

장기간의 로봇활용교육이 초등학생의 창의성에 미치는 효과

백제은* · 김경현**

익산궁동초등학교* · 원광대학교 교육학과**

요 약

본 연구는 장기간에 걸친 로봇활용교육이 학생들의 창의성에 어떠한 효과를 미치는지를 밝히는 데 목적이 있다. 이를 위해 2011년부터 2012년까지 로봇활용교육 연구학교로 지정된 초등학교의 237명 학생을 대상으로 2차에 걸친 창의성 검사를 실시하였다. 검사 결과를 바탕으로 얻은 결론은 다음과 같다. 첫째, 장기간 동안 로봇활용교육에 참여한 학생들의 창의성은 유의미하게 향상되었고, 특히 1차 검사 점수와 유의미한 향상이 나타났다. 둘째, 창의성 하위요인 중 유창성과 독창성이 유의미하게 향상되었고, 1차 검사 이전에 유의미한 향상이 나타났다. 셋째, 남학생과 여학생 모두 창의성이 유의미하게 향상되었고, 검사 시기와 성별 간의 상호작용은 유의미하지 않는 것으로 나타났다. 마지막으로 초등학교 저·중·고학년 모두 창의성이 유의미하게 향상되었고, 검사 시기와 학년군 간의 상호작용은 유의미하지 않는 것으로 나타났다. 한편, 학년군에 따른 창의성 향상에 대한 차이를 살펴본 결과, 고학년과 중·저학년 간에는 유의미한 차이가 나타났다.

키워드 : 로봇활용교육, 로봇교육, R-러닝, 로봇매체, 창의성

The Effects of a Long Term Robot Based Instruction on the Creativity of Elementary Students

Jeeun Baek* · Kyunghyun Kim**

Iksan Gungdong Elementary School* · Dept. of Education, Wonkwang University**

ABSTRACT

This article examines the effects of a long term robot based instruction on the creativity of elementary students. To explain these effects, we conducted similar creativity test twice to 237 students of schools which had been designated as a robot based instruction model from 2011 to 2012. From these test results, the following three conclusions may be drawn: (1) The creativity of students who had participated in long term robot based instruction increased significantly, especially after the first test. (2) The fluency and originality as two of the sub-creativity factors are also accelerated significantly, especially after the first test. (3) The creativity of male and female students are all improved significantly but the test period factor and the interaction factor between male and female are not significant. (4) All elementary students of the lower grades(1st and 2nd grades), middle

교신저자 : 김경현(원광대학교 교육학과)

논문투고 : 2015-01-27

논문심사 : 2015-01-29

심사완료 : 2015-03-03

grades(3rd and 4th grades) and higher grades(5th and 6th grades) increased significantly but the test period factor and the interaction factor between the grades were not significant. On the other hand, the creativity improvement between lower-middle grades and higher grades is significant.

Keywords : Robot Based Instruction, Robot Education, R-Learning, Robot Media, Creativity

1. 서론

21세기 과학기술과 정보통신의 발달과 함께 지식과 정보의 양은 기하급수적으로 증가하고 있다. 이러한 사회는 새로운 지식 창출이 부이며 곧 국가경쟁력과도 직결된다. 때문에 현대사회에는 정보를 단편적으로 습득하고 익히는 것을 넘어서 비판적인 관점에서 자료를 수집하고 분석하며 새롭게 창출할 수 있는 ‘창의적인 능력’을 갖춘 인간을 요구하고 있다.

급변하는 사회에 발맞추어 우리나라에서는 7차 교육 과정에 ‘기초능력을 토대로 창의적인 능력을 발휘하는 사람’을 국가가 추구하는 인간상 중의 하나로 제시하였다. 2009 개정교육과정부터는 ‘창의적인 인간 육성 전략’에 초점을 두고 창의성 프로그램 개발 및 보급, 행정적·재정적 지원, 교사 연수 등을 통해 창의성 교육의 중요성을 더욱 강조하고 있다[10][13].

최근 학교 현장에서는 창의성 교육이 매우 다양한 형태로 나타나고 있다. 대표적으로 로봇활용교육이 그 예이다. 로봇활용교육은 로봇을 학습도구나 자료로 이용하여 수업목표를 달성하도록 가르치는 활동을 의미하는 것으로[14], 학생들이 로봇을 매개로 하여 주어진 문제를 다양하고 독창적인 방법으로 해결해야 한다는 점에서 창의성 교육의 일환으로 주목받고 있다.

로봇활용교육이 확산됨에 따라 로봇활용교육의 효과에 관한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 여러 선행연구에서는 로봇활용교육이 학생들의 창의성 신장과 문제해결력 신장에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다[6][9][11][16][18][19]. 이들 연구에서는 공통적으로 학생들이 로봇을 매개로 새로운 아이디어를 생성하고 구현하며 다른 사람들과 공유하고 반성하는 과정을 통해 창의적인 사고를 경험하게 된다고 밝히고 있다. 또한 로봇활용교육이 협동학습이 이루어지는 환경을 자연스럽게 조성하기 때문에 여러 학생의 아이디어를 수집, 분해, 종합하는 기회를 제공하여 창의력, 문제해결력, 의사소통능

력 등의 고등사고능력을 향상시킬 기회를 제공한다고 하였다[7][20]. 그 밖의 여러 연구에서는 학습몰입도, 학습태도 등에도 효과적이라고 언급하고 있다[4][5][7][21].

