거 짱 재밌는데?” 아동은 수학 문제를 스스로 다 풀었을 때, 매우 기뻐하였고, 미소를 보이며 웃는 등의 비언어적 행동의 모습이 관찰됨.</p>
11	<p>“아, 이거 너무 쉽죠. 이거 풀었던 거잖아요” “빨셈 쉬운데요? 선생님, 저 그냥 빨셈 계속 풀면 안될까요?”</p>
12	<p>“작게 쓰고 싶은데..이거 어렵네..” “선생님, 이거 좀 작게 쓴 것 같은데요?”</p>
16	<p>수학 문제를 풀 때 집중하시는 시간이 더 길어졌음. 큰 수를 찾아 받아 올림이 있는 문제를 풀 때 아동은 입술을 비벼, 비트박스를 하며 문제를 푸는 모습이 관찰됨.</p>
19	<p>“선생님, 이거 문제가 이상한 것 같은데요?..뭐지?” “어? 알 것 같은데요? 잠시만요! 혼자 풀어볼래요” 아동 스스로 문제를 해결하였을 때 연구자에게 먼저 하이파이브를 하며 기뻐하는 모습이 관찰됨.</p>
20	<p>“에이, 이 정도는 혼자 풀죠” “락앤롤 베이베! 기분 진짜 좋은데요? 이거 생각보다 쉽네요?”</p>
24	<p>“한장만 더 풀래요. 재밌어요.” “선생님, 저 빨셈도 풀면 안될까요?”</p>

V. 결론

1. 결론 및 논의

본 논문은 윌리엄스 증후군 아동에게 수학 문제 풀이에 대한 전략 노래 부르기 음악 활동을 중심으로 수학 학습을 하였을 때, 학습의 효과성과 수학과 관련된 언어적 행동, 비언어적 행동 변화에 대해 알아보고자 하였다. 이를 위하여 일산에 위치한 E 대안학교에서 신체나이 13에서 14세까지의 아동 3명을 대상으로, 학기 중에는 주 3회 30분 개인 세션, 방학 중에는 주 2회에서 3회, 30분 개인 세션으로 진행하였다.

연구자는 연구를 실시하기 전 연구 대상자들의 수학 개별화 음악 활동을 구성하기 위하여 연구자가 작성한 수학 기초 평가를 실시하였고, 연구는 사전 검사, 음악 중재, 사후 검사의 순서로 사전 사후 검사, 4회기를 포함하여 총 30회기가 진행되었다. 대상에 대한 수학 능력 검사는 기초학습기능 수행평가체제: 수학 검사(Basic Academic Skills Assessment: BASA)로 측정하였으며, 연구 대상자 모집이 매우 제한적이고, 특히 개개인의 수학 능력이 매우 상이하다는 점을 고려하여 사례연구로 진행하였다.

본 연구의 결과를 통해 얻은 결론은 다음과 같다. 첫째, 수학 문제 풀이에 대한 전략 노래 부르기 중심의 음악 활동 중재는 윌리엄스 증후군 아동의 수학 개념 학습에 긍정적인 영향을 미친다. 대상 아동들의 음악 활동중재 전과 후를 기초학습기능 수행평가체제: 수학검사를 사용하여 검사하였을 때, 사전검사 시 아동 A의 백분위 점수는 29.33점, 아동 B는 78.6점, 아동 C는 1.3점을 기록하였고, 사후 검사 점수에서는 아동 A는 36.33점, 아동 B는 83점, 아동 C는 25.3점의 점수를 보였다. 즉, 세 아동 모두 백분위 점수가 향

상된 것을 알 수 있었다. 수학 학년 점수에서는 아동 A는 1.5학년에서 1.8학년으로 향상되었으며, 아동 B는 2.6학년에서 2.6학년으로 학년 점수의 차이가 보이지 않았다. 마지막으로 아동 C는 1학년 이하의 학년 점수를 보였었는데, 중재 후 1.3학년으로 향상된 기록을 보였다. 결과적으로 점수 수치상의 변화는 모든 대상자에게서 보고되었지만, 아동 B의 경우, 원 점수와 T점수, 백분위 점수의 변화만 관찰되었을 뿐, 학년 점수의 차이는 보이지 않았다. 이는 아동 B의 경우 새로 습득한 받아 올림에 대한 전략이 검사 도구에서 스스로는 사용할 수 없는 일반화의 문제로 기인한 것이었다.

둘째, 수학 문제 풀이에 대한 전략 노래 부르기 중심의 음악 활동 중재는 윌리엄스 증후군 아동이 수학 개념 학습을 하였을 때, 수학과 관련된 언어적 행동에 긍정적인 영향을 미친다. 연구 대상 아동들은 모두 음악 활동이 시작될 때, 수학 문제를 풀 것이라는 연구자의 말에 심한 거부감을 보이며, 문제 풀기를 거부하였다. 하지만 대상 아동들에게 음악 활동을 중재한 결과 “수학 진짜 재밌어요!”, “방학 때도 더 했으면 좋겠어요.”, “수학 자신 있어!” 등의 긍정적인 언어적 행동을 관찰할 수 있었으며, 수학에 대한 자신감이 월등히 높아진 것을 각 아동의 긍정적 언어적 행동을 통해 알 수 있었다.

