

수학 모바일 애플리케이션이 수학 학습부진아동의 연산 유창성과 수학 학습동기에 미치는 영향

신선애*, 권정민**

서울아주초등학교*, 서울교육대학교 유아.특수교육과**
resis83@sen.go.kr, jungminkwon@snu.ac.kr

Math Mobile Applications Affect Arithmetic Fluency and Learning
Motivation of Underachieving Students in Math

Sunae Shin*, Jungmin Kwon**

Elementary School*, Dept. of Early Childhood & Special Education, Seoul National
University of Education**

요 약

본 연구에서는 수학 모바일 애플리케이션을 활용한 연산학습이 수학 학습부진아의 연산 유창성과 수학 학습동기에 미치는 영향을 알아보았다. 수학 유창성이란 수학적 질문에 빠르고 정확하게 대답하는 학생의 능력을 말한다. 초등학교 4학년에 재학 중인 수학 학습부진아동 24명을 대상으로 실험집단에는 수학 모바일 애플리케이션을 활용한 연산학습을, 비교집단에는 연산학습지를 활용한 연산학습을 실시하였다. 연구 결과 수학 모바일 애플리케이션을 활용한 연산학습은 수학 학습부진아의 연산유창성 향상에 긍정적인 영향을 미쳤다. 수학 유창성 면에서 수학 모바일 애플리케이션을 활용한 연산학습은 학습지를 활용한 연산학습보다 수학 유창성 향상에 더 효과적이었다. 또한 수학 모바일 애플리케이션을 활용한 연산학습은 수학 학습부진아의 수학 학습동기에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

In this research, we investigated the effect of arithmetic learning utilizing mathematical mobile application on arithmetic fluency and learning motivation of underachieving students in math. 24 4th grade math underachievers were divided into control and experimental groups. Arithmetic learning utilizing mathematical mobile application was conducted for experimental group and arithmetic learning utilizing learning worksheets was conducted for comparative group. After three weeks, the experimental group showed increase in math fluency and motivation compared to control group. Implications are discussed.

Keywords : Math, application, mobile, smart learning, game(수학, 앱, 모바일, 스마트 러닝, 게임)

Received: Jun. 12, 2014 Accepted: Jul. 09, 2014

Corresponding Author: Jungmin Kwon

(Seoul National Univ. of Education)

E-mail: jungminkwon@snu.ac.kr

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

© The Korea Game Society. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

우리나라는 국가수준에서 초등학교 저학년부터 많은 시수를 확보해 수학교과를 지도하도록 하고 있다. 하지만 수학교과에서 일반적인 지능을 가지고 있음에도 교육과정의 내용을 따라가기 힘든 기초학력수준 및 기초학력미달수준 학생이 2010년 학업성취도 결과 23.6%에 이른다[1]. 강승재[2]는 학습부진의 요인을 학습자의 인지적, 신체적, 정의적 요인으로 살펴보았는데 이 중 인지적 요인인 언어능력, 판단력, 문제해결력 뿐만 아니라 정의적 요인인 주의집중력, 흥미, 의욕 등이 수학 학습부진의 원인 중에서 주목받고 있다고 하였다. 바르지 못한 수학 학습습관이나 문제해결에 대한 흥미 결여, 수학에 대한 부정적인 태도가 수학 학습부진을 초래하는 원인이 된다는 것이다. 이은휘[3]는 수학 학습부진아들의 지속적인 학습결손은 지적 흥미와 학습 동기의 상실, 부정적인 자아 개념의 형성, 주의집중력의 약화를 가져오고 학습결함이 날로 누적되는 악순환을 낳게 된다고 하였다. 또한 정지연, 김성준[4]은 초등학교 일반학생과 비교했을 때, 수학 학습부진아들이 느끼는 수학불안이 유의미하게 높다는 것은 수학불안이 수학 학습부진의 원인임을 증명하는 것이라고 하였다.

학습동기가 학업성취도나 개념형성 등의 학습효과에 정적인 관련성을 가진다는 연구[5,6]와 적절한 동기유발의 전략을 수업에 적용하면 학습동기에 긍정적인 영향을 준다는 연구[7]를 통해 학습의 효과는 인지적 요소뿐 아니라 동기적 요소에 의해서도 결정됨을 알 수 있다. 따라서 이러한 정의적 영역을 고려하여 수학 학습부진아들의 수학불안을 낮추고, 학습동기를 높여, 궁극적으로 수학에 대한 긍정적 태도를 가질 수 있도록 도와줄 수 있는 학습방법에 대한 연구가 필요하다.