이처럼 많은 연구가 수행되었음에도 불구하고 지금까지 수행된 연구들은 로봇활용교육에 대한 시사점을 제공하는 데 있어 다음과 같은 한계점을 갖는다.

첫째, 로봇활용교육의 효과를 분석한 연구의 다수가 유사 형태로 반복적으로 수행되었다는 점이다. 특히, ‘창의성 증진’과 ‘문제해결력 신장’이라는 두 주제로 많은 연구가 수행되었는데, 이들 대부분은 비슷한 실험설계와 대상, 방법을 적용하고 있다는 점이다. 일례로 로봇활용교육의 연구대상이 초등학교를 대상으로 한 연구가 90% 이상이며, 그중에서도 5학년과 6학년을 대상으로 실시한 연구가 59%를 차지하고 있다[5].

둘째, 대부분의 선행연구의 단기간의 프로그램을 적용하여 검증하였다는 점이다. 단기간에 수행된 연구는 효과가 ‘있다’ 또는 ‘없다’는 것을 증명할 수는 있지만 시간이 지날수록 어떠한 변화가 나타나는지, 어느 시기에 변화가 뚜렷한지와 같이 교육 현장에 실질적으로 도움을 줄 수 있는 정보를 제공하기에는 어려움이 있다. 때문에 로봇활용교육의 효과를 제대로 살펴보기 위해서는 장기적인 관점에서 수행한 연구가 이루어져야 할 것으로 본다. 즉, 창의성 신장과 같은 주제로 효과가 검증된 경우에도 ‘장기적인 측면에서도 동일한 효과가 나타나는지’, ‘특히 어느 시점에 교육적 효과가 두드러지는지’ 등의 추가적인 검증이 이루어져야 한다.

마지막으로 연구대상이 적게는 5명에서 많게는 두 학급 정도의 적은 사례수를 바탕으로 수행되었다는 점이다. 이는 로봇활용교육을 수행할 수 있는 능력을 갖춘 교사의 수가 제한적이며 로봇매체가 매우 고가라는 점이 하나의 원인으로 파악된다. 하지만 지나치게 적은 사례수를 바탕으로 추출한 연구결과는 집단의 대표성을 갖기 어려우며 일반화를 위한 확장 역시 정확할 수 없다. 따라서 연구 결과를 좀 더 정밀하게 추정하기 위해

서는 다수의 학생을 대상으로 로봇활용교육의 효과를 검증하는 연구를 수행할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 단기간에 특정 학년과 소수 학생들만을 대상으로 실시한 기존의 연구들[1][15][17]과 차별적으로 초등학교 전(全)학년 273명을 대상으로 하여 로봇활용교육을 장기간 실시한 후 로봇활용교육이 학생들의 창의성에 어떠한 영향을 미치는지를 밝히고자 하였다. 이를 위해 설정한 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 로봇활용교육에 장기간 참여한 초등학생(1~6학년)들의 창의성 총점 변화는 어떠한가?

둘째, 로봇활용교육에 장기간 참여한 초등학생(1~6학년)들의 창의성 하위변인의 점수 변화는 어떠한가?

셋째, 로봇활용교육에 장기간 참여한 초등학교 남학생과 여학생의 창의성 총점 변화에 차이가 있는가?

넷째, 로봇활용교육에 장기간 참여한 초등학교 저·중·고학년 학생들의 창의성 총점 변화에 차이가 있는가?

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

2011년도부터 2012년도까지 2년간 교육용로봇 시범 학교로 선정된 5개 초등학교 학생 237명을 대상으로 실시하였다. 연구 대상에 관한 세부 정보는 아래 <Table 1>과 같다.

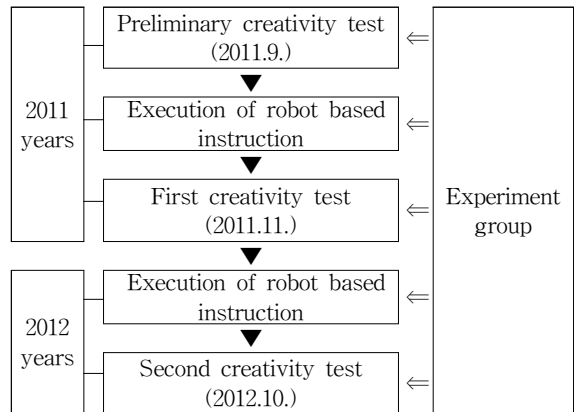
<Table 1> Experimental Object

Grade clusters	Student's gender		Total
	Male	Female	
Lower(1st and 2nd)	17	27	44
Middle(3rd and 4th)	39	49	88
Higher(5th and 6th)	33	26	105
Total	117	120	237

2.2 연구 설계

장기간의 로봇활용교육이 학생들의 창의성 변화에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 아래 <Table 2>와 같이 단일집단 반복실험 설계를 마련하였다.

<Table 2> Experimental Design



3. 연구 절차

본 연구의 절차는 아래 <Table 3>과 같다. 연구 단계별로 관련 내용을 제시하면 다음과 같다.

<Table 3> Experimental Process

No.	Details	Time
1	Literature research	2011. 6.
2	Establishment of research projects	2011. 7.
4	purchasing the Robot (total twice)	2011. 6., 2012. 9.
5	Execution of robot based instruction	2011.7.~2012.12.
6	Creativity test	• Pre-. test: 2011.9. • First test: 2011.11. • Second test: 2012.10.
7	Result derivation and paper writing	2012. 10.~2013. 1.