셋째, 수학 문제 풀이에 대한 전략 노래 부르기 중심의 음악 활동 중재는 윌리엄스 증후군 아동이 수학 개념 학습을 하였을 때, 수학과 관련된 비언어적 행동에 긍정적인 영향을 미친다. 아동 A의 경우 음악 활동을 시작하기 전 수학 문제를 풀 거라는 연구자의 말에 어깨가 내려가고, 표정의 변화가 생기는 등 수학에 대한 부정적인 비언어적 모습들이 관찰되었다. 아동 B와 C도 아동 A와 동일하게 연구자가 수학 문제를 함께 풀 거란 말을 할 때, 표정이 어두워지거나 입술이 실룩거리는 등의 수학에 대한 부정적인 비언어적 모습들이 관찰되었다. 그러나 음악 활동을 진행하는 도중 연구 대상자들은 수학 문제를 스스로 맞히거나, 성공적인 경험을 하였을 때 연구자에게

먼저 하이파이브를 하거나 손뼉을 치며 좋아하는 등의 긍정적인 비언어적 행동 모습이 많이 관찰되었고, 수학에 대한 자신감이 많이 향상되었음을 행동적으로 드러냈다. 또한, 아동들은 수학 문제를 풀 때 스스로 노래를 부르며, 몸을 흔드는 등 문제를 풀 때 몰입하는 모습들이 종종 관찰되기도 하였다. 이를 통해 수학에 대한 호감도 또한 매우 높아진 것을 알 수 있다. 칭찬을 받고 싶은 욕구가 강하고, 인정을 받고 싶은 욕구가 강한 윌리엄스 증후군 아동의 특성들을 살펴볼 때, 음악적 중재뿐 아니라 구체적이고 결과 중심이 아닌 노력 중심의 언어적 중재는 아동의 수학에 대한 생각을 긍정적으로 변화 시킨 것으로 분석되었다.

2. 제언

본 연구는 윌리엄스 증후군 아동에게 전략 노래 부르기 중심의 음악 활동이 수학 학습의 효과성과 수학과 관련된 언어적 행동, 비언어적 행동에 긍정적인 영향을 미치는 중재임을 확인하였다. 본 연구를 바탕으로 윌리엄스 증후군 아동과 관련된 후속 연구에 대한 제언과 임상에서의 제언은 다음과 같다.

첫째, 시지각 훈련의 필요이다. 본 연구를 통해 연구 대상자 모두가 점과 점을 이을 때, 칸 안에 네모를 그릴 때, 숫자를 쓸 때 등의 과정에서 바르게 쓰지 못하는 것을 알 수 있었다. 아동 B의 경우 숫자 5를 쓸 때 어디서부터 시작해야 하는지 모르는 것을 관찰할 수 있었고, 아동 A, 아동 C 모두가 숫자를 쓸 때 숫자의 크기가 동일하게 유지되지 못하였다. 숫자 쓰기는 아동이 수학 개념 형성을 시작할 때 중요한 기초 학습으로써, 신체나이 14살인 연구 대상자 아동의 사회적, 수학적 나이를 고려하였을 때 매우 부족한 부분임을 알 수 있다. 또한, 각 아동들 모두 숫자 쓰기 뿐 아니라 네모 칸 안

에 숫자를 작게 쓰지 못하는 등의 모습을 보아, 시지각 훈련이 매우 필요한 것으로 보여졌다. 시지각 발달을 촉진하거나 교정할 수 있는 다양한 시지각 훈련 책이나 Visual Attention 등과 같은 어플리케이션 도구를 음악과 접목할 수 있는 방법을 개발한다면, 집중력이 짧고 산만한 윌리엄스 증후군 아동의 약점들을 보완하여 더욱 효과적인 결과를 가져올 수 있을 것이라 생각한다.

둘째, 소근육 운동 발달을 위한 훈련의 필요이다. 손가락의 기민성 및 조절능력의 저하로 인하여 세 아동은 모두 숫자 쓰기가 어려웠다. 아동들은 연구자가 제시한 일정한 칸에 맞추어 숫자를 쓰는 것을 어려워하였으며, 연구자가 제시한 숫자판에 숫자를 따라 그릴 때도 손의 악력을 조절하지 못하여 연필을 쥐고 지나치게 힘을 주어 쓰는 것을 관찰할 수 있었다. 음악으로만 학습하려 하고, 음악이 소거되었을 때 학습에 집중할 수 없는 윌리엄스 증후군 아동의 특성을 고려하였을 때, 손가락의 기민성 및 조절능력을 도울 수 있는 다양한 악기 활동은 음악에 대한 선호가 강한 윌리엄스 증후군 아동에게 의미 있는 동기로 제공되며, 소근육 운동 능력을 향상 시킬 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강순자, 김용구, 정인철, 임근광 (2006). 수학영재의 수학교과에 대한 창의적 특성에 관한 연구. **한국학교수학회논문집**, 9(1), 41-55.
- 고선옥, 김경신, 심윤무, 최달희 (2014). **아동 수학 교육**. 서울: 공동체
- 곽은미 (2010). 지적장애영유아의 수학개념 발달을 위한 음악치료 활동에 대한 이론적 고찰. **한국음악치료교육학술지**, 7(1), 1-15.
- 김기원, 안선필 (2005). 한국음악과 서양음악 속의 수학. **수학교육논문집**, 19(1), 309-310.
- 김동일 (2006). **기초학습기능 수행평가체제: 수학**. 서울: 학지사.
- 김동춘, 김영숙, 신현옥, 이수경, 류철선 (2004). **유아를 위한 수학 교육**. 파주: 교문사.
- 김미영, 성연정, 홍혜경 (2009). 음악과 수학 통합활동이 유아의 공간 능력 및 음악 적성에 미치는 영향. **한국열린유아교육연구학회학술지**, 14(4).
- 김선화, 여태경 (2003). **교실 밖 수학여행**. 서울: 사계절.
- 김연옥 (2004). 수 관련 이야기책에 기초한 문제 해결 활동 경험이 유아의 수 개념 발달에 미치는 영향. 석사학위논문. 한국교원대학교 교육대학원.
- 김영연 (2002). **유아 음악교육론**. 서울: 학지사.
- 김은정, 이정옥 (2005). 유아 수학과 음악의 통합교육을 위한 이론적 고찰. **유아교육연구**, 25(6), 201-220.
- 김정효, 권오남 (2000). 창의적 문제해결력 중심의 수학 교육과정 개발 및 적용: 초등학교수준을 중심으로. **한국수학교육학회지**, 4(2), 83-103.

