

인공지능 기반 자기관리 전략이 발달장애학생의 주의집중 및 작업 생산성에 미치는 영향

이재욱(나사렛새꿈학교 교사)*

< 요약 >

본 연구의 목적은 인공지능 기반 자기관리 전략이 발달장애학생의 주의집중 및 작업 생산성에 미치는 영향을 밝히는 것이었다. 이를 위하여 C도 특수학교 고등학교 과정에 재학하고 있는 발달장애 학생 3명을 연구 참여자로 선정하였고, 단일대상연구방법인 대상자간 중다 간헐 기초선 설계를 사용하여 훈련, 기초선, 중재, 유지 단계 순으로 실험하였다. 연구 결과, 첫째, 인공지능 기반 자기관리 전략은 발달장애학생의 주의집중 지속시간을 증가시켰다. 중재기간 동안 학생 3명 모두 기초선 기간에 비해 2배 이상의 주의집중 지속시간을 보였고, 유지 기간에도 중재 기간 후반의 경향이 계속 유지되었다. 둘째, 인공지능 기반 자기관리 전략은 발달장애학생의 작업생산성을 향상시켰다. 중재 기간 동안 학생 3명 모두 기초선 기간에 비해 볼펜 조립 개수가 평균 10개 이상 증가하였으며, 유지 기간 동안 중재 기간과 유사하거나 더 높은 정품 생산 비율을 보였다. 인공지능이 발달장애학생의 작업 행동을 분석하여 자기관리 전략 수행 시 맞춤형 지원을 제공함으로써 주의집중 지속시간과 작업 생산성이 향상되었음을 볼 수 있었다. 발달장애학생의 직업교육에서 인공지능 기반 자기관리 전략이 유용하게 활용될 가능성을 제시하였다.

<검색어> 인공지능, 자기관리, 발달장애, 주의집중, 작업 생산성

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

장애인의 삶에서 직업을 가지는 것은 중요하다. 직업은 장애인에게 경제적 수단을 넘어 지역사회에서 독립적인 삶을 살아가는데 기본적이고 필수적인 요인이다(김자영, 2020; 박은영, 이옥인, 2008; 이소희, 2008; 하태우, 최진혁, 2021). 그러나 장애인은 현실적으로 직업을 가지는 데 어려움을 겪고 있다(하태우, 최진혁, 2021). 2021년 장애인경제활동실태 조사에 따르면, 우리나라 만 15세 이상 등록장애인 기준으로 경제활동참가율 37.3%, 고용률 34.6%, 실업률 7.1%로 2020년에 비해 경제활동참가율은 0.3%, 실업률은 1.2% 상승, 고용률은 0.3% 하락하였다. 전체 인구와의 고용률 격차는 26.6%로 2020년(25.3%) 보다

* 교신저자 dm6220@naver.com

증가하였으며, 경제활동참가율의 경우 전체 인구와의 격차는 26.4%로 2020년의 26.0% 보다 증가하였고, 실업률은 장애인이 더 높으며, 전체 인구와의 격차는 3.1%이며, 2020년의 1.4% 보다 증가한 것으로 나타났다. 15개 장애유형별로 고용률을 살펴보면, 안면장애(55.2%), 간장애(45.3%), 지체장애(42.8%), 심장장애(40.2%) 등이 상대적으로 높고 지적장애는 28.0%, 자폐성장애는 28.1%로 발달장애인은 다른 장애유형에 비해 상대적으로 고용률이 낮은 것으로 나타났다(한국장애인고용공단 고용개발원, 2021).

이렇듯 발달장애인의 고용률이 낮은 이유는 발달장애인의 특성과 관련이 있다. 발달장애인들은 낮은 주의집중의 문제와 더불어 교사, 가족 등 외적 통제소에 많이 의존하는 경향이 있어 스스로 행동을 습득하고, 유지, 일반화하는데 어려움을 겪고 있다(강유진, 이소현, 2015; 김평화, 2012; 박경석 외, 2015; 박정미 외, 2009; 정성민 외, 2014). 또한 자기관리기술의 부족으로 인해 삶에서 자기 결정을 하거나, 행동을 통제, 조절하는 것에 어려움을 나타낸다(박경석 외, 2015; 박은영, 이옥인, 2008). 이러한 발달장애학생들의 특성은 이들이 취업하고, 직장을 유지하는데 어려움을 겪는 요인으로 손꼽히고 있다(강유진, 이소현, 2015; 박은영, 이옥인, 2008; 이소희, 2008; 하태우, 최진혁, 2021).

이에 따라 발달장애인들의 직업교육에서 자기관리전략 교수의 필요성이 강조되고 있다(강유진, 이소현, 2015; 김영준, 도명애, 2014; 박은영, 이옥인, 2008; 이소희, 2008; Wehmeyer et al., 1998). 자기관리(self-management) 전략은 스스로 행동을 조절할 수 있도록 하는 인지적 전략으로 외적 통제 없이 자신의 행동을 스스로 점검, 평가, 보상 등을 통해 행동을 조절하는 방법이다(강유진, 이소현, 2015; 이소희, 2008; 이수정, 김진호, 2017; Koegel, 1990; Koegel et al., 1999). 자기관리 전략은 학생의 동기부여를 높이고(Hampshire et al., 2011), 학생들이 독립적으로 기술을 습득하고 유지, 일반화하는데 효과적이며(김수미, 박승희, 2012; 김진호 외, 2017, 박경석 외, 2015; 이소희, 2008; 이수정, 김진호, 2017, 2018; 하태우, 최진혁, 2021) 바람직한 행동을 증가시키고 적절하지 못한 행동을 감소시킨다고 보고되었다(김은주, 이경순, 2008; 심선지, 신현기, 2007; 이수정, 김진호, 2017; 이승동, 정훈영, 2012; 정대영, 박은미, 2010). 또한 자기관리 전략은 자기교수(self-instruction), 자기점검(self-monitoring), 자기평가(self-evaluation), 자기강화(self-reinforcement)를 포함하며(신지혜, 이숙향, 2013; 이수정, 김진호, 2017, 2018; 조귀순, 진홍신, 2011; 하태우, 최진혁, 2021) 자기관리 전략의 유형들은 패키지 형태로 두 가지 이상 함께 사용되는 경우도 많았다(민미영, 2002; 박경석 외, 2015; 신지혜, 이숙향, 2013; 이소희, 2008; Grossi & Heward, 1998; Southall & Gast, 2011; Wehmeyer et al., 2003).

발달장애학생을 대상으로 한 자기관리 전략 선행연구를 살펴보면, 자기관리 전략이 발달장애학생의 주의집중 행동과 과제수행 행동을 증가시킨다고 보고되었으며(김은미, 이경호, 2015; 김평화, 2012; 이경호, 2019), 특히 과제에 대한 주의집중 행동의 증가는 과제 성취에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다(김평화, 2012). 유사한 맥락에서 자기관리 전략

으로 발달장애학생들의 주의집중 행동의 증가가 작업 생산성을 높일 것으로 추측할 수 있으나 이와 관련된 연구는 실시되지 않은 것으로 나타났다. 발달장애학생들이 직업을 가지고 유지하는데 중요한 직무생산성과 자기관리 전략 관련 연구를 살펴보면, 제조업(하태우, 최진혁, 2021), 바리스타(차지숙 외, 2016), 제과·제빵(이소희, 2008), 판매(이수정, 김진호, 2017) 직무 관련 연구가 수행되어 직무 생산성을 높이는 것으로 보고되었으나, 이수정과 김진호(2017)의 연구에서 보고하였듯이 여전히 직무 수행과 관련된 연구가 부족하며, 장애인들이 제조업 직무 취업 비율이 높은 현실을 고려하면(한국장애인고용공단 고용개발원, 2021) 발달장애학생의 주의집중과 제조업 직무 생산성과의 관련 연구가 필요하다.

반면, 장애학생들은 인지적 장애로 인해 자기관리 전략 사용에 어려움을 보이고, 생산량을 시각적으로 변별하기 어려워 자기관리 전략이 장애학생들의 생산량 향상에 비효과적임을 보고한 연구들도 있었다(이소희, 2008; 이승아, 1998; Ackerman & Shapiro, 1984; Moore et al., 1989). 이에 따라 장애학생들에게 자기관리 전략 적용 시 스마트기기를 통한 인공지능 활용이 대안이 될 수 있다. 스마트기기는 여러 감각을 활용할 수 있게 하고, 장애인을 포함한 다양한 사람들이 편하게 사용할 수 있도록 설계되어 있어 스마트기기를 활용한 자기관리 전략이 장애학생들에게 효과적일 수 있다(신지혜, 이숙향, 2013; 이세흠, 신진숙, 2012; 이태수, 김태준, 2012). 인공지능은 학생의 특성, 행동 등을 분석하고 학생 정보에 대한 데이터를 도출하며, 이를 바탕으로 학생에 적합한 개별화된 학습 제공(박만구 외, 2020; Goertz, 2014; He et al., 2019; Kharbat et al., 2021; Steffi, 2021; Xia, 2020) 및 학생 맞춤형 피드백 지원 등을 가능하게 한다(Conati et al., 2018; Kharbat et al., 2021; Malik et al., 2019; Woolf et al., 2010). 이러한 과정을 통해 학생들의 학습 활동에 대한 흥미를 증가시키고, 능동적인 참여를 가능하게 하며, 긍정적인 태도를 갖게 한다(김효정, 2021; 박만구 외, 2020). 또한 인공지능은 학생의 시간 관리를 용이하게 하며(Zhu, 2021), 비디오 및 이미지에서 얼굴 감지 및 인식을 통해 학생의 주의집중 정도를 모니터링할 수 있게 한다(Chen et al., 2020; Kharbat et al., 2021; Pandarinath et al., 2017; Ricks & Colton, 2010).