3.1 문헌 연구

로봇활용교육 실태 및 효과에 관한 연구, 창의성 관련 연구에 대한 문헌 연구를 실시하였다. 또한 인터넷을 통해 타주제로 수행된 연구학교 운영 전반에 관한 자료를 조사하였다.

3.2 연구 계획 수립

연구자 2인은 한국교육학술정보원의 협조를 얻어 로봇활용교육의 연구대상, 방법, 시기, 분석 도구 등을 결정하였다. 연구 방향을 수립한 후에는 학교 내 연구책임자들을 대상으로 협의회 및 관련 연수를 실시하였다. 한편, 학교 단위에서도 연구학교 운영을 위한 연구계획서를 수립하였다. 연구계획서 안에는 로봇활용교육 교수·학습과정안 개발 및 검토 방안, 로봇활용교육 시행 시기 및 방법, 대상, 연구 조직팀 구성, 교사 연수 방안 등에 관한 내용이 포함되어 있다.

3.3 로봇매체 구입

로봇매체 구입은 지식경제부와 한국교육학술정보원(KERIS)의 협조를 바탕으로 2011년과 2012년에 두 차례에 걸쳐 이루어졌다. 로봇매체 구입은 아래 <Table 4>의 과정에 따라 이루어졌다.

<Table 4> Process of purchasing the Robot

No.	Selection procedure	Details
1	Contest for robot teaching aids	12 Robot manufacturers participated in the contest
2	Distributing selection guides for robot teaching aid	Sending the guides to re-search school people
3	Opening robot teaching aids selection committee	Selecting robot aids for each research school

3.4 로봇활용교육 실시

각 학교별로 로봇활용교육을 위한 교사 연구조직을 구성하였다. 이를 바탕으로 로봇매체의 특성을 파악하고 지도 방법을 연구하였다. 또한 교육과정, 교사용지도서, 교과서를 분석하여 교수·학습지도안 및 학습자료 등을 개발하였다.

교수·학습과정안은 한국교육학술정보원의 요청에 의해 학교별로 30종을 개발하였다. 이때 고려해야 할 사항으로는 학급, 과목에 구애받지 않고 자유롭게 개발하되 학급의 특성과 학생들의 흥미, 관심 등이 반영되

도록 하였다. 개발된 지도안은 내·외부 전문가들의 검토를 거쳐 로봇활용교육에 활용되었고 연구보고서로도 발간되었다[8].

한편, 로봇활용교육 연구학교에서는 학생들이 정규수업 이외에도 창의적 체험활동 시간, 방과후 로봇교육, 교내·외 로봇 행사, 방학 중 로봇교실 운영, 로봇 체험학습 등을 통해 로봇활용교육에 자주 노출되도록 하였다.

3.5 창의성 사전, 1차, 2차 검사

학교별 학사일정을 고려하여 창의성 검사를 실시하였다. 사전 검사는 2011년 9월에 실시하였으며, 1차 검사는 같은 해인 2011년 11월에 실시하였다. 2차 검사는 다음 해인 2012년 10월에 실시하였다. 한편, 창의성 검사지는 한국교육학술정보원이 일괄적으로 구입하여 각 학교로 송부하였으며 설문 후에는 다시 연구자에게로 송부되었다.

3.6 결과 처리 및 보고서 작성

창의성 사전 검사와 1차, 2차 검사 중 한 번이라도 참여하지 않은 학생의 결과는 분석에서 제외하였다. 또한 신뢰도가 낮은 응답 역시 분석에서 제외되었다. 작성된 보고서는 전문가 2인에게 검토를 받아 보완하였다. 분석 결과는 각 학교에게 전달되어 학교별 연구 보고서에도 일부 활용되었다.

4. 측정 도구 및 자료 처리

4.1 창의성 검사지

학생들의 창의성을 측정하기 위한 도구는 전경원·전경남(2008)의 초등 창의성 검사지(K-FC TES; Korean Figural Creativity Test for Elementary school Students)를 사용하였다. 이 측정도구는 창의성의 주요 척도인 유창성, 독창성, 개방성, 민감성의 4개 요인에 대해 아래 <Table 5>, <Table 6>과 같이 측정한다[2][3].

이 검사지는 각 요인을 아래 <Table 6>과 같이 ‘으뜸도형으로 그리기’와 ‘자극도형으로 그리기’의 2개의

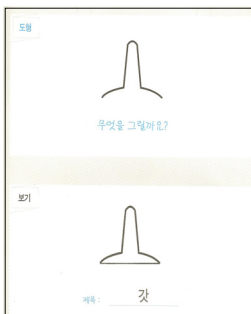
하위 검사를 통해 실시한다. 응답 방식은 창의성 검사지에 제시된 부분 도형을 활용하여 학생들이 다양하고 재미있는 도형을 직접 그려보는 형태다.