2009 개정 수학과 교육과정은 수와 연산, 도형, 측정, 확률과 통계, 규칙성과 문제해결의 5가지 영역으로 이루어져 있다. 특히 수와 연산 영역은 수의 개념을 익히고, 수를 분류하며, 크기와 순서를

알고, 수를 모으고 가르는 활동으로 수학학습의 가장 기초가 되는 영역이다. 다른 수학영역의 경우 초등학교 4학년 과정 이후에 새로운 개념이 도입되는 경우도 있지만 수와 연산 영역은 수의 개념 및 덧셈·뺄셈·곱셈·나눗셈의 사칙연산의 개념을 초등학교 3학년까지 모두 가르치도록 되어 있다. 그 이후 배우게 되는 모든 소수의 연산, 분수의 연산, 혼합계산, 함수, 방정식 등은 3학년 때까지 배운 사칙연산의 개념을 활용하여 내용을 심화하는 것이므로, 3학년에서 사칙연산이 완성된다고도 볼 수 있다. 따라서 3, 4학년 시기에 연산학습에 대한 부진이 생기면 고학년으로 갈수록 학력격차가 확대될 수 있으므로 이 시기에 기초학력으로써 연산학습에 대한 수학교육을 강화해야 할 필요성이 있다.

연산학습과 관련하여 주목해야 할 부분은 수학적 유창성이다. 수학적 유창성은 수학적 질문에 대해 빠르고 정확하게 대답하는 학생의 능력을 말한다[8]. 수학 학습부진학생의 경우 기본연산의 자동성에 대한 중요성이 문제해결, 수 개념 등 다른 수학기초들 때문에 간과될 수 있다. 하지만 학생들이 답을 말하는 속도는 수학학습에 있어서 중요한 의미를 지니고 있다. Miller & Heward[9]에 따르면 수학적 유창성은 실제 세상에서 적용되는 더 복잡한 문제해결 능력에 초점을 맞춘 향상된 유지와 일반화의 능력으로 연결될 수 있다고 말한다.

수학적 유창성을 증가시키기 위한 활동의 대표적인 예가 바로 시간제한이 있는 활동이다. 1분 안에 가능한 많은 문제를 완성하는 것은 시간제한이 있는 활동의 한 형태가 될 수 있는데, 이러한 활동은 학생들에게 빠른 속도로 기술을 연습할 수 있는 기회를 제공한다. 시간제한 활동은 자주 실시하는 것이 효율적이다. 시간제한 활동은 매일 실시하는 것이 가장 효과적이며, 적어도 일주일에 세 번은 실시되어야 효과적이라고 보고한다[9].

수학학습부진아의 연산에 대한 대부분의 연구는 연산 능력과 연산 유창성의 뜻을 구분하여 사용하지 않지만, 주어진 시간 안에 문제를 정확하게 풀어낸 결과를 연산 능력으로 정의하고 있어 연산

능력은 기본적으로 수학적 유창성을 포함 한다고 할 수 있다. 수학학습부진아의 연산 유창성을 위한 선행연구를 살펴보면 다양한 중재방법이 적용되었는데 자기교시훈련[10], 조기수학교수[11], 자기조절전략[12], 팀 보조개별(TAI)협동학습[13] 등의 전략이 활용되었다. 하지만 구체적으로 수학적 유창성, 즉 정확성뿐만 아니라 신속성에 초점을 맞추어 중재를 실시한 연구는 찾아보기 힘들다. 따라서, 시간제한 활동을 효과적으로 활용한다면 연산영역의 유창성에 초점을 맞춘 새로운 중재방법을 제시할 수 있을 것이다.

최근의 연구에서는 스마트폰을 기반으로 하는 애플리케이션을 중재도구로 활용하는 경우가 늘고 있으며, 외국 연구의 경우 아이패드를 활용한 스마트러닝에 대한 연구가 활발하다. 스마트폰 학습에 애플리케이션의 경우 연산 유창성과 학습동기 및 수학적 태도 향상을 위한 긍정적인 요소가 많다. 애플리케이션의 연산 유창성 향상을 위한 요소로는 첫째, 별도로 시간을 재지 않아도 시간제한이 기본적으로 설정되어 있고 둘째, 다양한 문제 데이터베이스를 가지고 있어 효율적인 단계별 반복학습이 가능하며 셋째, 문제해결속도를 기록으로 저장하거나 점수에 따른 아이템, 레벨 업 등의 보상을 받아 학습자로 하여금 문제해결의 신속성과 정확성에 주력하게 한다는 점이다. 또한 학습이 지루하지 않도록 하는 다양한 효과음과 플래시 애니메이션, 스토리가 있는 전개 등의 특징은 학습자의 학습동기와 수학적 태도 향상을 위한 긍정적인 요소가 된다. 어느 곳에서든 편하게 학습을 할 수 있는 휴대성 역시 쉽게 반복학습이 가능한 장점이 된다. 특히 학습애플리케이션 중 스마트폰을 기반으로 한 소셜 네트워크 게임은 사용자의 현실인맥 사이의 협력과 경쟁이 가능하여 더욱 몰입을 높일 수 있다는 장점을 가지고 있다[14].