특히 인공지능을 활용한 교육은 학생 스스로 자신의 학습을 계획, 조절, 반성하는 과정에 긍정적인 영향을 주어, 자기 주도적으로 학습이 가능하게 함으로써 자기관리 전략에 효과적이라고 할 수 있다(박만구 외, 2020). 인공지능을 활용한 교육은 발달장애를 포함한 학습적, 인지적 어려움을 겪는 이들에게도 효과적이고(권정민, 이영선, 2020; 이재욱, 2021; Alhaddad et al., 2019; Costescu et al., 2015; Kharbat et al., 2021; Pandarinath et al., 2017; Ricks & Colton, 2010), 자기교수, 자기평가 등과 같은 자기관리 전략들을 학생들이 배우는데 도움을 제공하며(한경근, 2017; Woolf et al., 2013) 더 나아가 이들의 삶의 질 향상에도 기여할 수 있다(Kharbat et al., 2021). 이렇듯 인공지능 활용 교육이 발달장애학생들에게 긍정적인 영향을 줄 수 있음에도 불구하고, 인공지능을 자기관리 전략에 사

용한 연구는 부족하였다. 이에 따라 인공지능 기반 자기관리 전략을 발달장애학생에게 적용한 연구가 필요하다.

본 연구는 위와 같은 필요성에 따라, 주의집중과 작업 생산에 어려움을 보이는 발달장애학생들을 대상으로 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용함으로써 주의집중 및 작업 생산성에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

2. 연구 문제

본 연구는 인공지능 기반 자기관리 전략이 발달장애학생의 주의집중 및 작업 생산성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 설정한 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 인공지능 기반 자기관리 전략이 발달장애학생의 주의집중에 미치는 영향은 어떠한가?

둘째, 인공지능 기반 자기관리 전략이 발달장애학생의 작업 생산성에 미치는 영향은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

본 연구의 참여자는 C도 특수학교 고등학교 과정에 재학하고 있는 발달장애학생 3명이다. 본 연구의 연구 참여자 선정기준은 (1) 16~19세 연령, (2) 볼펜 조립을 할 수 있는 학생 (3) 작업 시간 30분당 주의집중 지속시간이 평균 10분 이하인 학생 (4) 태블릿PC, 스마트폰 등을 조작할 수 있는 학생, (5) 실험을 이해하고 지시를 따를 수 있는 학생, (6) 개수를 셀 수 있으며 간단한 문장을 이해할 수 있는 학생이었다. 선정 기준에 부합하고, 자기관리 중재 절차인 인공지능 기반 자기관리 전략으로 가장 큰 효과가 예상되는 학생들 중에서 연구에 참여하는 것에 학부모의 동의를 받은 학생을 선정하였다. 연구 참여자의 구체적인 특성은 <표 II-1>과 같다.

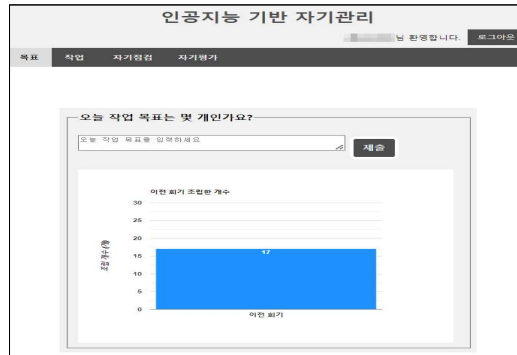
<표 II-1> 연구 참여자 특성

	학생1	학생2	학생3
성별	여	남	여
나이	만18세	만17세	만18세
주의 집중	<ul style="list-style-type: none"> - 주변 환경의 소음, 다른 사람의 말과 행동에 자주 반응하여 혼잣말을 하거나 다른 사람에게 물어봄. - 활동 중 다른 곳을 쳐다보거나 손으로 다른 물건을 만짐 - 작업 시간 30분당 주의집중 지속시간이 평균 6분 40초로 6분에서 7분 사이의 주의집중 지속시간을 보임. 	<ul style="list-style-type: none"> - 주변 환경의 변화에 민감하여 주의 자극에 쉽게 주의집중하지 못함. - 주변 환경 변화가 인지되면 자리를 이탈하려고 함. - 작업 시간 30분당 주의집중 지속시간이 평균 4분 58초로 4분에서 5분 사이의 주의집중 지속시간을 보임. 	<ul style="list-style-type: none"> - 활동 중 주변 사람들에게 말을 자주하여 활동에 집중하지 못함. - 활동 중 주변을 쳐다보는 경우가 많아 산만함. - 작업 시간 30분당 주의집중 지속시간이 평균 6분 59초로 6분에서 7분 사이의 주의집중 지속시간을 보임.
작업 수행 (불펜 조립)	<ul style="list-style-type: none"> - 불펜 조립의 전과정을 스스로 수행할 수 있음. - 불펜 부품을 책상 아래로 자주 떨어뜨림. 	<ul style="list-style-type: none"> - 불펜 조립의 전과정을 스스로 수행할 수 있음. - 불펜 조립을 급하게 하다가 불펜 마개를 잘못 끼는 경우가 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> - 불펜 조립의 전과정을 스스로 수행할 수 있음. - 불펜 조립 중 주변 사람에게 힘들다고 계속 말하며 도움을 요청함

2. 연구 도구

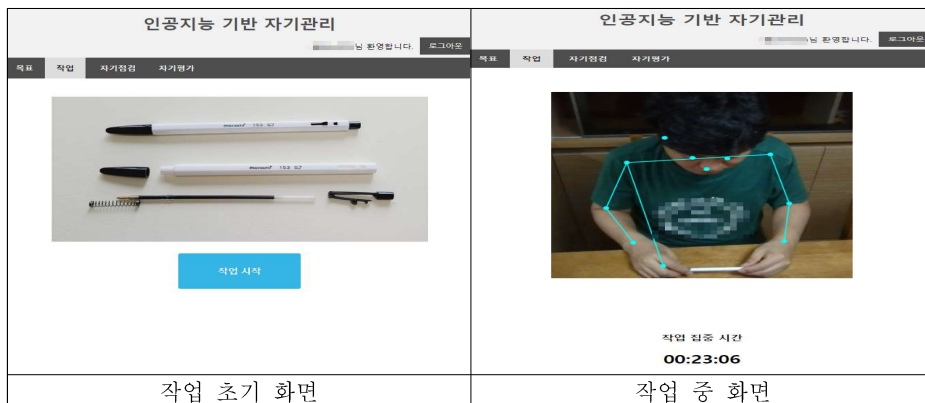
본 연구의 실험 도구는 인공지능 기반 자기관리 시스템으로 특수교육 전공 교수, 자기관리 전략 연구를 수행하고, 진로와 직업 교과를 가르치고 있는 특수교사의 검토를 받아 본 연구자가 직접 제작하였다. 인공지능 기반 자기관리 시스템은 구글에서 제공하는 머신러닝 학습 도구인 Teachable Machine을 활용하여 컴퓨터, 스마트기기에서 구동되는 웹 사이트 형태이다. Teachable Machine의 포즈 프로젝트에서 Class1(집중하는 모습)에는 웹캠으로 집중해서 작업을 하고 있는 영상을 업로드하였으며, Class2(집중하지 않는 모습)에는 작업에 집중하지 못하는 모습의 영상을 업로드한 후 인공지능 모델 학습을 시켰다. 인공지능 기반 자기관리 시스템은 학습된 인공지능 모델과 HTML, CSS, JAVA SCRIPT, PHP 저작언어를 활용하여 웹사이트 형태로 제작되었다.

인공지능 기반 자기관리 시스템은 ‘목표’, ‘작업’, ‘자기점검’, ‘자기평가’ 메뉴로 구성되어 있다. ‘목표 설정’ 화면은 <그림 II-1>과 같이 ‘오늘 작업 목표는 몇 개인가요?’ 라는 질문과 숫자를 입력할 수 있는 네모 칸, ‘제출’ 버튼으로 구성되어 있다. 화면 아래에는 발달장애학생이 작업 목표를 설정할 수 있도록 인공지능 기반 자기관리 시스템이 발달장애 학생의 작업 수행 데이터를 분석하여 이전 회기의 작업에 성공한 개수를 막대 그래프로 제시하는 시각적 지원이 제공된다. 또한 화면에 접속 시 ‘오늘 작업 목표는 몇 개인가요?’ 질문이 음성으로 안내된다. 목표 개수를 입력 후 ‘제출’ 버튼을 터치하면 데이터베이스에 해당 값이 자동으로 저장되며, 자동으로 ‘작업’ 화면에 접속된다.



<그림 II-1> '목표 설정' 화면

'작업' 화면은 <그림 II-2>와 같이 '작업 초기' 화면과 '작업 중' 화면으로 구분되며, '작업 초기' 화면은 볼펜 사진과 '작업 시작' 버튼으로 구성되어 있다. '작업 시작' 버튼을 터치하면 웹캠이 실행되고, 작업 집중 시간이 제시되는 '작업 중' 화면에 자동 접속된다. '작업 중' 화면에서는 기존 작업 동작 데이터를 바탕으로 인공지능이 웹캠으로 전송받은 작업자의 눈, 코, 귀 위치와 몸통, 팔의 움직임을 분석하여 Class1(집중하는 모습)과 Class2(집중하지 않는 모습) 중 어느 Class 인지 판단한다. 만약 인공지능이 Class1(집중하는 모습)으로 판단한 경우 화면의 배경은 흰색이 되고, 작업 집중 시간이 자동으로 카운트된다. 인공지능이 Class2(집중하지 않는 모습)로 판단한 경우 화면의 배경이 빨간색으로 변하고, 작업 집중 시간은 정지된다. 만약 Class2(집중하지 않는 모습)가 2분 이상 지속될 때는 알림음이 나온다. 총 작업 시간이 30분이 경과되면 작업 집중 시간이 데이터베이스에 저장되고, 자동으로 '자기점검' 화면에 접속된다.