- 마송희 (2015). 유아음악과 언어의 통합교육에 대한 이론 및 교수방법에 관한 문헌연구. **한국유아교육학회지**, 35(5), 335-359.
- 문연심, 이화영 (2006). **영유아 수·과학 교육**. 파주: 양서원.
- 박은정 (2010). **음악정보처리와 음악적 기억에 관한 연구**. 석사학위논문. 전남대학교 교육대학원.
- 박홍자 (2002). **영유아 수·과학교육**. 서울: 동문사.
- 방승희 (1999). **4·5 정 의 수학나라**. 서울: 동녘.
- 서혜진 (2012). **음악과 수학·과학의 통합 주제 교수·학습 방안 : 초등학교 5, 6학년을 대상으로**. 석사학위논문. 한국교원대학교 대학원.
- 송옥경 (2003). **윌리엄스 증후군 아동의 언어 및 운동발달에 미치는 음악 치료의 효과**. 석사학위논문. 이화여자대학교 교육대학원.
- 신현용, 신혜선, 나준영, 신기철 (2014). **수학 in 음악**. 서울: 교우사.
- 육인선, 심유미, 남상이 (2002). **수학은 아름다워1**. 서울: 동녘.
- 이난형 (2009). **음악과 수학 통합활동이 유아의 음악능력과 수학개념 및 수학접근태도에 미치는 영향**. 석사학위논문. 계명대학교 교육대학원.
- 이상미 (2011). **음악과 수학 통합 활동이 유아의 수학적 문제해결력과 수학적 태도 및 음악적 흥미에 미치는 영향**. **한국영유아교원교육학회**, 15(4), 117-137.
- 이수민 (2010). **수학개념에 기초한 유아 음악프로그램의 구성 및 적용**. 석사학위논문. 성신여자대학교 교육대학원.
- 이순형, 권미경, 김혜라, 김정민, 우현경 (2011). **유아 수학교육**. 서울: 학지사.
- 이영자, 이정옥 (1997). 유치원 교실에서 관찰된 3,4,5세 유아를 위한 언어 및 수학 활동의 분석. **한국 교육 학회**, 35(4), 198-227.
- 이지현 (2015). **유아의 수 개념에 영향을 주는 변인분석**. 석사학위논문. 중

- 양대학교 교육대학원.
- 이진희 (2012). 기억책략으로서 음악이 학령 전 아동의 회상 인출량에 미치는 영향. 석사학위논문. 숙명여자대학교 음악치료대학원.
- 정경아 (2014). 기억전략을 활용한 연산 프로그램이 수학학습장애 학생의 뮌헨 수행능력에 미치는 효과. 석사학위논문. 단국대학교 특수교육대학원.
- 정용석, 김정오, 박창호 (2013). 조음억제 행동의 조작이 작업기억 체계의 수행에 미치는 영향. *한국심리학회지*, 25(4), 483-516
- 정은주 (2011). 놀이에 나타난 유아의 수학적 경험. 석사학위논문. 서울여자대학교 교육대학원.
- 정현주 (2004). 학습 부진아의 청각정보처리와 단기기억력 향상을 위한 음악의 치료적·교육적 접근. *한국음악치료교육학술지*, 1(1), 1-10.
- 정현주 (2005). 음악치료학의 이해와 적용. 이화여자대학교출판부.
- 주지은 (1999). 학습자의 동기적 특성과 학업 성취간의 관계: 학습된 무기력과 실패내성을 중심으로. 석사학위논문. 이화여자대학교 교육대학원.
- 최애나 (2010). 뇌과학과 음악치료. *한국예술심리치료학술지*, 2010(3), 371-374.
- 최경숙 (2007). 아동의 기억 발달. 경기: 교문사
- 최병철, 박소연, 황은영 공역 (2007). 아동 음악 치료. 마포: 학지사.
- 최효정 (2007). 유아교사변인과 가정환경변인이 유아 수 개념에 미치는 영향. 석사학위논문. 경북대학교 일반대학원.
- 한민정 (2013). 음악개념과 수학개념의 연계가 유아의 수학개념에 미치는 영향. 석사학위논문. 건국대학교 교육대학원.
- 홍혜경 (2009). 유아 수학능력 발달과 교육. 경기: 양서원.