이에 본 연구는 스마트 폰 기반 애플리케이션의 장점을 활용하여 수학 학습부진학생 24명을 대상으로 모바일 애플리케이션 활용이 수학 학습부진아의 연산 유창성과 수학 학습동기에 미치는 영향에

대해 알아보았다. 이 연구에서 사용된 중재도구는 "스피드 연산게임", "모두의 산수광" 애플리케이션이며, 이 애플리케이션을 활용하여 연산능력의 유창성이 향상되는가와 수학 학습동기에서 변화가 나타나는가에 대해 살펴보았다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

수학 모바일 애플리케이션 활용이 수학 학습부진아의 연산 유창성과 수학 학습동기에 미치는 영향을 알아보기 위하여 본 연구의 대상자로 서울특별시 소재하고 있는 A초등학교 4학년 수학 학습부진학생 15명, K초등학교 4학년 수학 학습부진학생 15명이 선정되었다. 대상자 30명 중 사전검사결과 동질성 여부를 판단하여 A초등학교 12명을 실험집단, K초등학교 12명을 비교집단으로 선정하였다. 최종 선정된 대상 아동의 나이, 성별, 한국교육과정평가원 초등학교 4학년용 수학진단평가[15] 결과, ACCENT 인지 검사(서울대학교 교육연구소, 2004) 결과, 수학유창성 향상도 측정을 위한 사전검사인 BASA-math[16] III단계 검사 결과는 [Table 1]과 같다.

2.2 연구 설계

연구 설계는 실험설계(experimental design) 중 통제집단사전·사후검사설계(pretest-posttest control group design)를 사용하였다. 프로그램 투입 전 실험집단과 비교집단의 수학 유창성과 수학 학습동기에 대한 사전검사를 실시하였다. 사전 검사 후 15차시에 걸쳐 실험집단은 모바일 애플리케이션을, 비교집단은 학습지를 활용하였다. 중재가 끝난 후 사후검사로 사전검사와 동형의 수학 유창성 검사와 수학 학습동기검사를 실시했다. 수학 유창성 검사는 BASA-math 검사를 사용하였으며, 수학학습동기검사는 Keller[17]가 개발한 "The

Course Interest Survey”를 박수경[5]이 변안한 것을 이지현[18]이 초등학교 수준과 수학교과목에 맞추어 수정한 수학 학습동기 검사지를 사용하였다.

순위경쟁을 하는 게임의 형태로 아이디와 비밀번호를 만들고 학년을 지정하면 해당 학년 수준에 해당하는 문제를 10초 안에 풀도록 하여 랭킹을 정하는 방법으로 구성되어 있다.

[Table 1] Description of Participants

	Experimental		Control	
	N(%)	M	N(%)	M
Total (N)	12		12	
Age		11.10		11.08
Sex M	5(41.7)		6(50)	
F	7(58.3)		6(50)	
한국교육과정 평가원 검사		52.45		54.25
ACCENT 인지 검사		98.51		99.03
BASA-math III 단계검사		32.25		32.42

2.3 중재 도구

2.3.1 수학학습앱 ‘스피드 연산게임’

삼성출판사가 만든 초등학교 학습업체 와이즈캠프의 ‘스피드 연산게임’은 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈에 대한 단계별 수학 학습 애플리케이션이다. 세로셈 학습법 적용으로 일의 자리부터 십의 자리, 백의 자리 순으로 차례로 입력하는 방식을 채택하고 있어, 수학학습부진학생들의 수학학습에 효과적이다. 또한 동일한 문제가 반복 출제되지 않도록 문제마다 숫자가 계속 변경되도록 설계되어 있다. 본 앱을 통해 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 네 가지 이항연산 훈련을 하고 교환법칙, 결합법칙, 분배법칙 등의 규칙을 저절로 터득할 수 있다. 본 앱은 훈련모드와 랭킹모드 두 가지 버전으로 구성되어 있다. 훈련모드는 사칙연산을 각각 초급, 중급, 고급의 과정으로 나누어 단계별로 연습할 수 있도록 구성되어 있고, 랭킹모드는 자기 학년의 다른 학생들과



[Fig. 1] Screenshot of Computation Game

2.3.2 수학게임앱 ‘모두의 산수판’

카카오톡과 연계하여 크게 유행한 ‘애니팡’과 유사한 소셜게임 형식으로, 연산문제를 풀어 랭킹을 올릴 수 있는 수학게임이다. ‘애니팡’과 마찬가지로 제한된 도전기회가 주어지며 6분마다 한 번씩 도전기회가 추가된다. 친구초대기능 역시 유사하다. 또한 ‘애니팡’의 ‘하트’와 마찬가지로 ‘모두의 산수판’의 도전기회인 ‘잔소리’를 친구에게 보내줄 수 있어 친구들과 도전기회를 주고받을 수 있다. 주변 사람들과 랭킹 경쟁이 가능할 뿐 아니라 카카오톡을 통해 자신의 점수를 공개할 수 있어 학습자의 흥미를 유발할 수 있다.