<그림 II-2> '작업' 화면

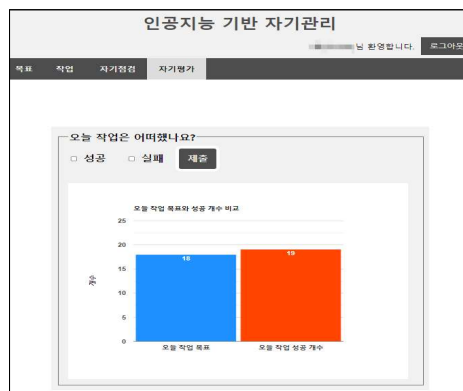
'자기점검' 화면은 <그림 II-3>과 같이 '주의집중 자기점검'과 '성공 개수 자기점검' 화면으로 구분되며, '주의집중 자기점검' 화면은 '집중을 잘 했나요?'라는 질문과 '집중 잘 했'

어요’와 ‘집중 못했어요’ 체크 칸, ‘제출’ 버튼으로 구성되어 있다. 화면 아래에는 발달장애 학생이 시각적으로 자신이 집중한 시간과 집중하지 않은 시간을 비교할 수 있도록 인공지능 기반 자기관리 시스템이 발달장애학생의 주의집중 시간 데이터를 분석하여 작업 중 집중한 시간과 집중하지 않은 시간을 막대 그래프로 제시하는 시각적 지원이 제공된다. ‘자기점검’ 화면에 접속 시 자동으로 ‘집중을 잘 했나요?’ 라는 질문이 음성으로 안내되며, ‘제출’ 버튼을 터치하면 자동으로 ‘성공 개수 자기점검’ 화면에 접속된다. ‘성공 개수 자기점검’ 화면은 ‘몇 개 성공했나요?’ 라는 질문과 입력할 수 있는 네모 칸, ‘제출’ 버튼으로 구성되어 있으며, 화면 접속 시 자동으로 ‘몇 개 성공했나요?’ 질문이 음성으로 안내된다. ‘제출’ 버튼을 누르면 작성 값이 데이터베이스에 저장되고, ‘자기평가’ 화면에 접속된다.



<그림 II-3> ‘자기점검’ 화면

‘자기평가’ 화면은 <그림 II-4>와 같이 ‘오늘 작업은 어떠했나요?’ 라는 질문과 ‘성공’, ‘실패’ 체크 칸, ‘제출’ 버튼으로 구성되어 있다. 화면 아래에는 발달장애학생이 작업 성공 여부를 평가할 수 있도록 오늘 작업 목표와 오늘 작업 성공 개수에 대해 막대그래프가 시각적 지원으로 제공된다. ‘제출’ 버튼을 터치하면 자동으로 데이터베이스에 값이 저장된다.



<그림 II-4> ‘자기평가’ 화면

3. 실험설계 및 절차

1) 실험 설계

본 연구는 인공지능 기반 자기관리 전략이 발달장애학생의 주의집중 및 작업 생산성에 미치는 영향을 알아보기 위해 단일대상 실험설계인 대상자간 중다 간헐 기초선 설계(multiple probe design across subjects)를 적용하였다.

2) 실험 절차

(1) 인공지능 기반 자기관리 전략 훈련

본 연구의 대상 학생은 기초선 측정 일주일(최소 3회기 이상) 전인 4월 넷째 주에 인공지능 기반 자기관리 시스템의 사용 방법을 익힐 수 있도록 특수학교 작업실에서 본 연구자와 함께 태블릿PC 조작, 인공지능 기반 자기관리 시스템 조작 방법을 훈련하였다.

(2) 기초선

본 연구의 기초선은 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용하지 않는 상태에서 5월 첫째 주부터 방과후 시간에 특수학교 작업실에서 최소 3회기 이상 실시하였다. 연구 참여자들의 30분 동안 작업 행동에 대한 총 주의집중 지속시간, 불펜 생산품 개수와 불량품 개수를 측정하였다. 불펜 조립 작업 동안 비디오를 촬영하였다. 기초선 기간 동안 측정값이 3회기 이상 연속적으로 안정되었을 때 학생1의 중재를 시작하였다. 학생1의 중재가 실시되는 동안 간헐적으로 학생2, 학생3의 기초선 자료를 수집하였다. 학생2, 학생3의 기초선 자료는 중재 전 빈번한 측정을 통해 안정되었을 때 시작하였다.

(3) 중재

본 연구의 중재는 기초선 측정값이 3회기 이상 안정된 후 본 연구자가 연구 참여 학생들에게 순차적으로 방과후 시간에 작업실에서 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용하여 시작하였다. 작업실 책상에는 불펜 조립 부품과 인공지능 기반 자기관리 시스템이 구동되는 태블릿PC, 거치대가 설치되었다. 인공지능 기반 자기관리 시스템은 자기교수, 자기점검, 자기평가, 자기강화를 결합하여 자기관리 전략 패키지 형태로 적용된 목표, 작업, 자기점검, 자기평가 메뉴로 구성되었다. 중재의 한 회기를 50분으로 설정하고, 5분간 목표 설정, 작업 준비를 한 후 30분 동안 작업 단계에서 불펜 조립을 하고, 나머지 15분 동안 자기평가, 자기강화를 수행하였다. ‘작업’ 단계에서는 2015 개정 특수교육교육과정 기본교육과정 진로와 직업 고등학교 가 교과서 ‘8. 제조업 탐색과 체험’ 단원에 명시되어 있고, 전국장애학생진로 드림페스티벌 사무용품조립분야에서 수행되고 있는 불펜 조립을 하였다. ‘자기점검’ 단계에서는 주의집중 점검, 성공 개수 점검을 하였으며, ‘자기평가’ 단계에서는 작업 수행에 대한 성공, 실패 여부를 판단하고, ‘자기강화’ 단계에서는 ‘자기평가’ 단계에서 성공으로 판단된

경우 태블릿PC로 학생들이 좋아하는 활동을 할 수 있도록 하였다. 중재 기간 초기에는 회기가 종료된 후 5분 동안 교사는 학생과 함께 작업 결과물과 인공지능 기반 자기관리 시스템 수행을 확인하고 피드백을 제공하였고, 중재가 진행될수록 학생들의 수행 정도에 따라 축진을 점차적으로 소거하였다. 구체적인 중재 절차는 <표 II-2>와 같다.

<표 II-2> 중재 절차

단계	시량	학생 활동	자기관리 전략	
목표 설정	5분	<ul style="list-style-type: none"> • ‘목표’ 화면에서 ‘오늘 작업 목표는 몇 개인가요’라는 문자와 음성 안내를 통해 질문 확인하기 • 빈 네모칸을 터치하여 가상숫자패드가 생성되도록 하기 • 이전 회기에서 작업 성공한 개수의 막대 그래프 확인 후 작업 목표 정하기 • 오늘 작업 목표의 개수를 가상숫자패드로 입력하며 자신의 목표를 큰 소리로 말하기 • 점차적으로 내면화하여 속으로 말하기 • ‘제출’ 버튼 누르기 	자기교수	
작업 준비		<ul style="list-style-type: none"> • 볼펜 부품과 인공지능 기반 자기관리 시스템 설치 확인하기 • 작업할 준비가 완료되면 ‘작업 시작’ 버튼 누르기 • “할 수 있다”고 외치기 • 점차적으로 내면화하여 속으로 말하기 		
작업	30분	<ul style="list-style-type: none"> • 볼펜 조립 순서를 말하면서 볼펜 조립하기 <ul style="list-style-type: none"> -밀대를 볼펜 몸통에 딸각 소리가 나도록 끼우기 -볼펜 몸통에 볼펜심을 넣기 -볼펜심 끝에 스프링을 끼우기 -볼펜 몸통에 볼펜 뚜껑을 끼우기 • 중재 후기에는 내면화하여 속으로 말하기 • 주의집중을 2분 이상 하지 않아 알림음이 나오면 “집중”이라고 말하며 다시 집중하기 		
자기 점검	주의 집중 점검	5분	<ul style="list-style-type: none"> • ‘주의집중 자기점검’ 화면에서 ‘집중을 잘 했나요?’ 라는 문자와 음성 안내를 통해 질문 확인하기 • 화면 아래의 집중한 시간과 집중하지 않은 시간의 막대 그래프 확인하기 • 집중한 시간과 집중하지 않은 시간을 비교하여 작업 시 집중을 잘했는지 판단하기 • ‘집중 잘 했어요’와 ‘집중 못했어요’ 중 1개를 터치하기 • ‘제출’ 버튼 누르기 	자기점검
	성공 개수 점검		<ul style="list-style-type: none"> • ‘성공 개수 자기점검’ 화면에서 ‘몇 개 성공했나요?’ 라는 문자와 음성 안내를 통해 질문 확인하기 • 빈 네모칸을 터치하여 가상숫자패드가 생성되도록 하기 • 작업 성공한 볼펜 개수를 센 후 가상숫자패드로 입력하기 • ‘제출’ 버튼 누르기 	

<표 II-2> 중재 절차(계속)

단계	시량	학생 활동	자기관리 전략
자기평가	10분	<ul style="list-style-type: none"> • ‘자기평가’ 화면에서 ‘오늘 작업은 어떠했나요?’ 라는 문자와 음성 안내를 통해 질문 확인하기 • 화면 아래의 오늘 작업 목표와 오늘 작업 성공 개수의 막대 그래프 확인하기 • 오늘 작업 목표와 오늘 작업 성공 개수를 비교하여 작업 성공 여부 판단하기 • ‘성공’와 ‘실패’ 중 1개를 터치하기 • ‘제출’ 버튼 누르기 	자기평가
자기강화		<ul style="list-style-type: none"> • ‘자기평가’ 단계에서 ‘성공’일 경우 스스로 강화 제공하기 • 태블릿 PC의 영상을 보거나 게임을 수행하되 자기강화 활동은 10분을 넘지 않기 	자기강화

(4) 유지

본 연구의 유지는 각 학생별로 중재가 종료된 2주 이후에 3회기 실시하였다. 유지 기간의 모든 조건은 기초선 기간과 동일하였다.