- Ansari, D., & Karmiloff-Smith, A. (2002). Atypical trajectories of number development: A neuro constructivist perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(12), 511-516.
- Ansari, D., Donlan, C., Thomas, M. S., Ewing, S. A., Peen, T., & Karmiloff-Smith, A. (2003). What makes counting count? Verbal and visuo-spatial contributions to typical and atypical number development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 85(1), 50-62.
- Anvari, S. H., Trainor, L. J., Woodside, J., & Levy, B. A. (2002). Relations among musical skills, phonological processing, and early reading ability in preschool children. *Journal of Experimental child Psychology*, 83(2), 111-130
- Arnold, R., Yule, W., & Martin, N. (1985). The psychological characteristics of infantile hypercalcaemia: A preliminary investigation. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 27(1), 49-59.
- Arkinson, J., King, J., Braddick, O., Nokes, I., Anker, S., & Braddick, F. (1997). A specific deficit of dorsal stream function in williams syndrome. *Neuroreport*, 8(8), 1919-1922.
- Atkinson, J., Anker, S., Braddick, O., Nokes, L., Mason, A., & Braddick, F. (2001). Visual and visuospatial development in young children with Williams syndrome. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43(05), 330-337.
- Baddeley, A. D. (2003). Working Memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829-839.

- Bellugi, U., Hickok, G., Jones, W., & Jernigan, T. (1996). The neurological basis of Williams syndrome: Linking brain and behavior. Linking brain and behavior. *In seventh international professional Williams syndrome conference, Valley Forge, PA.*
- Bellugi, U., Marks, S., Birchler, A., & Sabo, H. (1993). Dissociation between language and cognitive functions in Williams syndrome. In D. Bishop & K. Mogford (Eds.), *Language development in exceptional circumstances* (pp. 171-189). London: Churchill Livingstone.
- Berz, W. (1995). Working Memory in Music: A Theoretical model. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal, 12*(3), 353-364
- Beuren, A. J. (1972). Supravalvular aortic stenosis: A complex syndrome with and without mental retardation. *Birth Defects, 8*(5), 45-56.
- Bilhartz, T. D., Bruhn, R. A., & Olson, J. E. (1999). The effect of early music training on child cognitive development. *Journal of Applied Developmental Psychology, 20*(4), 615-635.
- Calvert, S. L., & Billingsley, R. L. (1998). Young children's recitation and comprehension of information presented by songs. *Journal of Applied Developmental Psychology, 19*(1), 97-108.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences, 24*(1), 87-114.
- Davies, M., Udwin, O., & Howlin, P. (1998). Adults with Williams syndrome: Preliminary study of social, emotional, and behavioural difficulties. *The British Journal of Psychiatry, 172*(3), 273-276.

- Dilts, C. V., Morris, C. A., & Leonard, C. O. (1990). Hypothesis for development of a behavioral phenotype in Williams Syndrome. *American Journal of Medical Genetics*, 37(S6), 126-131.
- Feigenson, L., Dehaene, S., & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307-314.
- Geary, D. C. (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, D. C.: American Psychological Association.
- Ginsburg, H. P. (2006). *Mathematics play and playful mathematics: A guide for early education. Play=learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth* (pp. 145-165). NY: Oxford University Press.
- Gosch, A., & Pankau, R. (1994b). Social-emotional and behavioral adjustment in children with Williams-Beuren syndrome. *American Journal of Medical Genetics*, 53(4), 335-339.
- Gosch, A., & Pankau, R. (1996b). Longitudinal study of the cognitive development in children with Williams-Beuren syndrome. *American Journal of Medical Genetics*, 61(1), 26-29.
- Hagerman, R. J. (1999). *Neurodevelopmental disorders: Diagnosis and treatment*. New York: Oxford University Press.
- Howlin, P., Davies, M., & Udwin, O. (1998). Cognitive functioning in adults with Williams syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 39(02), 183-189.
- Jones, W., Bellugi, U., Lai, Z., Chiles, M., Reilly, J., Lincoln, A., & Adolphs, R. (2000). II. Hyper sociability in Williams syndrome. In U. Bellugi