<Table 5> K-FCOTES Logical types

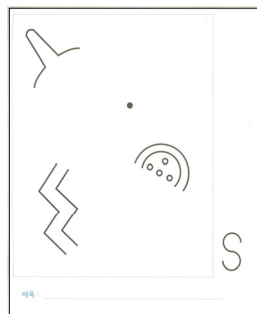
Fluency	Ability to produce as many ideas or solutions as possible at a specific circumstance
Originality	Ability to produce rare, new and unique ideas or solutions breaking from the old ideas
Openness	Not being bound to the old ideas such as human beings' attitude, thought and experience and not being restricted by time and space
Sensitivity	Showing sensitive interest in variety of information being input through five senses and exploring and expanding to new areas

<Table 6> Evaluation Method of K-FCOTES

Test name	Details	Testing factor
Drawing 'Eutteum' figure	Suggesting a part of Gat (Korean traditional hat made of bamboo and horsehair) and completing figures using it. Total 18 same figures were suggested.	Fluency, Originality
Drawing 'Jaguk' figure	Completing it with free expression using the suggested five figures (a part of Gat, variation of 之, a part of convex tiles, a part of Taegeuk design, dot)	Openness, Sensitivity



(Fig. 1) Figure Paint Test for Fluency and Originality Factor



(Fig. 2) Figure Paint Test for Openness and Sensitivity Factor

4.2 자료 처리

로봇활용교육에 참여한 학생들의 창의성 변화를 살펴 보기 위하여 사전검사, 1차, 2차 검사에 대해 반복측정 또는 일원변량분석을 통한 Scheffé 검증을 실시하였다. 남·녀 변인, 학년군(저·중·고)에 따른 집단 간의 차이 비교는 반복측정을 통한 Scheffé 검증을 실시하였다.

5. 연구 결과

5.1 창의성 총점의 변화

로봇활용교육에 장기간 참여한 학생들의 창의성 점수의 변화가 유의한지를 검증하기 위해 창의성 사전검사, 1차 검사, 2차 검사에 대한 반복측정 분산분석을 실시하였다

아래 <Table 7>과 같이, 로봇활용교육에 장기간 참여한 학생들의 창의성 점수는 사전검사가 36.17점 ($SD=15.15$), 1차 검사가 43.54점($SD=16.64$), 2차 검사가 46.10점($SD=17.69$)으로 나타났고, 검사 시기에 따라 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다.

이 세 점수들 간에 시기별로 유의미한 차이가 있는지를 살펴보기 위해 아래 표와 같이 일원분산분석을 통한 Scheffé 검증을 실시한 결과, 사전검사에 대해 1차 검사와 2차 검사는 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다. 반면, 1차 검사와 2차 검사 간에는 $p>.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 즉, 로봇활용교육에 참여한 학생들의 창의성 총점은 긍정적으로 향상되었으며, 특히 1차 검사 이전에 유의미한 향상이 있었다. 따라서 장기간에 걸쳐 이루어진 로봇활용교육은 학생들의 창의성을 효과적으로 향상시키며, 특히 창의성 향상은 초기의 로봇활용교육과 밀접한 관련이 있다.

<Table 7> Repeated-measures ANOVA for creativity total score difference in the test period

Testing time	N	M	SD	df	F	Scheffé
Pre-		36.17	15.15			
First	237	43.54	16.64	2	40.91***	a<C
Second		46.10	17.69			a<B

*** $p<.001$ a=Pre-, b=First, c=Second

5.2 창의성 하위요인 점수의 변화

5.2.1 유창성 요인

아래 <Table 8>과 같이 창의성 하위요인 중 유창성 요인 점수에 대한 반복측정 분산분석을 실시한 결과, 사전검사는 11.43점($SD=6.76$), 1차 검사는 16.51점($SD=8.20$), 2차 검사는 17.73점($SD=7.87$)으로 검사 시기에 따라 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다.

이 세 점수들 간에 시기별로 유의미한 차이가 있는지를 살펴보기 위해 일원분산분석을 통한 Scheffé 검증을 실시한 결과, 사전검사 점수에 대해 1차 검사와 2차 검사 점수가 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이가 나타났다. 반면, 1차 검사와 2차 검사간의 평균은 $p>.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 즉, 로봇활용교육에 참여한 학생들의 유창성 요인 점수는 긍정적으로 향상되었고, 특히 1차 검사 이전에 유의미한 향상이 있었다. 따라서 장기간에 걸친 로봇활용교육은 학생들의 창의성 하위 요인 중 유창성 요인 점수를 효과적으로 향상시키며 유창성 점수의 향상은 특히 초기 로봇활용교육과 밀접한 관련이 있다.

<Table 8> Repeated-measures ANOVA for fluency factor difference in the test period

Testing factor	Testing time	N	M	SD	df	F	Scheffé
Originality	Pre-	237	11.43	6.76	2	45.45***	①<③ ①<②
	First		16.51	8.20			
	Second		17.73	7.87			

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$ ①=Pre-, ②=First, ③=Second

5.2.2 독창성 요인

아래 <Table 9>와 같이 창의성 하위요인 중 독창성 요인 점수에 대한 반복측정 분산분석을 실시한 결과, 사전검사는 8.29점($SD=5.70$), 1차 검사는 11.41점($SD=6.81$), 2차 검사는 12.69점($SD=6.96$)으로 검사 시기에 따라 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다.

이 세 점수들 간에 시기별로 유의미한 차이가 있는지를 살펴보기 위해 일원분산분석을 통한 Scheffé 검증을

실시한 결과, 사전검사 점수에 대해 1차 검사와 2차 검사 점수가 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이가 나타났다. 반면, 1차 점수와 2차 점수간의 평균은 $p>.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 즉, 로봇활용교육에 참여한 학생들의 독창성 요인 점수는 긍정적으로 향상되었고, 특히 1차 검사 이전에 유의미한 향상이 있었다. 따라서 장기간에 걸친 로봇활용교육은 학생들의 창의성 하위 요인 중 독창성 요인 점수를 효과적으로 향상시키며 독창성 점수의 향상은 특히, 초기 로봇활용교육과 밀접한 관련이 있다.