4. 관찰 및 측정

1) 종속변인의 정의

본 연구에서 측정한 종속변인은 주의집중 지속시간, 작업 생산성이었다. 주의집중 지속시간은 작업 테이블에서 불펜 조립 활동에 집중한 시간으로 다른 곳을 쳐다보거나, 말을 하거나, 자리에 일어나지 않고, 자리에 앉아 불펜 부품을 쳐다보고 불펜 조립을 한 시간을 말한다. 작업 생산성은 하태우와 최진혁(2021) 연구를 토대로 작업의 양과 작업의 질로 구성되며, 작업의 양은 30분 동안 생산한 총 생산품의 개수로 조립한 불펜의 개수를 말하고, 작업의 질은 총 생산품 개수 중 정품 개수의 비율 즉, 조립한 불펜의 개수 중 정확히 조립한 불펜의 개수의 비율을 말한다. 종속변인의 조작적 정의는 <표 II-3>과 같다.

<표 II-3> 종속변인의 조작적 정의

종속변인		조작적 정의
주의집중 지속시간		작업 테이블에서 불펜 조립 활동에 집중한 시간으로 다른 곳을 쳐다보거나, 말을 하거나, 자리에 일어나지 않고, 자리에 앉아 불펜 부품을 쳐다보고 불펜 조립을 한 시간을 말한다.
작업 생산성	작업의 양	30분 동안 생산한 총 생산품의 개수 즉, 조립한 불펜의 개수를 말한다.
	작업의 질	총 생산품 개수 중 정품 개수의 비율 즉, 조립한 불펜의 개수 중 정확히 조립한 불펜의 개수의 비율을 말한다.

2) 측정 및 자료 분석 방법

본 연구의 주의집중 지속시간은 인공지능 기반 자기관리 시스템이 웹캠으로 전송받은 학생의 눈, 코, 귀 위치와 몸통, 팔의 움직임을 인식하여 Class1(집중하는 모습)과 Class2(집중하지 않는 모습) 중 어느 Class 인지를 판단한 후 Class1(집중하는 모습)일 경우 주의집중 지속시간이 자동으로 카운트 된다. 만약 Class2(집중하지 않는 모습)일 경우는 주의집중 지속시간은 정지되며 작업 시작한지 30분이 되면 주의집중 지속시간이 저장된다. 또한 본 연구자와 단일대상연구를 수행한 박사 수료생이 동시에 주의집중 지속시간을 측정하고 비교하여 계산하였다. 작업의 양은 30분 동안 조립한 볼펜의 개수를 측정하였다. 작업의 질은 30분 동안 정확히 조립한 볼펜의 개수를 조립한 볼펜의 개수로 나눈 후 100을 곱한 값으로 계산하였다.

작업의 양 = 30분 동안 생산한 생산품 개수

$$\text{작업의 질} = \frac{\text{정품 개수}}{\text{총 생산품 개수}} \times 100$$

5. 관찰자 간 신뢰도

본 연구는 종속변인에 대한 측정의 신뢰도를 검증하기 위하여 본 연구자와 단일대상연구 경험이 있는 교사가 제 2 관찰자가 되어 기초선, 중재, 유지 단계의 채점을 통해 신뢰도를 측정하였다. 각각 단계별 30%에 해당하는 자료를 무작위로 선택하여 관찰자 간 신뢰도를 산출하였다. 관찰자 간 신뢰도는 기록된 관찰자 간 일치한 기록의 수를 관찰자 간 일치한 기록의 수와 일치하지 않은 기록의 수를 더한 수로 나누어 100을 곱하였다.

$$\text{관찰자 간 신뢰도} = \frac{\text{관찰자 간 일치한 기록수}}{\text{관찰자 간 일치한 기록수} + \text{일치하지 않은 기록수}} \times 100$$

본 연구는 신뢰도를 산출하기 전 훈련 평가지를 통해 측정 일치도가 90% 이상이 될 때까지 관찰자를 대상으로 훈련을 실시하였다. 관찰자 간 신뢰도의 평균값은 소수점 둘째 자리에서 반올림하여 소수점 첫째 자리까지의 수로 나타내었다. 관찰자 간 신뢰도의 평균과 범위는 <표 II-4>와 같다.

<표 II-4> 관찰자 간 신뢰도의 평균과 범위(%)

대상	학생1	학생2	학생3
평균 및 범위	94.4(83.3-100.0)	95.2(85.7-100.0)	95.8(87.5-100.0)

6. 중재 충실도

본 연구는 인공지능 기반 자기관리 전략에 관한 적절성과 중재과정의 수행 정도를 평가하기 위해 장애학생을 대상으로 단일대상연구를 실시한 경험이 있는 교사가 중재 회기의 30%의 비디오 자료를 무작위로 선정하여 관찰한 후 평가하였다. 중재충실도 문항은 준비 2문항, 중재 실행 3문항, 피드백 관련 2문항, 총 7문항이었으며, 각 문항별로 실행은 1점, 실행하지 않거나 바르게 실행하지 않은 항목은 0점으로 기록하였다. 중재 충실도의 점수산출은 실제로 실행한 중재 단계의 점수를 실행해야 할 중재 단계의 점수로 나누고 백분율을 구하여 다음과 같은 방법으로 산출하였다. 중재 충실도의 평균과 범위는 <표 II-5>와 같다.

$$\text{중재 충실도} = \frac{\text{실제로 실행한 중재 항목의 점수}}{\text{실행해야 할 중재 항목의 총 점수}} \times 100$$

<표 II-5> 중재 충실도 평균과 범위(%)

대상	학생1	학생2	학생3
평균 및 범위	92.9(85.7-100.0)	96.4(85.7-100.0)	92.9(71.4-100.0)

7. 사회적 타당도

본 연구는 사회적 타당도를 확보하기 위해 중재 종료 후 담임교사 2명, 진로와 직업 교사 1명, 총 교사 3명을 대상으로 검증하였다. 그 방법은 실험이 시작되기 전과 비교하여 볼 때 연구 참여 학생에게 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용하여 주의집중과 작업 생산성이 변화되었는지, 인공지능 기반 자기관리 전략으로 작업하는 과정을 즐거워하였는지, 인공지능 기반 자기관리 전략을 다른 학생에게 적용하고 싶고, 다른 교사에게 추천하고 싶은지에 대한 각각의 의견을 5점 척도를 기준으로 응답하게 하여 사회적 타당도를 검증하였다. 사회적 타당도의 평균과 범위는 <표 II-6>과 같다.

<표 II-6> 사회적 타당도 평균과 범위(%)

	학생1	학생2	학생3
담임교사	5(5-5)	4.6(4-5)	4.8(4-5)
진로와 직업교사	5(5-5)	4.8(4-5)	5(5-5)

Ⅲ. 연구 결과

1. 주의집중 지속시간의 변화

본 연구의 주의집중 지속시간의 평균과 범위는 <표 III-1>과 같다. 대상 학생1, 학생2, 학생3의 기초선 기간 동안 주의집중 지속시간의 평균은 각각 6분 40초(6분 16초-7분 11초), 4분 58초(4분 32초-5분 32초), 6분 59초(6분 21초-7분 54초)였으나, 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용한 중재 기간 동안 학생 3명 모두 주의집중 지속시간이 기초선 기간에 비해 2배 이상 지속된 것으로 나타났다. 유지 기간에는 학생 3명 모두 중재 기간보다 주의집중 지속시간이 2분 이상 증가하였다.

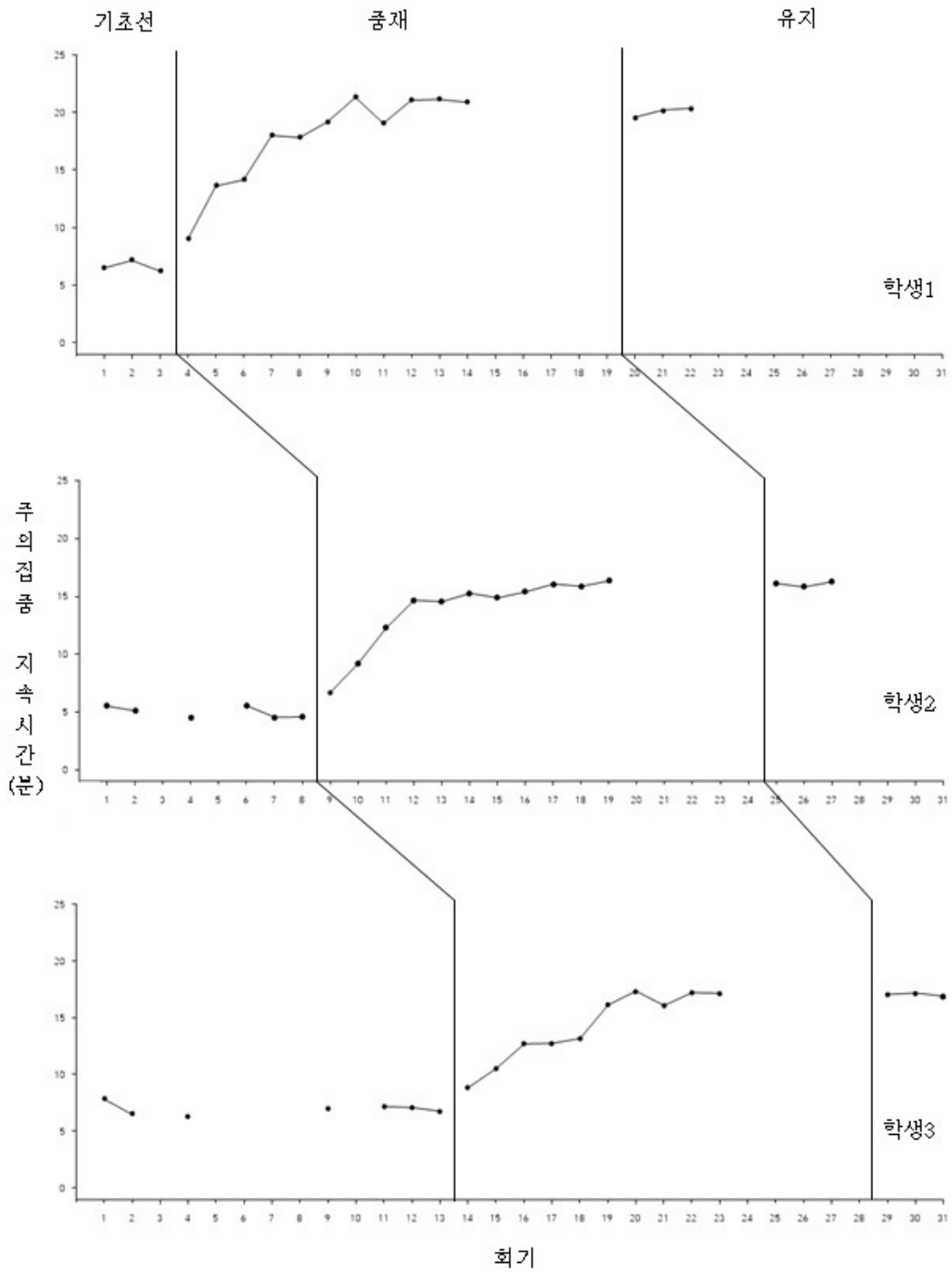
<표 III-1> 주의집중 지속시간의 평균과 범위

대상	기초선	중재	유지
학생1	6분40초(6분16초-7분11초)	17분27초(9분3초-21분22초)	20분3초(19분35초-20분21초)
학생2	4분58초(4분32초-5분32초)	13분44초(6분42초-16분19초)	16분4초(15분49초-16분15초)
학생3	6분59초(6분21초-7분54초)	14분12초(8분51초-17분21초)	17분3초(16분55초-17분11초)