- & M. St. George (Eds.), Linking cognitive neuroscience and molecular genetics: New perspectives from Williams syndrome. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(Supplement 1), 30-46.
- Jordan, H., Reiss, J. E., Hoffman, J. E., & Landau, B. (2002). Intact perception of biological motion in the face of profound spatial deficits: Williams syndrome. *Psychol Science* 13(2), 162-167.
- Karmiloff-Smith, A. (1998). Development itself is the key to understanding developmental disorders. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(10), 389-398.
- Kwak, E. E. (2008). *An exploratory study of the use of music therapy in teaching mathematical skills to individuals with Williams syndrome* (Unpublished doctoral dissertation). Michigan State University, East Lansing.
- Lenhoff, H. M., Perales, O., & Hickok, G. (2001). Absolute pitch in Williams syndrome. *Music perception: An Interdisciplinary Journal*, 18(4), 491-503.
- Lenhoff, H. M., Wang, P. P., Greenberg, F., & Bellugi, U. (1997). Williams syndrome and the brain. *Scientific American-American Edition*, 277, 68-73.
- Levine, K. (1997). *Guidelines for psychological assessment of young children (age 4-12) with Williams syndrome*. Williams Syndrome Association, Clawson, MI. (Also available at <http://www.williams-syndrome.org/testing.htm>)
- MacDonald, G. W., Roy, D. L. (1988). Williams Syndrome: A neuropsychological profile. *Journal of Clinical and Experimental*

- Neuropsychology*, 10(2), 125-131.
- Martin, N. D. T., Snodgrass, G. J. A. I., & Cohen, R. D. (1984). Idiopathic infantile hypercalcaemia a continuing enigma. *Archives of Disease in Childhood*, 59(7), 605-613.
- Mervis, C. B., & Bertrand, J. (1995). Early lexical development of children with Williams syndrome. *Genetic Counseling, Special Issue*, 6, 134-135.
- Mervis, C. B., Klein-Tasman, B. P. (2000). Williams syndrome: Cognition, personality, and adaptive behavior. *Mental Retardation, and Developmental Disabilities Research Reviews*, 6(2), 148-158.
- Mervis, C. B., Klein-Tasman, B. P., & Mastin, M. E. (2001). Adaptive Behavior of 4-Through 8-Year-Old Children With Williams Syndrome. *American Journal of Mental Retardation*, 106(1), 82-93
- Mervis, C. B., Morris, C. A., Bertrand, J., & Robinson, B. F. (1999). Williams syndrome: Findings from an integrated program of research. In H. Tager-Flusberg(Ed.), *Neurodevelopmental disorders: Contributions to a new framework form the cognitive neurosciences* (pp. 65-110). Cambridge, MA: MIT Press.
- Meyer-Lindenberg, A., Kohn, P., Mervis, C. B., Kippenhan, J. S., Olsen, R. K., Morris, C. A., & Berman, K. F. (2004). Neural basis of genetically determined visuospatial construction deficit in Williams syndrome. *Neuron*, 43(5), 623-631.
- Mobbs, D., Garrett, A. S., Menon, V., Rose, F. E., Bellugi, U., & Reiss, A. L. (2004). Anomalous brain activation during face and gaze processing in Williams syndrome. *Neurology*, 62(11), 2070-2076.

- Morris, C. A. (2006). The dysmorphology, genetics, and natural history of Williams Beuren Syndrome In C. A. Morris, H. M. Lenhoff & P.P. Wang (Eds.), *Williams Beuren Syndrome: Research, Evaluation, and Treatment* (pp. 3-17). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Morris, C. A. (2010). Introduction: Williams syndrome. *In American Journal of Medical Genetics Part C: Seminars in Medical Genetics* 154(2), 203-208.
- O'Hearn, K., & Landau, B. (2007). Mathematical skill in individuals with Williams syndrome: evidence from a standardized mathematics battery. *Brain and Cognition*, 64(3), 238-246.
- O'Hearn, K., & Luna, B. (2009). Mathematical skill in Williams Syndrome: Insight into the importance of underlying representations. *Developmental disabilities research reviews*, 15(1), 11-20.
- Pankau, R., Partsch, C. J., Gosch, A., Oppermann, H. C., & Wessel, A. (1992). Statural growth in Williams-Beuren syndrome. *European Journal of Pediatrics*, 151(10), 751-755.
- Pankau, R., Partsch, C. J., Winter, M., Gosch, A., & Wessel, A. (1996). Incidence and spectrum of renal abnormalities in Williams-Beuren syndrome. *American Journal of Medical Genetics*, 63(1), 301-304.
- Paterson, S., Girelli, L., Butterworth, B., & Karmiloff-Smith, A. (2006). Are numerical impairments syndrome specific? Evidence from Williams syndrome and Down's syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(2), 190-204.
- Reiss, J. E., Hoffiman, J. E., Landau, B. (2005). Motion processing specialization in Williams syndrome. *Vision Research*, 45(27),

3379-3390.

- Samon, S., & Zatorre, R. J. (1991). Recognition memory for text and melody of songs after unilateral temporal lobe lesion: Evidence for dual encoding. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17(4), 793.
- Sawyers, K., Hutson-Brandhagen, J. (2004). Music and Math: How Do We Make the Connection for Preschoolers?. *Exchange*, 158, 46-49
- Schilling, W. A. (2002). Mathematics, music, and movement: Exploring concepts and connections. *Early Childhood Education Journal*, 29(3), 179-184
- Semel, E., & Rosner, S. R. (2003). *Understanding Williams Syndrome: Behavioral Patterns and Interventions*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Semel, E., & Rosner, S. R. (1991a). *The behavioral characteristics of children with Williams syndrome: Analysis of the Utah survey*. Report presented to a meeting of the Laboratory for Language and Cognition, Salk Institute, La Jolla, CA.
- Semel, E., & Rosner, S. R. (1991b). *A study on the significant characteristics and techniques for management of children with Williams syndrome*. Invited Address, Belgium Study Group for the Mentally Handicapped, Brussels, Belgium.
- Silverman, M. J. (2010). The Effect of pitch, Rhythm, and Familiarity on Working Memory and Anxiety as measured by Digit Recall Performance. *Journal of Music Therapy*, 47(1), 70-83.
- Singer Harris, N. G., Bellugi, U., Bates, E., Jones, W., & Rossen, M.