<Table 9> Repeated-measures ANOVA for originality factor difference in the test period

Testing factor	Testing time	N	M	SD	df	F	Scheffé
Fluency	Pre-	237	8.29	5.70	2	51.73***	①<③ ①<②
	First		11.41	6.81			
	Second		12.69	6.96			

*** $p<.001$ ①=Pre-, ②=First, ③=Second

5.2.3 개방성 요인

아래 <Table 10>과 같이 창의성 하위요인 중 개방성 요인 점수에 대한 반복측정 분산분석을 실시한 결과, 개방성 요인 점수는 검사 시기에 따라 계속적으로 하락한 것으로 나타났다. 세부적으로 사전검사는 10.81점($SD=3.71$), 1차 검사는 9.93점($SD=3.98$), 2차 검사는 9.60점($SD=4.22$)으로 검사 시기에 따라 $p<0.01$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다.

이 세 점수들 간에 시기별로 유의미한 차이가 있는지를 살펴보기 위해 일원분산분석을 통한 Scheffé 검증을 실시한 결과, 사전검사 점수와 2차 검사 점수가 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이가 나타났다. 반면, 1차 점수에 대해 사전 점수와 2차 점수 간의 평균은 $p>.05$ 수준에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 로봇활용교육 창의성 하위요인인 개방성 요인 점수가 하락한 시점은 특정한 시점에 국한된 것이 아니라 사전검사 이후 꾸준히 하락한 것을 의미한다.

<Table 10> Repeated-measures ANOVA for openness factor difference in the test period

Testing factor	Testing time	N	M	SD	df	F	Scheffé
Openness	Pre-	237	10.81	3.71	2	6.72**	①>③
	First		9.93	3.98			
	Second		9.60	4.22			

* $p < .05$, ** $p < .01$ ①=Pre-, ②=First, ③=Second

5.2.4 민감성 요인

마지막으로 아래 <Table 11>과 같이 창의성 하위요인 중 민감성 요인 점수에 대한 반복측정 분산분석을 실시한 결과 사전검사는 5.65점($SD=4.49$), 1차 검사는 5.69점($SD=3.63$), 2차 검사는 6.07점($SD=3.95$)으로 검사 시기에 따라 $p > .05$ 수준에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

이 세 점수들 간에 시기별로 어떠한 차이가 있는지를 자세히 살펴보기 위해 일원분산분석을 통한 Scheffé 검증을 실시한 결과, 사전검사 점수에 대한 1차 검사와 2차 검사 점수 모두 $p > .05$ 수준에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 민감성 요인 점수가 일정 부분 향상되었으나 향상된 점수가 유의미한 차이를 나타내지 않음을 의미하는 결과다.

<Table 11> Repeated-measures ANOVA for sensitivity factor difference in the test period

Testing factor	Testing time	N	M	SD	df	F	Scheffé
Sensitivity	Pre-	237	5.65	4.49	2	1.08	
	First		5.69	3.63			
	Second		6.07	3.95			

이것으로 볼 때, 로봇활용교육은 창의성 하위요인 중 유창성과 독창성을 긍정적으로 향상시키며, 특히 유창성과 독창성 점수의 향상은 초기의 로봇활용교육과 밀접한 관련이 있다.

5.3 성별에 따른 시기별 창의성 총점 변화

남학생과 여학생의 창의성 점수 변화에 유의미한 차이가 있는지를 살펴보기 위해 반복측정 분산분석을 실시하였다. 그 결과 남학생의 창의성 총점은 사전검사에서

36.57점($SD=15.03$)으로 나타났고, 1차 검사는 43.52점($SD=16.33$), 2차 검사에서는 46.25점($SD=18.32$)으로 검사 시기에 따라 $p < .001$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다. 마찬가지로 여학생의 창의성 총점은 사전검사에서 35.78점($SD=15.33$)으로 나타났고, 1차 검사에서는 43.54점($SD=16.82$), 2차 검사에서는 45.95점($SD=17.13$)으로 검사 시기에 따라 $p < .001$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다.

<Table 12> The result of creativity total Score analysis according to gender

Testing time	Student's gender	N	M	SD
Pre-	Male	117	36.57	15.03
	Female	120	35.78	15.33
	Total	237	36.17	15.15
First	Male	117	43.52	16.63
	Female	120	43.54	16.82
	Total	237	43.54	16.64
Second	Male	117	46.25	18.32
	Female	120	45.95	17.13
	Total	237	46.10	17.69
Grand total	Male	117	42.12	17.13
	Female	120	41.76	16.96
	Total	237	46.10	17.69

한편 성별에 따른 시기별 창의성 총점의 변화에 유의미한 차이가 있는지를 아래 <Table 13>과 같이 살펴본 결과, 창의성 검사 시기 간에는 $p < .001$ 수준에서 유의미한 차이가 나타났으나, 남학생과 여학생의 창의성 점수 변화에 대한 차이는 $p > .05$ 수준에서 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다. 또한 검사 시기와 성별 간의 상호작용은 $p > .05$ 수준에서 유의미하지 않는 것으로 나타났다. 이는 장기간에 걸쳐 실시된 로봇활용교육은 학생의 성별에 관계없이 창의성을 향상시키는 데 효과적임을 나타내주는 결과다.