주의집중 지속시간의 변화를 학생별로 살펴보면 <그림 III-1>과 같다. 학생1은 기초선 기간 동안 평균 6분 40초(6분 16초-7분 11초)였으나, 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용한 후 9분 3초로 시작하여 10회기에 21분 22초까지 주의집중 지속시간이 꾸준히 상승하였으며, 중재 마지막 3번의 회기에서는 20분에서 21분 사이로 꾸준히 유지되는 경향을 보였다. 유지 기간에는 평균 20분 3초로 중재 후반의 경향이 지속되는 것으로 나타났다.

학생2는 기초선 기간 동안 평균 4분 58초(4분32초-5분32초)로 3명의 학생 중 가장 짧은 주의집중 지속시간이었으나, 중재를 실시한 후 6분 42초로 시작하여 중재의 6번째 회기(14회기)만에 15분 15초까지 증가하여 기초선 기간 평균보다 3배 이상의 주의집중 지속시간을 나타내어 가파르게 증가하였다. 이후 회기에서는 이전 보다 증가 폭이 적었지만, 15분에서 16분대의 시간이 유지되었으며, 특히 중재 마지막 회기에는 16분 19초로 가장 긴 주의집중 지속시간을 나타내었다. 유지 기간에는 평균 16분 4초(15분49초-16분15초)로 중재기간 후반과 유사하게 16초 이상의 주의집중 지속시간이 유지되는 경향을 보였다.

학생3은 기초선 기간 동안 평균 6분 59초(6분 21초-7분 54초)였으나, 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용한 중재를 실시한 후 초기 회기에서 8분 51초로 기초선 평균 보다 약 2분 정도 증가하였으며, 이후 최대 17분 21초까지 꾸준히 증가하는 경향을 보였다. 특히 중재 후반인 20회기, 22회기, 23회기에서는 17분 대의 주의집중 지속시간이 나타났다. 유지 기간에는 평균 17분 3초(16분 55초-17분 11초)로 중재 후반의 경향이 지속되는 것으로 나타났다.



<그림 III-1> 주의집중 지속시간의 변화

2. 작업 생산성의 변화

1) 작업의 양의 변화

본 연구에서 작업의 양의 평균과 범위는 <표 III-2>와 같다. 대상 학생1, 학생2, 학생3의 기초선 기간 동안 작업의 양의 평균은 각각 9.3개(9-10), 6.3개(6-7), 8.7개(8-9)였으나, 중재 기간 동안 작업의 양의 평균은 각각 24개(14-30), 19.2개(9-23), 19.1개(11-24)로 기초선 기간 보다 모두 평균 10개 이상 증가한 것으로 나타났다. 유지 기간에는 학생들의 작업의 양의 평균은 28.3개(28-29), 22개(22-22), 23.7개(23-24)로 중재 기간보다 모두 증가하였다.

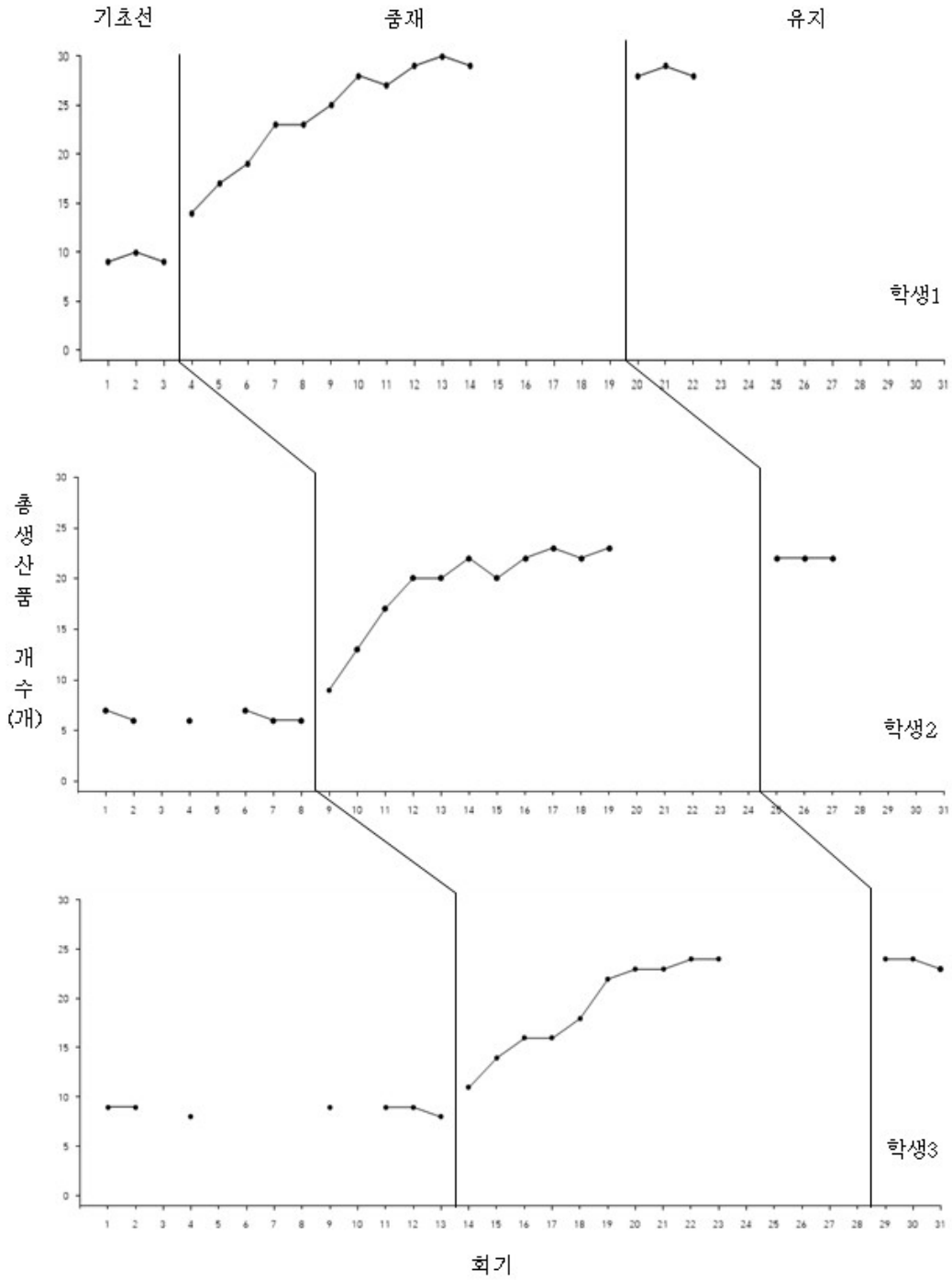
<표 III-2> 작업의 양의 변화(단위: 개)

대상	기초선	중재	유지
학생1	9.3 (9-10)	24 (14-30)	28.3 (28-29)
학생2	6.3 (6-7)	19.2 (9-23)	22 (22-22)
학생3	8.7 (8-9)	19.1 (11-24)	23.7 (23-24)

작업의 양의 변화를 학생별로 살펴보면 <그림 III-2>와 같다. 학생1은 기초선 기간 동안 평균 9.3개(9-10)를 조립하였으나, 중재를 실시한 후 첫 회기에 14개를 조립하여 기초선 기간의 평균보다 4개 이상 증가하였다. 이후 중재의 7번째 회기(10회기)에서 중재 첫 회기의 2배인 28개를 조립하여 중재 기간 동안 조립한 개수의 양이 가파르게 증가하였다. 특히 중재 마지막 3번의 회기에서는 29개, 30개를 조립한 것으로 나타났다. 유지기간에는 평균 28.3개(28-29)를 조립하여 중재 후반의 경향이 계속 유지되는 것으로 나타났다.

학생2는 기초선 기간 동안 6개, 7개를 조립하였으나, 중재 첫 회기에 9개를 시작으로 중재 4번째 회기(12회기) 부터는 20개 이상 조립하여 조립한 개수가 가파르게 증가하는 경향을 보였다. 특히 중재 후반인 17회기, 19회기에서는 가장 많은 23개를 조립하여 기초선에 비해 3배 이상 조립한 것으로 나타났다. 유지 기간에는 3회기 모두 22개를 조립하여 중재 4번째 회기부터 20개 이상 조립한 경향이 계속 유지되는 것으로 나타났다.

학생3은 기초선 기간 동안 평균 8.7개(8-9)를 조립하였으나, 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용한 후 초기 회기에서는 11개였으며, 중재 마지막 회기에는 24개를 조립하여 중재 기간동안에만 조립 개수가 13개 증가하였다. 특히 중재 중반 이후부터 22개에서 24개까지 많은 조립을 한 것으로 나타났다. 유지 기간에는 평균 23.7개(23-24)로 중재 후반의 경향이 지속되는 것으로 나타났다.