- (1997). Contrasting profiles of language development in children with Williams and Down syndromes. *Developmental Neuropsychology*, *13*(3), 345-370.
- Stromme, P., Bjornstand, P. G., & Ramstad, K. (2002). Prevalence estimation of Williams Syndrome. *Journal of Child Neurology*, *17*(4), 269-271.
- Udwin, O. (1990). A survey of adults with Williams syndrome and idiopathic infantile hypercalcaemia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, *32*(2), 129-141.
- Udwin, O., Yule, W., & Martin, N. (1987). Cognitive abilities and behavioural characteristics of children with idiopathic infantile hypercalcaemia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *28*(2), 297-309.
- Van Herwegen, J., Ansari, D., Xu, F., & Karmiloff-Smith, A. (2008). Small and large number processing in infants and toddlers with Williams syndrome. *Developmental Science* *11*(5), 637-643.
- Wallace, W. T. (1994). Memory for music: Effect of melody on recall of text. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *20*(6), 1471.
- Xu, F., Spelke, E. S., (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition* *74*(1), B1-B11.

ABSTRACT

The Effect of Musical Activity Intervention on Formation of Number Concept of Children with Williams Syndrome

Hyun, Sa Rang

Department of Music Therapy

Graduate School of

Sungshin Woman's University

The purpose of this study was to investigate the effect of singing-focused musical activity intervention on the development of number sense and changes in verbal and nonverbal behaviors of children with Williams syndrome(WS). This study was conducted with three WS children attending E alternative school. The chronological age of these children were between 13 and 14 and have no abnormalities in hearing and vision.

This study was carried out as a case study according to the developmental level and characteristic differences of the three WS children. For mathematical function assessment of each child, BASA(Basic Academic Skills Assessment) and a basic math test which was developed by the researcher were used in the pre and the post-test. Individualized music therapy intervention program for each participant was developed based on the pre-test. The experiments were implemented from June 15 to September 30, 2016 about 15 weeks, average 2 or 3

times a week for 30 minutes for each child. A total of 30 sessions were carried out, including the pre-test and the post-test. Singing-focused musical activity intervention mainly used a song about the strategic of solving mathematical problems and basic mathematical concepts. The songs used in the experiment were mostly composed by the researcher. The result of pre and post-test and changes in mathematical function and verbal and nonverbal behaviors in the sessions were analyzed.

The results of this study are as follows: first, the raw score each child obtained from the pre-test using BASA was 18.7 (child A), 42.6 (child B), and 3.5 (child C). According to the raw score results after the implementation of intervention program, child A improved by 2.9 points scoring 21.6, while child B improved by 2.4 points scoring 45. Child C showed significant improvement of 13.5 points obtaining 17 points from the post-test. Second, similar to the results of raw score, each child showed improvement in T-score and percentile score. In terms of grade level score, child A improved from grade 1.5 to grade 1.8, while child B did not show grade level score difference but remained at grade 2.6. Child C, on the other hand, showed the greatest improvement in grade level score advancing from grade level score below grade 1 to improved score at grade 1.3 after the intervention. In addition, positive results were observed in verbal and nonverbal behaviors. The study results suggest that singing-focused musical activity intervention positively affects the formation of number concept of children with Williams syndrome and is also an effective intervention method for their verbal and nonverbal behavioral changes.

부 록

<부록 1> 연구 참여 동의서

<부록 2> 아동용 동의서

<부록 3> 연구에 사용된 노래

<부록 4> 아동 C 숫자 쓰기

<부록 5> 아동 A 활동안 구성을 위한 평가 자료 중 50 이하 두 자리수 덧셈

<부록 6> 아동 A 활동안 구성을 위한 평가 자료 중 50 이하 두 자리수 덧셈

<부록 7> 아동 C 활동안 구성을 위한 평가 자료 중 순서 정하기

<부록 1> 연구 참여 동의서

연구대상자용 설명문 및 동의서

연구과제명 : 음악 활동 중재가 윌리엄스 증후군 아동의 수학 개념 형성에 미치는 영향에 관한 사례 연구

본 연구는 윌리엄스 증후군 아동에게 음악활동 중재로 수학 학습을 하였을 때 수학 학습의 효과성과 수학과 관련된 언어적, 비 언어적 행동 변화에 대해 알아보고자 진행되는 연구입니다. 귀하는 본 연구에 참여할 것인지 여부를 결정하기 전에, 설명서와 동의서를 신중하게 읽어보셔야 합니다. 이 연구가 왜 수행되며, 무엇을 수행하는지 귀하가 이해하는 것이 중요합니다. 이 연구를 수행하는 과 은미 연구책임자 또는 현 사랑 연구원이 귀하에게 이 연구에 대해 설명해 줄 것입니다. 이 연구는 자발적으로 참여 의사를 밝히신 분에 한하여 수행 될 것입니다. 다음 내용을 신중히 읽어보신 후 참여 의사를 밝혀 주시길 바라며, 필요하다면 가족이나 친구들과 의논해 보십시오. 만일 어떠한 질문이 있다면 담당 연구원이 자세하게 설명해 줄 것입니다.