<Table 13> Repeated-measures ANOVA for creativity total score difference in the gender

Source	SS	df	MS	F	Scheffé
Test period	12569.410	2	6284.705	40.71***	①<③ ①<②
Gender	22.838	1	22.838	.04	
Test period *Gender	19.334	2	9.667	.035	
Error	72552.57	470	154.367		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$ ①=Pre-, ②=First, ③=Second

5.4 학년군에 따른 시기별 창의성 총점의 변화

다음은 학년군(저·중·고학년)의 창의성 총점의 변화에 유의미한 차이가 있는지를 살펴보기 위해 반복측정 분산분석을 실시한 결과다.

<Table 14> The result of creativity total score analysis according to lower-middle grades and higher Grades

Testing time	Grade clusters	N	M	SD
Pre-	Lower(1st and 2nd)	44	29.95	15.36
	Middle(3rd and 4th)	88	34.99	13.38
	Higher(5th and 6th)	105	39.77	15.59
	Total	237	36.17	15.15
First	Lower(1st and 2nd)	44	34.61	16.28
	Middle(3rd and 4th)	88	40.52	15.61
	Higher(5th and 6th)	105	49.80	15.30
	Total	237	43.54	16.64
Second	Lower(1st and 2nd)	44	42.98	18.92
	Middle(3rd and 4th)	88	41.58	12.69
	Higher(5th and 6th)	105	51.19	19.49
	Total	237	46.10	17.69
Grand total	Lower(1st and 2nd)	44	35.85	17.64
	Middle(3rd and 4th)	88	39.03	14.20
	Higher(5th and 6th)	105	46.92	17.60
	Total	237	41.94	17.03

위의 <Table 14>를 보면, 로봇활용교육에 장기간 참여한 저학년(1·2학년) 학생들은 로봇활용교육에 참여한 이후 창의성이 꾸준히 향상된 것으로 나타났다. 세 부적으로 사전검사는 29.95점($SD=15.36$), 1차 검사는 34.61점($SD=16.28$), 2차 검사는 42.98점($SD=18.92$)으로 검사 시기에 따라 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다.

중학년(3·4학년) 역시 로봇활용교육에 참여한 이후 창의성이 꾸준히 향상된 것으로 나타났다. 사전검사는 34.99점($SD=13.38$), 1차 검사는 40.52점($SD=15.61$), 2차 검사는 41.58점($SD=12.69$)으로 검사 시기에 따라 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다.

마찬가지로 고학년(5·6학년)도 사전검사가 39.77점($SD=15.59$), 1차 검사 49.80점($SD=15.30$), 2차 검사 51.19점($SD=19.49$)으로 검사 시기에 따라 $p<.001$ 수준에서 유의미한 차이가 있었다.

앞서 검증한 자료를 바탕으로 시기별로 학년군 간에 유의미한 차이를 보이는지를 아래 <Table 15>와 같이

살펴본 결과, 검사 시기와 학년군에 따른 창의성 총점의 차이는 $p<.001$ 수준에서 유의미하게 나타났다. 하지만 검사 시기와 학년군 간의 상호작용은 $p<.001$ 수준에서 유의미하지 않았다. 이는 장기간에 걸쳐 이루어진 로봇활용교육은 학생들의 창의성을 긍정적으로 향상시키는 데 효과적이며, 시기와 학년군 간에는 상호작용이 없음을 의미하는 결과다.

더불어 학년군에 따른 차이를 Scheffé 검증 결과를 통해 살펴본 결과, 고학년과 중·저학년 간에는 $P<0.01$ 수준에서 차이가 있으나, 저학년과 중학년 간에는 $P<0.01$ 수준에서 차이가 없는 것으로 나타났다. 여기서 고학년의 창의성 평균 점수가 중·저학년 평균 점수보다 전체적으로 높다는 점을 고려해 볼 때, 로봇활용교육은 고학년에 더 더욱 효과적임을 알 수 있다. 따라서 장기간에 걸친 로봇활용교육은 초등학교 저학년과 중학년에 비해 고학년 학생의 창의성을 향상시키는 데 더욱 효과적이다.

<Table 15> Repeated-measures ANOVA for creativity total score difference in lower-middle grades and higher Grades

Source	SS	df	MS	F	Scheffé
Testing time	11378.598	2	5689.299	37.52***	①<③ ①<②
Grade clusters	14947.281	2	7473640	16.52***	①<③ ②<③
Testing time* Grade clusters	1607.130	4	401.783	2.65	
Error	70964.80	468	151.63		

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$ ①=Pre-, ②=First, ③=Second

6. 결론 및 논의

본 연구는 장기간에 걸친 로봇활용교육이 학생들의 창의성에 어떠한 영향을 미치는지를 밝히는 데 목적이 있다. 이를 위해 2011년부터 2012년까지 로봇활용교육 연구학교로 지정된 초등학교 237명 학생을 대상으로 창의성 사전검사, 1차 검사, 2차 검사를 실시하였다. 검사 결과를 바탕으로 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 로봇활용교육에 참여한 학생들의 창의성 점수는 유의미하게 향상되었다. 이는 김종훈(2006), 이은경

(2008), 박흥제(2010)의 연구와도 일치하는 결과로 로봇 활용교육은 학생들의 창의성을 향상시키는 데 효과적이라고 할 수 있다. 한편, 본 연구는 로봇활용교육을 장기간 투입하고 학생들의 시기에 따라 창의성의 변화를 살펴본다는 점에서 선행연구들과 구별되는 특징이 있다. 이를 위해 1년 6개월 동안 로봇활용교육을 실시하였고 로봇활용교육에 참여한 초등학교 전(全)학년 학생들을 대상으로 창의성 사전검사, 1차 검사, 2차 검사를 실시하였다. 창의성 검증 결과, 학생들의 창의성 총점은 1차 검사와 2차 검사 모두 향상되었다. 하지만 유의한 향상은 1차 검사에서만 나타났다. 이러한 점에서 로봇활용교육의 효과를 최대한 이끌어내기 위해서는 로봇활용교육을 최초로 제공하는 시기로부터 근접한 시점에 다양한 교육방법과 내용이 투입하여야 할 것이며 이와 동시에 교육방법과 내용에 대한 질 관리가 함께 이루어져야 할 것으로 판단된다.