[Fig. 2] Screenshot of Social Network Game

2.4 연구 절차

이 연구의 대상 학생들은 수학학습 애플리케이션을 접해 본 경험이 없는 학생들이었기 때문에 본격적인 중재에 들어가기 전 2회에 걸쳐 애플리케이션 사용 훈련을 실시하였다. 애플리케이션 사용 훈련은 방과 후 교실에서 이루어졌으며 사용자 등록방법, 각 단계별 사용방법, 다음 단계로 넘어가는 방법, 점수를 확인하는 방법, 메인화면으로 돌아가는 방법, 단계별 재학습 및 점수 확인 방법으로 나누어 교사의 시범을 통해 구체적으로 보여주었다.

대상 아동들의 연산 유창성과 수학 학습동기를 알아보기 위하여 연구자는 1학년에서 4학년 교육과정에서 적합한 영역 및 내용을 추출하여, 앱의 단계를 선택적으로 활용하였다. 아침자율학습 시간 20분씩 15회기에 걸쳐 중재를 실시하였다.

실험집단과 비교집단은 동일한 학습난이도, 수업 진도를 따르나 실험집단은 앱을 활용하여 개별로 연산학습을 실시하고, 비교집단은 수학학습지를 활용하여 개별로 연산학습을 실시하였다. 실험집단은 중재과정에서 10분간은 단계별 학습앱, 나머지 10분간을 게임앱을 활용하여 연산과정을 내재화할 수 있도록 하였고, 비교집단은 같은 시간동안 동일한 유형의 문제를 학습지로 학습하였다.

3. 결 과

3.1 모바일 애플리케이션 활용이 수학

학습부진아의 연산 유창성에 미치는 영향

검사결과 실험집단은 BASA-math III단계 검사 점수가 모바일 애플리케이션 활용 전 32.25에서 활용 후 45.17으로 증가하였고, 비교집단에서는 32.420에서 학습지활용 후 38.83으로 증가하였다 ([Table 2]). BASA-math 사전점수를 공변인으로 추정된 사후점수에서는 실험집단이 45.24, 비교집단이 38.756으로 실험집단이 6.49 더 높았다.

[Table 2] Mean and SD of Two Groups

Groups	N	PRE		POST	
		M	SD	M	SD
EXP	12	32.25	13.82	45.17	14.59
CTRL	12	32.42	14.25	38.83	15.25

분산의 동질성 검정결과 Levene의 통계량에 대한 유의확률은 .746로 집단 간의 등분산 가정을 충족시키며 사전점수에서 유의한 차이가 있었으므로 공분산분석을 실시하였다. 사전검사 점수를 공변인으로 하여 사후검사 점수의 교정평균을 산출한 결과, 실험집단의 평균(M=45.24)과 비교집단의 평균(M=38.76) 사이의 차이가 커졌음을 알 수 있다. 이와 같은 차이가 통계적으로 유의한지 알아보기 위하여 사전 검사점수를 공변인으로 하고 사후 검사점수를 종속변인으로 하여 공분산분석을 실시한 결과는 다음 [Table 3]과 같다.

[Table 3] ANCOVA for Math Fluency

Var	Sum of square	df	Mean of square	F	p
Comm on	3756.24	1	3756.24	68.89***	.00
Group	252.59	1	252.59	4.63*	.04
Err	1145.10	21	54.53		
Tot	5142.00	23			

*p < .05, ***p < .001

사전점수의 F통계값은 68.886, 유의확률은 .000으로써 유의수준 .001에서 사전능력이 사후점수에 유의한 영향을 미치고 있다. 이를 통해 사후 연산 유창성 검사결과는 사전 수학 유창성 점수결과에도 영향을 받은 것을 알 수 있다. 사전 연산 유창성 검사의 영향을 통제된 후 교정된 사후 연산 유창성 검사점수의 통계적 유의성을 검정한 결과, F통계값은 4.632, 유의확률은 .043으로 유의수준 .05에

서 학습방법에 따라 교정된 연산 유창성에 유의한 차이가 있다고 결론을 내릴 수 있다. 연산 유창성 검사 점수의 공변인에 의한 사후점수 추정치가 두 집단 모두 사전점수에 비해 상승했고, 공분산분석을 통한 집단 간 비교에서는 유의수준에서 집단 간 차이가 나타났다. 즉 모바일 애플리케이션을 활용한 실험집단이 학습지를 활용한 비교집단보다 수학 유창성 측면에서 더 효과적임을 보여준다.