<그림 III-2> 작업의 양의 변화

2) 작업의 질의 변화

본 연구의 정품 생산 비율의 평균과 범위는 <표 III-3>과 같다. 대상 학생1, 학생2, 학생3의 기초선 기간 동안 정품 생산 비율의 평균은 각각 64.5%(60.0-66.7), 63.5%(57.1-66.7), 77.0%(75.0-77.8)였으나, 중재 기간 동안 정품 생산 비율의 평균은 각각 93.1%(78.6-100.0), 84.1%(76.9-87.0), 91.5%(81.8-95.8)로 기초선 기간 보다 모두 증가한 것으로 나타났다. 유지 기간에는 대상 학생들의 정품 생산 비율의 평균은 97.7%(96.4-100.0), 84.9%(81.8-86.4), 95.8%(95.7-95.8)로 학생2는 중재기간과 유사하였으며, 학생1, 학생3은 4% 정도 높은 정품 생산 비율을 보였다.

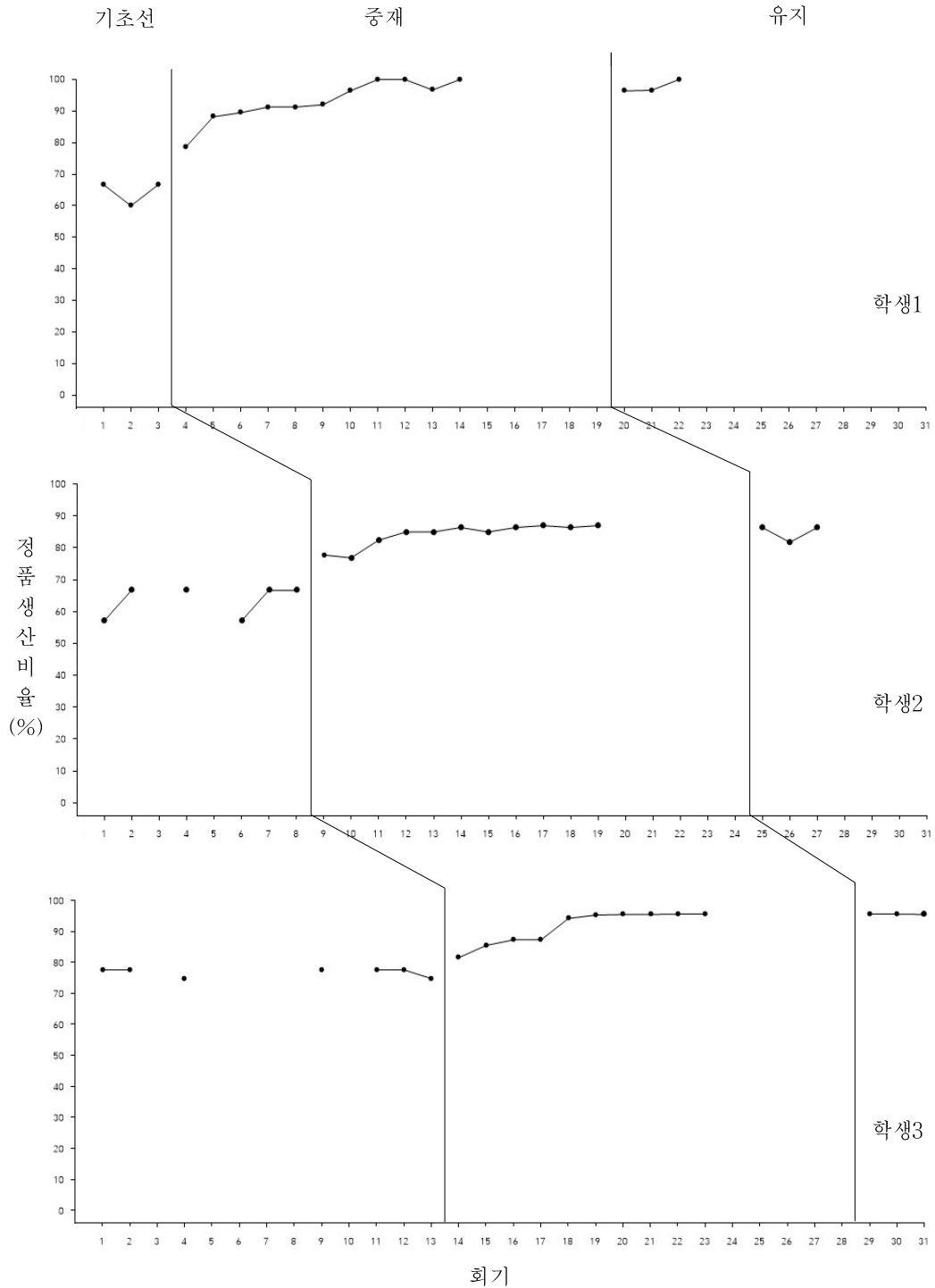
<표 III-3> 작업의 질의 평균 및 범위(단위: %)

대상	기초선	중재	유지
학생1	64.5 (60.0-66.7)	93.1 (78.6-100.0)	97.7 (96.4-100.0)
학생2	63.5 (57.1-66.7)	84.1 (76.9-87.0)	84.9 (81.8-86.4)
학생3	77.0 (75.0-77.8)	91.5 (81.8-95.8)	95.8 (95.7-95.8)

작업의 질의 변화를 학생별로 살펴보면 <그림 III-3>과 같다. 학생1은 기초선 기간 동안 평균 64.5%(60.0-66.7)로 60%의 정품 생산비율을 보였으나, 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용한 후 첫 회기에서 78.6%였고, 중재 4번째 회기(7회기)는 91.3%로 처음 90% 이상을 기록하는 등 꾸준히 정품 생산비율이 상승하였다. 특히 중재 마지막 4번의 회기 중 3번의 회기에서 100%의 정품 생산비율을 나타내었다. 유지 기간 동안 최소 96.4%, 최대 100%로 중재 후반의 경향이 계속 유지된 것으로 나타났다.

학생2는 기초선 기간 동안 평균 63.5%(57.1-66.7)로 학생1과 유사하게 60%의 정품 생산비율을 나타냈으나 중재 3번째 회기에서는 82.4%로 정품 생산비율이 빠르게 증가하였다. 이후 회기에서는 85%에서 87%의 정품 생산비율이 계속 지속되었으며 유지 기간 3번의 회기 동안 모두 80% 이상의 정품 생산비율을 보였다.

학생3은 기초선 기간 동안 평균 77.0%(75.0-77.8)로 3번의 회기 모두 70%의 정품 생산비율을 보였으나, 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용한 후 4번째 회기까지 80% 대의 정품 생산비율을 보였다. 중재 5번째 회기(18회기)에서 94.4%로 처음으로 90% 비율을 보인 후 지속적으로 90% 중반대의 정품 생산비율을 나타내었다. 유지 기간 동안 평균 95.8%(95.7-95.8)로 중재 중반 이후의 경향이 계속 유지되는 모습을 보였다.



<그림 III-3> 작업의 질(정품 생산 비율)의 변화

IV. 논의 및 제언

본 연구는 인공지능 기반 자기관리 전략이 발달장애학생의 주의집중과 작업 생산성에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행되었다. 이를 위해 발달장애학생을 대상으로 인공지능 기반 자기관리 전략을 활용하여 불펜 조립 작업을 수행하고 대상자간 중다 간헐적 기초선 실험 설계를 적용하여 주의집중 지속시간, 작업 생산성에 미치는 효과를 분석하였다. 실험 결과를 선행 연구를 중심으로 논의하면 다음과 같다.

첫째, 인공지능 기반 자기관리 전략은 발달장애학생의 주의집중 지속시간을 증가시켰다. 대상 학생1, 학생2, 학생3의 기초선 기간 동안 주의집중 지속시간의 평균은 각각 6분 40초, 4분 58초, 6분 59초였으나, 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용한 중재 기간에는 각각 평균 17분 27초, 13분 44초, 14분 12초로 3명의 학생 모두 기초선 기간에 비해 2배 이상의 주의집중 지속시간을 보였으며, 유지 기간에도 중재 기간 후반의 경향이 계속 유지되는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과는 Chen 등(2020)이 수행한 연구에서 인공지능이 비디오 및 이미지에서 얼굴 감지 및 인식을 통해 학생의 주의집중 정도를 모니터링할 수 있게 하여 학습에 영향을 미칠 수 있다고 보고한 것과 김효정(2021)의 연구에서 인공지능 활용을 통해 학습에 대한 흥미를 증가시키고, 능동적인 학생 참여가 활발해졌다는 연구결과와 맥락을 같이한다. 박정미 등(2009)의 연구에서 자기점검이 지적장애학생의 주의집중행동에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고한 것과 이경호(2019)의 연구에서 자기점검 인지능력 훈련 프로그램이 장애학생들의 주의집중력 향상에 효과가 있었다는 연구결과와 맥락을 같이한다. 또한 하태우와 최진혁(2021)의 연구에서 자기점검표를 사용한 후 지적장애학생들이 활동에 집중하지 않는 행동이 감소하였다고 보고한 것과는 맥락을 같이한다. 이는 자기관리 전략이 학생들의 자발적 참여를 가져오고, 작업 태도에 긍정적인 영향을 주어 학생들의 주의집중 증가에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다(박정미 외, 2009; 하태우, 최진혁, 2021). 특히, 인공지능 기반 자기관리 시스템이 학생의 주의집중 행동에 따라 주의집중 여부를 판단하고 학생이 주의집중하지 않을 때 시각적, 청각적으로 안내하여, 학생들이 산만한 행동을 스스로 인지하기 쉬웠고, 주의집중 자기점검 화면에서 주의집중 시간과 주의집중하지 않은 시간을 막대그래프로 제시한 것이 학생 맞춤형 시각적인 지원이 되어 주의집중 행동이 증가한 것으로 해석될 수 있다(김은주, 이경순, 2008; 신지혜, 이숙향, 2013; Conati et al., 2018; Kharbat et al., 2021; Malik et al., 2019; Woolf et al., 2010). 또한 인공지능 기반 자기관리 시스템을 통해 학생들에게 자기주도적 학습 환경을 제공하게 되어(박만구 외, 2020) 학생들의 작업 흥미를 증가시키고, 능동적인 참여를 가능하게 하며, 작업 활동에 긍정적인 태도를 갖게 하여 주의집중 향상에 영향을 준 것으로 볼 수 있다(김은미, 이경호, 2015; 김효정, 2021; 박만구 외, 2020; 박정미 외, 2009; 이세흠, 신진숙, 2012). 따라서 본 연구의 인공지능 기반 자기관리 전략은 발달장애학생의 주의집중 향상에 긍정적인 영향을 미친다고 할 수 있다.