둘째, 창의성의 4개 하위요인 중 유창성과 독창성 요인 점수가 효과적으로 향상되었다. 이는 학생들이 로봇매체를 설계하고 조립하는 과정에서 실제적인 과제(athentic task)를 해결하는 것과 유사한 문제해결과정을 거치게 되며[10], 이러한 과정은 문제 자체가 갖는 복잡성으로 인해 학생들에게 다양하고 참신한 아이디어를 필연적으로 요구한다는 점으로부터 기인한다고 본다.

반면, 본 연구에서는 창의성 하위요인 중 개방성과 민감성 요인은 유의미한 향상이 나타나지 않았다. 선행 연구에서도 본 연구와 유사하게 창의성 총점은 효과적으로 향상되었으나 창의성 하위요인에서 대해서는 상반되는 결과를 보이는 경우가 있었다. 서형업(2007)의 연구에서는 창의성 총점은 유의하게 향상되었으나 창의성 하위요인 중 유창성과 융통성 요인에는 효과가 나타나지 않았다. 김종훈(2006)의 연구에서는 창의성 총점은 유의미하게 향상되었으나 유창성과 융통성 요인에는 효과가 나타나지 않았다. 그럼에도 불구하고 이들 연구에서는 로봇활용교육이 학생들의 창의성 신장에 효과적이라는 데 동의하며, 본 연구의 결과 역시 로봇활용교육을 받고 난 후의 학생들의 창의성 총점이 유의미하게 향상되었다는 점에서 로봇활용교육이 창의성 신장에 효과적이라고 결론내릴 수 있다.

다만, 창의성 하위요인 중 유창성과 독창성 요인이 효과적으로 향상되지 않은 것에 대해서는 로봇매체의

차이, 교사 요인, 학습자 요인, 환경적 요인 등 다양한 요소들이 복합적으로 작용하였을 가능성을 고려해 볼 수 있다. 특히, 로봇활용수업의 일환인 LEGO를 활용한 교육에서 학생들이 수업에 적극적으로 참여하도록 자극하고 긍정적인 태도를 갖게 하는 데에는 교사가 상당한 영향력을 미치는 것으로 나타난 Lindh et al.(2007)의 연구로부터 교사의 수업방식이나 태도, 열정, 능력 등의 요인으로부터 오는 원인을 유추해 볼 수 있다. 하지만 보다 정확한 원인을 파악하기 위해서는 추가 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

셋째, 로봇활용교육에 참여한 남학생과 여학생의 창의성 점수는 모두 효과적으로 향상되었다($p < .001$). 또한 남학생과 여학생의 창의성 점수 향상이 검사 시기와 관련이 있는지를 살펴본 결과, 검사 시기와 성별 간의 상호작용은 유의미하지 않은 것으로 나타났다($p > .05$). 이는 창의성을 주제로 수행한 서형업(2007)과 김경현(2012)의 연구와 동일한 결과로 로봇활용교육은 성별에 관계없이 효과적이라고 볼 수 있다.

마지막으로 로봇활용교육에 참여한 초등학교 저·중·고학년 학생들 모두 창의성이 효과적으로 향상되었고, 특히 저·중학년에 비해 고학년 학생들의 창의성 점수가 효과적으로 향상되었다($P < 0.01$). 여기서 주목할 점은 로봇활용교육이 고학년뿐만 아니라 초등학교 저·중학년 학생들에게도 효과적이었다는 점이다. 이는 프로그래밍을 다루는 로봇활용교육은 프로그래밍을 이해할 수 있는 고학년에게 보다 적합할 것이라는 일반적인 인식과는 상반되는 결과로 로봇활용교육이 저학년과 중학년 학생들에게도 충분히 적용 가능함을 나타내주는 대목이라 할 수 있다. 하지만 현재까지 수행된 연구들은 고학년 위주의 컴퓨터 프로그래밍 교육 프로그램 개발이나 효과성 검증에 대한 연구가 대부분이어서[13] 저학년 학생들이 참여할 수 있는 프로그램이 고학년에 비해 충분하지 못한 실정이다. 따라서 로봇활용교육이 성공적으로 이루어지기 위해서는 고학년뿐만 아니라 저·중학년 학생을 배려한 교육 프로그램과 학습자 수준을 고려한 다양한 학습 과제가 개발되어야 할 것으로 보인다.

이러한 결과를 바탕으로 후속 연구에 대한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 로봇활용교육이 효과적으로 이루어지기 위해서는 체계적인 교육방법과 질 높은 교육내용이 다양하게

개발되어야 할 것이다.

둘째, 초등학교 학생 이외에도 중·고등학교 학생들을 대상으로 한 장기간에 걸친 로봇활용교육의 효과 연구가 수행되어야 할 것이다.