3.2 모바일 애플리케이션 활용이 수학 학습부진아의 수학 학습동기에 미치는 영향

모바일 애플리케이션 활용이 수학 학습부진아의 수학 학습동기에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험집단과 비교집단의 사전-사후 동기검사결과를 분석하였다. 변화의 집단 간 차이를 확인하기 위해 공분산분석을 실시하였다.

실험집단과 비교집단의 동기검사 점수를 살펴보면 105점 총점 중 실험집단의 경우 사전 동기검사 평균점수가 75.75, 사후 동기검사 평균점수가 86.00으로 10.25의 변화가 있었다. 비교집단의 경우 사전 동기검사 평균점수가 81.58, 사후 동기검사 평균점수가 80.17로 -1.41의 변화가 확인되었다. 동기검사 결과, 실험집단은 동기점수가 상승하였으나, 비교집단은 동기점수가 사전 점수에 비해 다소 하락한 것을 알 수 있다. 또한 사전검사 점수를 공변인으로 추정한 사후검사의 평균점수가 실험집단은 87.70로 비교집단의 78.47에 비해 9.24 높게 나왔다. 즉 모바일 애플리케이션을 활용한 실험집단의 학습동기 수준 향상이 학습지를 활용한 비교집단의 학습동기 변화 수준보다 높다([Table 4]).

[Table 4] Mean and SD of Two Groups

Group	N	PRE		POST	
		M	SD	M	SD
EXP	12	75.75	12.43	86.00	8.59
CTRL	12	81.58	8.45	80.17	7.99

p < .01, *p < .001

분산의 동질성 검증 결과 Levene의 통계량에 대한 유의확률은 .80로 나타나 집단간의 등분산 가정을 충족시키며 사전점수에 유의한 차이가 있었으므로 공분산분석을 실행하였다. 모수요인을 집단, 종속변인은 사후 전체동기점수, 공변인은 사전 전체동기점수로 설정하여 프로그램 활용 전과 후의 학습동기 변화에 대한 집단 간 차이를 알아보기 위해 공분산분석을 실시한 결과는 [Table 5]와 같다.

[Table 5] ANOVA for Math Motivation

Var	Sum of Squares	dF	Mean of Squares	F	p
Common	844.85	1	844.85	25.53 ***	.00
Group	473.04	1	473.04	14.85 **	.001
Err	668.81	21	31.85		
Tot	1717.83	23			

사전 수학 학습동기 검사의 F통계값은 844.85, 유의확률은 .00으로써 유의수준 .001에서 사전동기점수가 사후점수에 유의한 영향을 미치고 있다.

이를 통해 사후 수학 학습동기 검사결과는 사전 수학 학습동기 점수결과에도 영향을 받은 것을 알 수 있다. 사전 수학 학습동기 검사의 영향을 통제 후 교정된 사후 수학 학습동기 검사 점수의 통계적 유의성을 검정한 결과, F통계값은 14.85, 유의확률은 .001로 유의수준 .01에서 학습방법에 따라 교정된 수학 학습동기에 유의한 차이가 있다고 결론을 내릴 수 있다. 이러한 결과는 수학 모바일 애플리케이션을 활용한 연산학습이 수학 학습부진아의 수학 학습동기 향상에 긍정적 영향을 미침을 말해준다.

4. 논 의

이상과 같은 결과에 대해 다음과 같은 논의를 하고자 한다. 첫째, 수학학습앱을 활용하여 수학 학습부진아들이 연산훈련을 한 결과 연산 유창성이 향상된 것은 실험집단의 아동들이 연산학습에 모바일 애플리케이션을 활용하면서 주어진 시간동안 효과적으로 학습에 몰입할 수 있었던 점 때문으로 해석된다. 즉 학습시간 중 실제 학습에 임하는 집중시간이 높았고 같은 시간동안 문제를 해결하는 양도 비교집단보다 훨씬 많았다. 특히 수학 학습부진아들은 계산을 복잡하고 지루하게 생각하며 스스로 하려고 하지 않는 경향을 보이는데, 문제를 제시하는 방법을 다르게 하고 즉각적인 피드백을 주니 문제해결을 위해 노력하는 모습을 보였고, 그 과정에서 재미를 느끼며 집중하고 스스로 더 많은 단계를 해결하려는 모습을 보였다. 또한 연산을 게임과 놀이로 인식하여 중재시간을 기다리는 학생도 있었다. 이러한 결과는 교육용게임의 교육적 효과, 시나리오, 보상이 학습자의 몰입에 긍정적인 영향을 미친다는 기존 연구[19]와 온라인 교육용 게임이 학습자의 흥미를 유발하고 몰입에 있어서 긍정적이라는 기존 연구[20,21]와 일치한다.