둘째, 인공지능 기반 자기관리 전략은 발달장애학생의 작업 생산성을 향상시켰다. 작업의 양 측면에서 중재 기간 동안 학생 3명 모두 기초선 기간에 비해 볼펜 조립 개수가 평균 10개 이상 증가하였으며, 유지 기간에도 중재 기간 후반의 경향이 계속 유지되는 것으로 나타났다. 또한 작업의 질 측면에서 기초선 기간에 정품 생산 비율이 60~70%였으나, 인공지능 기반 자기관리 전략을 적용한 중재 기간 동안 정품 생산 비율이 80~90%로 증가하였으며, 유지 기간 동안 중재 기간과 유사하거나 더 높은 정품 생산 비율을 보였다. 이러한 연구 결과는 박만구 등(2020)의 연구에서 인공지능을 적용한 개인 맞춤형 학습 플랫폼이 과제 수행에 긍정적인 영향을 미쳤다는 연구결과와 하태우와 최진혁(2021)의 연구에서 지적장애학생들에게 자기관리중재전략을 포함한 자기점검표 사용이 중재 기간 동안 모든 작업 행동에서 총 생산품 개수가 증가하였고 정품의 비율도 향상되었다는 연구결과와 맥락을 같이한다. 또한 김창호(2012)의 연구에서 자기점검 전략이 포함되어 있는 자기결정학습모형이 지적장애학생의 작업 생산 수량 향상에 효과가 있었다는 연구결과와 Christian과 Poling(1997)의 연구에서 발달장애 성인에게 자기관리 전략 사용이 기초선에 비해 중재기간 동안 작업 생산성이 향상되고 유지기간에도 지속되었다는 연구결과와 맥락을 같이한다. 이는 인공지능 기반 자기관리 전략이 학생의 주의집중 지속시간 증가에 기여하여 작업 수행에 긍정적인 영향을 미친 것으로 볼 수 있다(김평화, 2012; 박정미 외, 2009). 또한 작업 후 학생 스스로가 태블릿PC로 좋아하는 활동을 하는 자기강화를 하여 작업 생산성 향상에 기여한 것으로 해석될 수 있다(김설아, 김은경, 2019; 신지혜, 이숙향, 2013; 하태우, 최진혁, 2021). 그리고 작업을 시작하기 전 이전 회기의 성공 개수를 막대그래프로 확인 후 오늘의 목표를 스스로 정하고, 작업 후 목표 도달 정도를 확인한 것이 작업 생산성에 기여한 것으로 볼 수 있다(김창호, 2012). 특히, 인공지능 기반 자기관리 시스템이 발달장애학생의 작업 행동을 분석한 후 개별화된 학습이 가능하도록 학생 맞춤형 피드백을 제공한 것이 발달장애학생들의 작업 생산성 향상에 기여한 것으로 볼 수 있다(박만구 외, 2020; Conati et al., 2018; Goertz, 2014; He et al., 2019; Kharbat et al., 2021; Steffi, 2021; Malik et al., 2019; Woolf et al., 2010; Xia, 2020). 또한 인공지능을 활용한 자기관리 전략으로 자신의 작업 목표를 계획하고, 조절하며, 반성하는 학습 과정을 통해 발달장애학생들이 자기 주도적으로 작업이 가능하였으며 인공지능을 통한 개인 맞춤형 작업 환경이 제공되어 작업 과정에서 더 많이 참여하도록 동기를 부여하여 작업 생산성이 증가한 것으로 볼 수 있다(박만구 외, 2020; Kharbat et al., 2021; Malik et al., 2019). 따라서 본 연구의 인공지능 기반 자기관리 전략은 발달장애학생의 작업생산성 향상에 긍정적인 영향을 미친다고 할 수 있다.

이상에서와 같이 본 연구의 인공지능 기반 자기관리 전략은 발달장애학생의 주의집중과 작업 생산성 향상에 효과가 있다고 할 수 있다. 이에 따라 발달장애학생의 직업교육에서 인공지능 기반 자기관리 전략 활용을 높일 필요성이 있다.

본 연구의 제한점과 향후 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 주의집중

에 어려움을 보여 작업 생산성이 낮은 발달장애학생 3명을 대상으로 연구를 실시하였다. 따라서 일반화하기에는 제한이 있으므로 후속연구에서는 연구대상의 수를 확대할 필요성이 있다. 둘째, 본 연구는 대상자간 중다 간헐적 기초선 실험 설계를 통해 인공지능 기반 자기관리 전략의 효과를 분석한 연구로서 기초선, 중재, 유지 기간은 측정하였으나 일반화에 대한 측정이 없었다. 일반화에 어려움을 겪는 발달장애학생의 특성을 고려하여 후속 연구에서는 인공지능 기반 자기관리 전략의 효과가 작업장 등의 다른 환경에서도 중재 기간과 같은 효과가 있는지를 분석하는 일반화 기간을 두는 것이 필요할 것이다. 셋째, 본 연구는 볼펜 조립 직무만으로 인공지능 기반 자기관리 전략이 발달장애학생의 작업 생산성 향상에 미치는 영향을 분석하였다. 추후 연구에서는 볼펜 조립 외 발달장애학생들이 취업 가능한 다양한 직무와 관련된 작업 생산성을 분석하는 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 강유진, 이소현(2015). 시각적 지원을 활용한 자기관리 전략이 자폐 범주성 장애 성인의 직장 내 업무 독립수행을 및 정확도에 미치는 영향. **자폐성장애연구**, 15(2), 23-48.
- 권정민, 이영선(2020). 장애인을 위한 인공지능 활용 동향. **한국초등교육**, 31, 187-202.
- 김설아, 김은경(2019). 자폐성장애 학생을 위한 자기관리 중재연구 관련 국내 연구 동향 분석. **정서·행동장애연구**, 35(3), 289-316.
- 김수미, 박승희(2012). 자기관리전략을 적용한 사회성 기술 교수가 지적장애인 근로자의 사회적 행동에 미치는 영향. **특수교육학연구**, 47(3), 37-63.
- 김영준, 도명애(2014). 발달장애학생의 성인기 전환을 위한 직업교육 측면에서 본 직무기술과 자기관리기술의 통합적 교수 접근에 관한 탐색. **정서·행동장애연구**, 30(3), 291-330.
- 김은미, 이경호(2015). 자기점검법이 지적장애학생의 수업참여행동에 미치는 효과. **열린교육연구**, 23(2), 63-85.
- 김은주, 이경순(2008). 시각적 지원을 이용한 자기점검법이 장애 아동의 문제행동과 과제 수행행동에 미치는 영향. **자폐성장애연구**, 8(1), 39-66.
- 김자영(2020). 발달장애인의 취업여부와 자기효능감이 삶의 만족도에 미치는 영향: 대인관계의 매개효과를 중심으로. **장애와 고용**, 30(1), 25-50.
- 김진호, 박재국, 방명애, 유은정, 윤치연, 이효신, 한경근 역 (2017). **최신평수교육**. 서울: 시그마프레스.
- 김창호(2012). 자기결정학습모형(SDLMI)이 정신지체학생의 주사기 조립작업수행과 기대목표에 미치는 효과. **특수교육연구**, 19(1), 267-292.
- 김평화(2012). 주의집중 자기점검법이 지적장애학생의 독립적 과제수행행동과 성취에 미치는 영향. **특수교육교과교육연구**, 5(3), 21-51.
- 김효정(2021). 인공지능을 활용한 융합디자인 수업이 중학생의 자기주도적 학습에 미치는 영향-우즈쓰레기 제거 게임디자인 수업을 중심으로. **디자인학연구**, 34(2), 89-103.
- 민미영(2002). 자기관리전략이 경도정신지체 학생의 공부하기 기술 수행과 읽기 과제 수행에 미치는 효과. 석사학위논문. 이화여자대학교 대학원, 서울.
- 박경석, 방명애, 홍점숙(2015). 시각적 단서를 이용한 자기관리 중재가 지적장애 고등학생의 현금인출기 사용기술에 미치는 영향. **지적장애연구**, 17(2), 25-47.
- 박만구, 임현정, 김지영, 이규하, 김미경(2020). 머신러닝 추천모델이 적용된 맞춤형 학습 플랫폼 효과성 탐색-학습시간, 자기주도적 학습능력, 수학에 대한 태도, 수학학업성취도를 중심으로. **수학교육**, 59(4), 373-387.
- 박은영, 이옥인(2008). 자기점검 전략 사용이 자폐성 장애인의 작업수행능력에 미치는 영향. **정서·행동장애연구**, 24(3), 97-122.
- 박정미, 박영준, 권혁용(2009). 도예활동을 이용한 자기점검이 지적장애 학생의 주의집중행동 증가와 자아존중감 향상에 미치는 효과. **지적장애연구**, 11(4), 95-115.
- 심선지, 신현기(2007). 기능평가를 통한 자기관리 중재가 정신지체 중학생의 수업 중 문제행동 감소에 미치는 효과. **특수교육요구아동연구**, 19, 39-67.
- 신지혜, 이숙향(2013). 태블릿 PC를 활용한 자기관리전략이 지적장애 초등학생의 독립적인 일과수