셋째, 로봇활용교육을 통한 창의성 변화를 보다 세밀하게 관찰하기 위해서는 양적연구와 더불어 질적연구도 함께 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Hong, Ki-Cheon, & Shim, Jae-Guk (2013). A Study of STEAM Education for Elementary Science Subject with Robots. *Korea Association of information education*, 17(1), 83-91.
- [2] Jeon, Kyung-Won, & Jeon, Kyung-Nam (2008). A Expert Guidebook on Creativity Test(K-FC TES) for Elementary School Students. Seoul: Korea Psychological Service.
- [3] Jeon, Kyung-Won, & Jeon, Kyung-Nam (2008). Creativity Test(K-FC TES) for Elementary School Students. Seoul: Korea Psychological Service.
- [4] Kim, Chul (2012). An Analysis of Domestic Research Trend and Educational Effects in Relation to Robot Education. *Korea Association of information education*, 16(2), 233-243.
- [5] Kim, Chul (2013). A Study on Systematic Review of Learning with a Robot. *Korea Association of information education*, 17(2), 199-209.
- [6] Kim, Jong-Hoon · Kim, Jong-Jin, & Lee, Tae-Oak (2006). A Study on the Development of Creativity in Elementary School Through Micro-Robot Education. *The Korean Contents Association*, 6(8), 124-132.
- [7] Kim, Yeong-Ae · Kim, Kyung-Hyun · Baek, Je-Eun · Jang, Yu-Jin · Kim, Du-Gyu · Heo, Kyun, & Chae, Kyung-Hwa (2012). The Effects of the Robot Based Instruction in 2012. Korea Education & Research Information Service, CR 2013-4.
- [8] Korea Education & Research Information Service (2013). The Guide of Teaching and Learning Process Plan with a Robot. TL-2013-2-1~9.
- [9] Lee, Eun-Kyoung, & Lee, Young-Jun (2008). The Effects of a Robot Based Programming Learning on Learners' Creative Problem Solving Potential. *Korean Institute of Industrial Educators*, 33(2), 120-136.
- [10] Lee, Hwa-Jeong · Han, Jeong-Hey, & Jo, Mi-Heon (2013). Effect Analysis of Learning with a Robot for Improving Creativity in the Regular Curriculum of Elementary School. *The Korean society for Child Education*, 22(2), 19-35.
- [11] Lee, Young-Jun, & Lee, Eun-Kyoung (2008). An Algorithm Learning Program with Robot. *The Korean Association of Computer Education*, 12(1), 33-44.
- [12] Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems?. *Computers & Education*, 49(4), 1097-1111.
- [13] Ministry of Education and Science Technology (2009). The curriculum revision in 2009.
- [14] Park, Gwang-Ryeol (2011). A Review of Current Status and Direction of Education of Robot and Educational Materials in Elementary Schools. *The Society of Korean Practical Arts Education*, 24(3), 323-343.
- [15] Park, Gyeong-Jae, & Lee Su-Jeong (2010). A Comparative Study of the Effect of Doolittle and Robot Programming Education on Creativity. *Korea Association of information education*, 13(4), 619-626.
- [16] Park, Heung-Jae, & Moon, Seong-Hwan (2010). Development and Application of a Robot Drama Program for Children's Creativity. *The Society of Korean Practical Arts Education*, 23(2), 159-181.
- [17] Park, Jung-Ho, & Kim, Chul (2011). The Effects of the Robot Based Art Instruction on the Creativity in Elementary School. *Korea Association of information education*, 15(2), 277-285.

[18] Park, Jung-Ho, & Kim, Chul (2011). The Effects of Robot Based Mathematics Learning on Learners' Attitude and Problem Solving Skills. *The Korean Association of Computer Education*, 13(5), 71-80.

[19] Resnick, M. (2008). Showing the seeds for a more creative society. *Learning & Leading with technology*, 25(4), 18-22.

[20] Shin, Na-Min, & Kim, Sang-A (2007). What do robots have to do with student Learning?. *Korean Association for Educational International and Media*, 13(3), 77-99.

[21] Park, Jung-Ho, & Kim, Chul (2011). The Effect of STEM Integration Education Using Educational Robot on Academic Achievement and Subject Attitude. *Korea Association of information education*, 15(1), 11-22.

[22] Suh, Hyeong-Eob (2007). The Effects on Improving Creativity with a PBL-based Robot Education Program: Case of a Science High School. *Korean Society for Engineering Education*, 10(4), 93-122.



김 경 현

1992 부산교육대학교 초등교육 전공(학사)
 1999 부산대학교 교육방법 전공(석사)
 2004 부산대학교 교육공학 전공(박사)
 1993~2002 부산지역 공립초등학교 교사
 2003~2006 한국교육학술정보원(KERIS)
 2006~현재 원광대학교 교수
 관심분야: 멀티미디어, 수업분석, 콘텐츠, 첨단 수업 미디어
 e-mail: edukim@wonkwang.ac.kr

저자소개



백 제 은

2006 전주교육대학교 초등교육 전공(학사)
 2009 원광대학교 교육방법 및 공학 전공(석사)
 2014 원광대학교 교육학 전공(박사)
 2006~2014 전북지역 공립초등학교 교사
 2015~현재 익산공동초등학교 교사
 관심분야: 수업분석, WBI, MBI, 콘텐츠, 로봇, 미디어
 e-mail: bje1009@hanmail.net