또한 수학학습앱은 기초적인 연산부터 시작하여 단계적으로 반복학습을 할 수 있어 학생들로 하여금 수학 학습부진학생들도 연산에 대한 부담감 없이 학습에 접근할 수 있도록 하였다. 특히 중재를 실시하는 동안 한 자리수의 연산에 대한 유창성이 매우 빠르게 향상되는 것을 관찰할 수 있었는데 이를 통해 반복학습을 통한 연산과정의 자동화를 볼 수 있었다. 수학 학습부진아들 가운데는 연산학습을 내재화할 수 있는 반복학습이 잘 되는 않는 경우가 많다. 이는 연산 자체에 흥미를 느끼지 못해서 반복학습을 기피하는 이유와 보충학습이 제공되지 않아 효과적인 학습이 이루어지지 않는 이유 등 다양한 이유가 있다. 특히 애플리케이션을 활용한 연산학습은 언제 어디서나 학습이 제공될 수 있는 편제성을 가지고 있어(효과적인 반복학습이

제공되고, 개별화된 학습이 가능한 개별화(Individualization)의 특징을 가지고 있어 [22,23,24,25] 수학 학습부진아들의 연산 반복학습에 매우 긍정적이라는 것을 연구를 통해 알 수 있었다.

본 연구의 결과는 모바일 기기를 사용한 스마트 교육이 연산 유창성 향상에 효과적이라는 기존 연구[21,26,27,28]와 일치한다. 지금까지 기존의 선행 연구에서는 새로운 모바일 학습 애플리케이션의 개발에 연구주제가 집중되었고, 효과성 검증에 있어서 일반학생을 대상으로 한 연구가 많았다. 본 연구는 수학 학습부진아들을 대상으로 연산학습에서 모바일 애플리케이션 활용의 효과를 밝혀보고자 하였으며 연구결과를 통해 수학 학습부진아의 연산 유창성 향상에 효과가 있음을 알 수 있었다.

둘째, 실험집단과 비교집단에서 실시한 두 학습 방법 모두 연산 유창성이 향상되었으나, 수학학습 동기에서는 앱 사용 집단은 향상된 반면, 학습지를 활용한 비교집단은 오히려 동기점수가 떨어지는 결과를 보였다.

모바일 학습 어플리케이션 중 학습용 앱으로 사용한 ‘스피드 연산게임’ 앱은 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈에 대한 단계별 수학 학습 애플리케이션이다. 본 앱은 학생들이 지속적으로 주의집중을 할 수 있도록 동일한 문제가 반복 출제되지 않고 각 문제마다 숫자가 계속 변경되도록 설계되어 있다. 또한 1분이라는 짧은 시간제한이 있고, 각 단계마다 이러한 시간제한활동이 반복적으로 설계되어 있다. 시간제한활동은 학생들에게 빠른 속도로 기술을 연습할 수 있는 기회를 제공하고[29], 수학 학습부진아의 특징인 짧은 주의집중[30] 문제를 해결할 수 있는 효과적인 방법이다. 수학학습앱은 즉각적인 피드백과 다양한 보상, 짧은 시간제한활동에 의해 학생들이 쉽게 흥미를 잃지 않았고 이를 통해 학생들의 주의집중을 강화할 수 있었다. 학습동기가 학업성취도나 개념형성 등의 학습효과에 정적인 관련성을 가진다는 연구[31,32]와 적절한 동기유발의 전략을 수업에 적용하면 학습동기에 긍정적인 영향

을 준다는 연구[33]를 통해 이러한 학습동기의 향상이 연산 유창성 향상에도 도움을 주었을 것이라고 유추할 수 있다.

게임을 통해 연산을 연습하는 ‘모두의 산수왕’ 앱은 카카오톡과 연계하여 크게 유행한 ‘애니팡’과 유사한 소셜게임 형식으로, 연산문제를 풀어 랭킹을 올릴 수 있는 수학게임이다. 주변 사람들과 랭킹 경쟁이 가능할 뿐 아니라 카카오톡을 통해 자신의 점수를 공개할 수 있어 학습자의 흥미를 유발할 수 있다. 주어진 1분간 많은 연산문제를 해결할수록 높은 점수를 받게 되며 답을 빨리 적게 될수록 콤보점수가 생겨서 더 많은 점수를 획득하게 된다. 본 앱은 즉각적인 피드백과 재미있는 플래시 및 사운드가 제공되고, 친구로 저장된 사용자들 간의 경쟁과 협력이 가능하므로 그 과정에서 학습자들의 지속적인 주의집중과 자신감이 향상되었으리라 여겨진다. 이러한 결과는 스마트폰을 기반으로 한 소셜 네트워크 게임이 사용자의 현실인맥 사이의 협력과 경쟁이 가능하여 더욱 몰입을 높일 수 있다는 장점을 가지고 있다[14]는 기존의 연구와도 일치한다.