- 행과 수업준비행동에 미치는 영향. **특수아동교육연구**, 15(3), 203-229.
- 이경호(2019). 자기점검 인지기능 훈련 프로그램이 ADHD성향 아동의 주의집중능력 및 과잉행동에 미치는 영향. **정서·행동장애연구**, 35(4), 59-75.
- 이세흠, 신진숙(2012). u-러닝이 지적장애학생의 자기주도적 학습능력에 미치는 영향: 스마트기기 활용을 중심으로. **지적장애연구**, 14(2), 75-99.
- 이소희(2008). 자기점검표 및 자기평가지를 이용한 자기관리 중재가 전공과 중도장애 학생의 **제과·제빵 생산량 및 기술 수행에 미치는 영향**. 석사학위논문. 이화여자대학교 교육대학원, 서울.
- 이수정, 김진호(2017). 지적 및 발달장애 학생의 자기관리기술에 대한 국내 실험연구 고찰. **지적장애연구**, 19(3), 91-121.
- 이수정, 김진호(2018). 자기관리기술을 적용한 지역사회중심 직업훈련이 지적장애 학생의 POS기 직 무기술에 미치는 효과 - 사례연구. **특수교육학연구**, 52(4), 133-159.
- 이승동, 정훈영(2012). 자기교시훈련 프로그램이 자폐성장애 학생의 문제행동에 미치는 영향. **정서·행동장애연구**, 28(4), 403-424.
- 이승아(1998). 자기관리 전략이 보호작업장에서 일하는 정신지체인의 독립적인 작업과 과제 수행 행동 및 생산량에 미치는 영향. 석사학위 논문. 이화여자대학교 대학원, 서울.
- 이재욱(2021). 발달장애학생 진로교육을 위한 지능형 학습 체제 설계 연구: 전환 계획 단원을 중심으로. **특수교육교과교육연구**, 14(4), 241-262.
- 이태수, 김태준(2012). 장애학생 스마트러닝 적용의 특수교육적 타당성 확보를 위한 이론적 개념화. 국립특수교육원 연구보고서.
- 정대영, 박은미(2010). 자기관리 전략을 활용한 긍정적 행동지원이 고기능자폐 아동의 문제행동에 미치는 영향. **정서·행동장애연구**, 26(4), 1-21.
- 정성민, 조인수, 김재천(2014). 지적장애학생의 자기결정 교수를 위한 실행과제. **특수교육학연구**, 48(4), 107-131.
- 조귀순, 진홍신(2011). 자기점검법과 촉진법이 자폐성장애 청소년의 청소하기 기술에 미치는 영향. **정서·행동장애연구**, 27(3), 183-204.
- 차지숙, 방명애, 장역방(2016). 시각적 단서를 이용한 자기관리 중재가 자폐성 장애학생의 커피 만들기 기술 습득에 미치는 영향. **재활심리연구**, 23(4), 783-802.
- 하태우, 최진혁(2021). 자기관리중재전략을 포함한 자기점검표 사용이 지적장애 전공과 학생의 작업 생산성에 미치는 영향. **행동분석·지원연구**, 8(2), 129-149.
- 한경근(2017). 인공지능 테크놀로지 시대의 중도·중복장애학생 교육을 위한 제언. **지체·중복·건강장애연구**, 60(3), 47-65.
- 한국장애인고용공단 고용개발원(2021). **2021년 장애인경제활동실태조사**. 경기/ 성남: 한국장애인고용공단 고용개발원.
- Ackerman, A., & Shapiro, E. (1984). Self-monitoring and work productivity with mentally retarded adults. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 17, 403-407.
- Alhaddad, A. Y., Javed, H., Connor, O., Banire, B., Al Thani, D., & Cabibihan, J. J. (2019). Robotic trains as an educational and therapeutic tool for autism Spectrum disorder intervention. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 829, 249-262.
- Chen, X., Qi, L., Yang, Y., Luo, Q., Postolache, O., Tang, J., & Wu, H. (2020), Video-based

- detection infrastructure enhancement for automated ship recognition and behavior analysis. *Journal of Advanced Transportation*, 2020, 1-12.
- Christian, L., & Poling, A. (1997). Using Self-Management Procedures To Improve The Productivity Of Adults With Developmental Disabilities In A Competitive Employment Setting. *Journal Of Applied Behavior Analysis*, 30(1), 169-172.
- Conati, C., Porayska-Pomsta, K., & Mavrikis, M. (2018). *AI in education needs interpretable machine learning: lessons from open learner modelling*.
- Costescu, C. A., Vanderborght, B., & David, D. O. (2015). Reversal learning task in children with autism spectrum disorder : a robot-based approach. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(11), 3715-3725.
- Goertz, L. (2014). Digitales Lernen adaptiv Technische und didaktische Potenziale für die Weiterbildung der Zukunft. MMB-Institut für Medien- und Kompetenzforschung im Auftrag der Bertelsmann-Stiftung, Gütersloh 2014.
- Grossi, T. A., & Heward, W. L. (1998). Using a self-evaluation to improve the work productivity of trainees in a community-based restaurant training program. *Education and Training in Mental Retardation and Developmental Disabilities*, 33, 248-263.
- Hampshire, P. K., Butera, G., & Bellini, S. (2011). Self-management and parents as interventionists: improving homework performance in middle school students with disabilities. *Beyond Behavior*, 21(1), 28-35.
- He, E., Bertalée, C., Jones, S., Lyle, L., Meister, J., & Schawbel, D. (2019). Oracle & Future Workplace AI@Work Study 2019: From Fear to Enthusiasm: AI is Winning more Hearts and Minds in the Workplace. AI@Work Study 2019. Zugriff am 06.07.2020. Verfügbar unter <https://www.oracle.com/a/ocom/docs/applications/hcm/ai-at-work-ebook.pdf>
- Kharbat, F. F., Alshwabkeh, A., & Woolsey, M. L. (2021), Identifying gaps in using artificial intelligence to support students with intellectual disabilities from education and health perspectives. *Aslib Journal of Information Management*, 73(1), 101-128.
- Koegel, L. K. (1990). Improving social skills and disruptive behavior in children with autism through self-management. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 25(2), 341-353.
- Koegel, L. K., Horrower, J. K., & Koegel, R. L. (1999). Support for children with developmental disabilities in full inclusion classrooms through self-management. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 1(1), 26-34.
- Malik, G., Singh, R. P., Behera, B. K., & Panigrahi, P. K. (2019). *First Experimental Demonstration of Multi-Particle Quantum Tunneling in IBM Quantum Computer*. Indian Institute of Science Education and Research Kolkata.
- Moore, S. C., Argan, M., & Fodor-Davis, J. (1989). Using self-management strategies to increase the production rates of workers with severe handicaps. *Education and Training in Mental Retardation*, 29, 324-333.
- Pandarínath, C., Nuyujukian, P., Blabe, C. H., Sorice, B. L., Saab, J., Willett, F. R., Hochberg, L. R., Shenoy, K. V., & Henderson, J. M. (2017). High performance communication by

- people with paralysis using an intracortical brain-computer interface. *eLife*, 6, 1-27.
- Ricks, D. J., & Colton, M. B. (2010). Trends and considerations in robot-assisted autism therapy. Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4354-4359.
- Southall, C. M., & Gast, D. L. (2011). Self-management procedures: A comparison across the autism spectrum. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 46(2), 155-171.
- Steffi, B. (2021). Trust of Self-Directed-Learners in the Use of Artificial Intelligence in an Organizational Context. A Theoretical Conceptualization. FFH Open Access Repository - Forschungsforum der österreichischen Fachhochschulen, pp187-193.
- Teachable Machine [Website]. (2022, July 22). Retrieved from <https://teachablemachine.withgoogle.com/>
- Wehmeyer, M. L., Agran, M., & Hughes, C. (1998). *Teaching self-determination to students with disabilities*. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Wehmeyer, M. L., Danna, Y., Bolding, N., Argan, M., & Hughes, C. (2003). The effects of self-regulation strategies on goal attainment for students with developmental disabilities in general education classrooms. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 15(1), 79-91.
- Wolf, B. P., Arroyo, I., Muldner, K., Bursleson, W., Cooper, D. G., Dolan, R., & Christopherson, R. M. (2010). The effect of motivational learning companions on low achieving students and students with disabilities. in Lecture Notes in Computer Science, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 327-337.
- Wolf, B. P., Lane, C. L., Chaudhri, V. K., & Kolodner, J. L. (2013). AI grand challenges for education. *AI Magazine*. Version 10-Jun-13.
- Xia, P. (2020). Application scenario of artificial intelligence technology in higher education. International Conference on Applications and Techniques in Cyber Intelligence. Advances I, Springer, pp. 221-226.
- Zhu, M. (2021). Enhancing MOOC learners' skills for self-directed learning. *Distance Education*, 42(3), 441-460.

<Abstract>

The Effects of AI-based Self-management Strategies on Attention and Work Productivity of Students with Developmental Disabilities

Lee, Jae-uk(Nazarene Saeggum School, School Teacher)*

The purpose of this study was to analyze the effect of AI-based self-management strategies on the attention and work productivity of students with developmental disabilities. Three students with developmental disabilities attending high school courses of special school were selected as research participants, and training, baseline, intervention, and maintenance stages were followed using a single-subject research method, multiple probe design across subjects. The results of this study were as follows: First, the AI-based self-management strategies increased the attention span of students with developmental disabilities. During the intervention, three students showed more than twice attention span compared to the baseline, and the tendency toward the latter half of the intervention was maintained even during the maintenance. Second, the AI-based self-management strategies improved the work productivity of students with developmental disabilities. During the intervention, three students increased the number of ballpoint pens assembly by an average of 10 or more compared to the baseline, and during the maintenance, the production rate was similar to or higher than that of the intervention. By analyzing the work behavior of students with developmental disabilities, AI provided individualized support for the application of self-management strategies to students with developmental disabilities, thereby improving the attention span and work productivity of students with developmental disabilities. The possibility of using AI-based self-management strategies in vocational education for students with developmental disabilities was suggested.

Key words: Artificial Intelligence(AI), Developmental Disabilities, Attention, Work Productivity

* Corresponding author : dm6220@naver.com

논문 투고: 2022. 08. 15. 심사 시작: 2022. 08. 23. 게재 확정: 2022. 09. 19.