이 문서에 대한 귀하의 서명은 귀하께서 자신(또는 법정대리인)이 본 연구에 참가를 원한다는 것을 의미합니다.

1. 연구의 배경과 목적

본 연구에서는 음악을 좋아하고 음악에 대한 호기심이 높은 윌리엄스 증후군 아동에게 음악 활동 중재를 통한 수학 학습을 하였을 때 윌리엄스 증후군 아동의 반응과 학습 효과성에 대한 결과를 알아보고자 합니다. 또한 윌리엄스 증후군 아동들이 일상생활 속에서 발생하게 되는 수와 관련된 문제 상황을 논리적으로 사고해서 합리적으로 해결할 수 있도록 일상생활과 관련된 수 개념 수행 능력에 긍정적인 효과를 기대하는 바입니다.

2. 연구 참여 대상

본 연구에는 윌리엄스 증후군으로 확진된 아동으로 신체나이가 13세 ~ 14세이며, 청력과 시력에 보고된 이상이 없는 윌리엄스 증후군 아동 3명을 대상으로 진행됩니다.

3. 연구 방법

본 연구는 세 명의 윌리엄스 증후군 아동들의 발달 정도와 개인의 특성 차이에 따라 사례연구로 진행 될 것입니다. 본 연구를 실시하기 전 각 아동들의 개별화 프로그램을 구성하기 위하여 수학 기초 검사를 실시하고 사전 검사, 음악 중재, 사후 검사의 순서로

연구는 진행됩니다. 사전, 사후 검사를 포함한 총 30회기로 구성된 음악 활동은 윌리엄스 증후군 아동의 수학 개념 학습 능력 향상을 위하여 노래 부르기, 악기 연주의 활동이 주로 이루어 질 것이며, 노래 부르기는 수학 학습에 대한 내용을 가사에 넣어 부르는 형태로 구성 하였습니다. 각 세션은 윌리엄스 증후군 아동들의 부모 동의를 얻어 매 회기 비디오로 녹화 할 것이며 녹화한 내용을 분석하여 그 내용을 바탕으로 학습 능력의 변화를 분석 할 것입니다.

4. 연구 참여 기간

본 연구의 실험 기간은 다음과 같습니다.
사전 관찰부터 세션의 진행 사후 검사까지의 예정 기간은 2016년 6월 15일부터 9월 30일까지이며, 경우에 따라 연장 될 수도 있습니다.

5. 연구 참여 도중 중도탈락

귀하의 아동은 연구에 참여한 후에도 언제든지 도중에 그만 둘 수 있으며, 그로 인한 불이익은 없습니다. 만일 귀하의 아동이 연구에 참여하는 것을 그만두고 싶다면 담당 연구원이나 연구책임자에게 즉시 말씀해 주십시오.

6. 부작용 또는 위험요소

본 연구는 각 세션마다 윌리엄스 증후군 아동의 상태를 고려하여 진행이 됩니다. 음악치료 활동으로 예상되거나 보고되어진 부작용은 현재까지 없으며, 위험 요소는 없는 것으로 사료됩니다. 프로그램의 진행을 위하여 무조건적으로 세션이 강행되지 않을 것을 말씀드리며, 만일 연구 참여 도중 발생할 수 있는 부작용이나 위험 요소에 대한 질문이 있으면 담당 연구원에게 즉시 문의해 주십시오.

7. 연구 참여에 따른 이익

귀하의 아동은 이 연구에 참여함으로써 수 개념 및 수학 관련 학습 능력이 향상되고 수학 학습 관련 또한 학습 태도에 긍정적인 변화가 있을 것으로 기대하고 있습니다. 귀하가 제공하는 정보는 윌리엄스 증후군 아동에 대한 이해를 증진시키고, 향상 시키는데 도움이 될 것입니다. 또한 윌리엄스 증후군아동을 위한 프로그램 개발에 매우 귀한 자료로 사용될 것입니다.

8. 연구에 참여하지 않을 시 불이익

귀하는 본 연구에 참여하지 않을 자유가 있습니다. 또한, 귀하가 본 연구에 참여하지 않아도 귀하에게는 어떠한 불이익도 없습니다.

9. 개인정보와 비밀보장

연구를 위해 수집된 귀하(연구 참여자)의 개인정보는 연구를 위해 5년간 사용되며 수집된 정보는 개인정보보호법에 따라 적절히 관리됩니다. 관련 정보는 잠금장치가 있는 개인금고에 보관되며 연구책임자와 연구원만이 접근 가능합니다. 연구를 통해 얻은 모든 개인 정보의 비밀 보장을 위해 최선을 다할 것이며, 이 연구에서 얻어진 개인 정보가 학회지나 학회에 공개될 때 귀하(연구 참여자)의 이름과 다른 개인 정보는 사용되지 않을 것입니다. 그러나 만일 법이 요구하면 귀하의 개인정보는 제공될 수도 있습니다. 또한 모니터 요원, 점검 요원, 공공기관생명윤리위원회는 연구대상자의 비밀보장을 침해하지 않고 관련규정이 정하는 범위 안에서 본 연구의 실시 절차와 자료의 신뢰성을 검증하기 위해 연구 결과를 직접 열람할 수 있습니다. 귀하가 본 동의서에 서명하는 것은, 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 이를 허용한다는 의사로 간주될 것입니다. 연구 종료 후 연구관련 자료는 10년간 보관되며 이후 폐기될 것입니다.