이상의 결과를 종합해보면, 모바일 애플리케이션을 활용한 연산학습이 수학 학습부진아동의 연산유창성과 수학학습동기에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 대부분의 학교 현장에서는 수학 학습부진아동의 연산 유창성을 위한 충분한 연습의 기회를 제공하지 못하고, 보충학습을 실시하더라도 학습지 풀이를 가장 보편적으로 실시하고 있다. 하지만 연구 결과는 수학 학습부진학생들의 흥미를 고려하여 다양하고 재미있는 연습의 기회를 제공하면 수학 학습부진아동의 연산유창성이 효과적으로 향상됨을 시사하고 있다. 또한 모바일 애플리케이션을 활용한 연산학습은 수학 학습부진아의 낮은 학습동기를 긍정적으로 변화시키고 연산에 대한 불안감을 줄여주어 스스로 여러 가지 문제에 접근할 수 있도록 도와준다. 따라서 교사는 수학 학습부진아들이 지속적으로 수학에 대한 동기를 유지하고 스스로 학습하는 습관을 가질 수 있도록 유도해야 하며

이를 위해 수학교육에서 모바일 애플리케이션의 활용과 그 효과에 대한 관심을 기울여야 할 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This paper is a revised and expanded version of a paper entitled ‘Effect of Math Mobile Applications on Arithmetic Fluency and Learning Motivation of Underachieving Students in Math’ that was presented at the International Symposium on Simulation and Serious Games 2014, Gyeongdo, Korea, on May 23, 2014. This paper is also a revised version of Shin Sunae’s master’s thesis.

REFERENCES

- [1] Korea Curriculum and Evaluation Center, “2009 Report”, 2009.
- [2] Seung-Jae Kang, “Effects of self-instruction with peer tutoring strategy on addition and subtraction abilities in fraction of students with underachievement in math”, Unpublished master’s degree dissertation, Gwangju National University of Education, 2010.
- [3] Eun-Hwi Lee, “Teaching of math low-achieving students”, Journal of the Korean School Mathematics, Vol. 4, No. 2, pp. 33-48, 2001.
- [4] Ji-Yeon Jung, Sung-Joon Kim, “A Study on the factors of mathematics anxiety of mathematical underachievers in the elementary school”, Journal of the Korean School Mathematics, Vol. 11, No. 2, pp. 315-335, 2008.
- [5] Soo-Kyoung Park, “The Effects of the constructivist instructional model using ARCS strategies on the acquisition of scientific conceptions and learning motivation”, Unpublished doctor’s degree dissertation, Pusan National University, 1998.

- [6] Sang-Ho Song, "Examination of the ARCS model : assumptions, features, and theoretical issues", *Journal of Educational Technology*, Vol. 14, No. 3, pp. 155-176, 1998.
- [7] Dong-Ryeul Kim, "The Development and the Effect of learning program called mindtool' s motivation through the research of applying ARCS to biology lessons in biology science education", Unpublished doctor's degree dissertation, Pusan National University, 2007.
- [8] Daniel P. Hallahan et al., "Learning Disabilities, 3/e", Seoul: Sigmappress., 2008.
- [9] Miller, A. D. & Heward, W. L., "Do your students really know their math facts? Using daily time trials to build fluency", *Intervention in School and Clinic*, Vol. 28, pp. 98-104, 1992.
- [10] Mi-Gyeong Guk, Yu-Sun Choi, "The Influences of self-instruction training on mathematics-learning retarded children's abilities related to calculating the four fundamental rules of arithmetics and their feeling of self-efficacy", *Journal of emotional & behavioral disabilities*, Vol. 17, No. 2, pp. 71-92, 2001.
- [11] Yun-Mi Lee, Ae-Hwa Kim, "The Effects of early mathematics program for students at-risk for math learning disabilities", *The Journal of Elementary Education*, Vol. 21, No. 3, pp. 287-312, 2008.
- [12] Hyeong-Il Kim, Hwang-Gyun Oh, "The Effects of self-regulated learning strategies on the calculation ability and error patterns of children with underachievement in mathematics learning", *Journal of Special Education for Curriculum and Instruction*, Vol. 1, No. 1, pp. 21-48, 2008.
- [13] Kyung-Ae Lee. "The effect of TAI cooperative learning on the number and arithmetic skills and mathematical attitude of students with math underachievement", Unpublished master's degree dissertation, Daegu National University of Education, 2013.
- [14] Su-Yeon Jeong, Hyung-Won Jung, Baik-Soon Seong, "A Study on commitment factors of social network game", *Korean Society for Computer Game*, Vol. 24, No. 3, pp. 155-165, 2011.
- [15] Korea Curriculum and Evaluation Center, *Math diagnostic test for 4th grade*, 2013.
- [16] Dong-Il Kim, "Basic academic skills assessment : math", Seoul: Hakjisa., 2006.
- [17] Keller, J. M., "Development and use of the ARCS model of instructional design", *Journal of Instructional Development*, Vol. 10, No. 3, pp. 2-10, 1987.
- [18] Ji-Hyun Lee, "Study on relations among math learning performance, gender, and math learning motive based on ARCS theory", Unpublished master's degree dissertation, Chongju National University of Education, 2011.
- [19] Yong-Chul Shin, Hyung-Won Jung, Baik-Soon Seong, "A Research on the commitment factors of educational games", *Korean Society for Computer Game*, Vol. 25, No. 4, pp. 157-168, 2012.
- [20] Eun-Kyoung Kang, Han-Il Kim, "Comparison of learning immersion experiences according to cognitive style in online edu-games", *The Journal of Korean association of computer education*, Vol. 13, No. 4, pp. 61-68, 2010.
- [21] Jong-Hyun Wi, In-Su Song, "Effectiveness of g-learning contents as an educational tool : The Analysis of g-learning math in elementary school", *Journal of Korea Game Society*, Vol. 11, No. 3, pp. 55-62, 2011.
- [22] Sei-Kyung Cho, "Smartphones used for foreign language learning", *Multimedia Assisted Language Learning*, Vol. 12, No. 3, pp. 211-228, 2009.
- [23] Jae-Hoon Whang, Dong-Hyun Kim, "An Empirical Study on the critical factors for successful m-learning implementation", *Journal of Information Technology Applications & Management*, Vol. 12, No. 3, pp. 57-80, 2005.
- [24] Rainger, P., "Accessibility and mobile learning. In Kukulska-Hulm, A. & Traxler, J. (eds.). *Mobile learning: A handbook for educators and trainers*" pp. 57-69, London: Taylor & Francis., 2005.
- [25] Traxler, J., "Defining, discussing and evaluating mobile learning", *The International Review of Research in Open and Distance Learning*,

Vol. 8, No. 2, pp. 22-33, 2007.

- [26] Patricia O'Malley et al., "Effectiveness of Using iPads to Build Math Fluency. 2013 Council for Exceptional Children Annual Meeting in San Antonio, Texas", Baltimore Maryland: Kennedy Krieger Institute., 2013.
- [27] Kiger, D., Herro, D., & Prunty, D., "Examining the Influence of a Mobile Learning Intervention on Third Grade Math Achievement", Journal of Research on Technology in Education, Vol. 45, No. 1, pp. 61-82, 2012.
- [28] Hyo-Jung Choi, "Design and implementation of smart learning system to improve arithmetical operations for low achievers", Unpublished master's degree dissertation, Seoul National University of Education, 2012.
- [29] Miller, A. D. & Heward, W. L., "Do your students really know their math facts? Using daily time trials to build fluency", Intervention in School and Clinic, Vol. 28, pp. 98-104, 1992.
- [30] Jong-Sik Jeong, "Diagnosis and Treatment of Underachievers", Seoul: Kyoyookbook, 1992.
- [31] Soo-Kyoung Park, "The Effects of the constructivist instructional model using ARCS strategies on the acquisition of scientific conceptions and learning motivation", Unpublished doctor's degree dissertation, Pusan National University, 1998.
- [32] Sang-Ho Song, "Examination of the ARCS model : assumptions, features, and theoretical issues", Journal of Educational Technology, Vol. 14, No. 3, pp. 155-176, 1998.
- [33] Dong-Ryeul Kim, "The Development and the Effect of learning program called mindtool's motivation through the research of applying ARCS to biology lessons in biology science education", Unpublished doctor's degree dissertation, Pusan National University, 2007.



신 선 애 (Shin, Sunae)

2003-2007 서울교육대학교 학사
2012-2014 서울교대 초등특수교육 석사
현재 서울아주초등학교 교사

관심분야 : 초등교육, 장애아동교육



권 정 민 (Kwon, Jungmin)

1995-2000 이화여대 특수교육 학사
2000-2009 미국 위스콘신매디슨대 특수교육박사
2009-2010 성균관대 인터랙션사이언스 연구소 선임연구원
2010-2012 이화여대 연구교수
2012-현재 서울교대 유아, 특수교육과 조교수

관심분야 : 기능성게임, 특수교육