10. 연구문의

본 연구에 대해 질문이 있거나 연구 중간에 문제가 생길 시 다음 연구 담당자에게 언제든지 연락하십시오.

이름: 현 사랑

전화번호:

만일 어느 때라도 연구대상자로서 귀하의 권리에 대한 질문이 있다면 성신여자대학교 음악치료 학과로 연락하십시오.

성신여자대학교 일반대학원 음악치료 학과

전화번호 :

<부록 3> 연구에 사용된 노래

악보 1.

큰수에서 작은수를 더해요

현사랑

♩ = 120

큰 수 에 서 작 은 수 를 더 해 요

Detailed description: This is a musical score for a song. It features a single staff in 4/4 time with a tempo of 120 beats per minute. The melody consists of quarter notes and eighth notes. The lyrics are written below the staff.

악보 2.

어떤수가큰지말해봐요

현사랑

♩ = 120

어 떤 수 가 큰 지 말 해 봐 요 7이랑 8이랑 정 답 은 0 0
(질문)

Detailed description: This is a musical score for a song. It features a single staff in 4/4 time with a tempo of 120 beats per minute. The melody includes a sharp sign on the first note and a fermata over the eighth measure. The lyrics are written below the staff.

악보 3.

어떤수가큰지말해봐요(2)

현사랑

♩ = 120

1 7 이 랑 1 8 이 랑 어 떤 수 가 클 까 요 (정답말하기) yeah!

Detailed description: This is a musical score for a song. It features a single staff in 4/4 time with a tempo of 120 beats per minute. The melody consists of quarter notes. The lyrics are written below the staff.

악보 4.

짜꿍(보수)노래

곡은미

1 9 1 9 9 2 8 2 8 8 3 7 3 7 7 4 6 4 6 6 5

악보 5.

보수말하기

현사랑

$\text{♩} = 96$

8 의 보 수 는 2! 7 의 보 수 는 3! 6 의 보 수 는 4! 5 의 보 수 는 5!

4 의 보 수 는 6! 3 의 보 수 는 7! 2 의 보 수 는 8! (칭찬해주기!)

악보 6.

일의자리서부터 풀어요

현사랑

$\text{♩} = 120$

일 의 자 리 서 부 터 풀 어 요

악보 7.

받아올림이 있는 노래
(한자리수+한자리수)

현사랑

$\text{♩} = 96$

큰 수 옆 에 네 모 를 그 리 고 큰 수 의 보 수 를 쓰 세 요

5
작 은 수 에 서 보 수 를 빼 면 십 의 자 리 에 일 을 쓰 세 요

악보 8.

받아올림이 있는 노래
(두자리수+한자리수 or 두자리수+두자리수)

현사랑

$\text{♩} = 96$

큰 수 옆 에 네 모 를 그 리 고 큰 수 의 보 수 를 쓰 세 요

5
작 은 수 에 서 보 수 를 빼 면 십 의 자 리 에 일 을 쓰 세 요

9
아 래 숫 자 와 더 하 면 (정답말하기) (칭찬해주기!)

<부록 4> 아동 C 숫자 쓰기

0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9

<부록 5> 아동 A 활동안 구성을 위한 평가 자료 중 50 이하 두 자리수 덧셈

공부할 내용	성명	날짜
12. 50 이하 두 자리 수의 덧셈		

• 다음 셈을 바르게 하세요.

	2	1
+	2	8
<hr/>		
	2	4

	4	6
+		3
<hr/>		
	4	9

	1	1
+	2	7
<hr/>		
	3	8

	4	3
+		7
<hr/>		
	4	10

	2	2
+	1	9
<hr/>		
	3	11

	3	2
+		9
<hr/>		
	3	11

<부록 6> 아동 B 활동안 구성을 위한 평가 자료 중 50 이하 두 자리수 덧셈

공부할 내용	성명	날짜
12. 50 이하 두 자리 수의 덧셈		

• 다음 셈을 바르게 하세요.

	2	1
+		8
<hr/>		
	2	9

	4	6
+		3
<hr/>		
	4	9

	1	1
+	2	7
<hr/>		
	2	9

	4	3
+		7
<hr/>		
	5	0

	2	2
+	1	9
<hr/>		
	3	1




	3	2
+		9
<hr/>		
	4	1




<부록 7> 아동 C 활동안 구성을 위한 평가 자료 중 순서 정하기

공부할 내용	성명	날짜
5. 많고 적음에 따라 순서 정하기		

• 가장 많은 것에 ○표, 가장 적은 것에 △를 하여 붙시다.

 3 (○)	 1 ()	 2 ()
---	---	---

 2 ()	 3 ()	 4 (○)
---	--	--

 21 ()	 18 ()	 10 (○)
--	--	---