



과학 수업에서 스마트 기기를 활용한 소집단 학습의 효과

윤정현¹, 강석진², 노태희^{1*}

¹서울대학교, ²전주교육대학교

The Effects of Small Group Learning Using Smart Devices in Science Classes

Jeonghyun Yun¹, Sukjin Kang², Taehee Noh^{1*}

¹Seoul National University, ²Jeonju National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 29 April 2016

Received in revised form

16 June 2016

6 July 2016

Accepted 7 July 2016

Keywords:

smart devices,
small group learning,
achievement,
learning motivation,
attitude toward science lessons

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the influences of small group learning using smart devices in science classes on students' achievement, learning motivation, attitude toward science lessons, and perception of small group learning using smart devices. Four 11th-grade classes (N=133) at a coed high school in Seoul were randomly assigned to a control group and a treatment group. The intervention of small group learning using smart devices emphasized collaborative writing on activity sheet. The students were taught about acid, base, and neutralization reaction for six class periods. After the instructions, an achievement test, the learning motivation test, the attitude toward science lessons test, and a questionnaire on the perception of small group learning using smart devices were administered. Two-way ANCOVA results revealed that there was a statistically significant interaction effect by their previous chemistry achievement in the achievement test scores. Only low-level students in small group learning using smart devices significantly improved their achievement probably by having the opportunities to get help from high-level students. The adjusted means of the treatment group were significantly higher than those of the control group in learning motivation and attitude toward science lessons. Students' perceptions of small group learning using smart devices tended to be positive. Educational implications of this study are discussed.

1. 서론

정보통신기술의 발달로 인하여 지식의 양과 속도가 빠르게 증가하고, 스마트 기기를 이용하여 언제 어디서나 정보와 지식을 생산하고 공유하는 환경이 조성되고 있다(Cook, 2012). 따라서 학습도 지식을 각 개인의 두뇌에 저장하는 것 보다 협동을 통해 새로운 지식을 생산해내는 과정에 초점을 두게 되었다(Gilbert, 2007). 이러한 변화는 교육의 패러다임에도 영향을 미쳐 의사소통 능력과 협업 능력이 학습자에게 필요한 역량으로 강조되고, 학습 방법으로는 팀워크 중심의 학습이 제시되고 있다(Griffin *et al.*, 2011). 우리나라도 정보통신기술을 학교 교육에 활용하기 위한 스마트 교육 추진 전략을 발표하였는데, 그 중 네트워크 자원을 활용한 협력 학습의 확대 방안이 포함되었다(Ministry of Education, Science and Technology, 2011). 또한 2015년 개정 교육과정에서도 협력적 문제 해결 능력의 신장을 위한 교수·학습 방법으로 소집단 공동 학습 활동을 강조하고 있다(Ministry of Education, 2015). 그러나 실제 학교 현장에서 스마트 기기를 활용한 소집단 학습을 적용한 연구는 부족한 실정이다(Lim, 2011). 특히, 최근에 들어 지식의 단순한 암기보다 상호작용에 기반한 사회적 지식 구성 과정에 주목하는 과학 교육 분야의 경우(Cho & Choi, 2002) 스마트 기기의 교육적 활용에 대한 선행 연구들은 교육적 도구로서의

유용성을 조사(Kumar *et al.*, 2012; Shih *et al.*, 2010)하거나 수업 사례의 분석(Yang *et al.*, 2015)과 수업에 대한 인식 조사(Park, 2013) 연구가 대부분이었다. 교수·학습 전략의 측면에서도 스마트 기기를 활용한 개별화 학습 전략(Yun *et al.*, 2015)이나 탐구 수업 전략(Bae *et al.*, 2015)에 관련된 연구들이 있었으나, 과학 지식의 사회적 구성을 촉진시킬 수 있는 교수·학습 전략으로 스마트 기기 활용에 기반한 소집단 학습의 효과를 조사한 연구는 부족하다.

소집단 학습은 집단의 구성원들이 공동 학습 목표를 성취하고 함께 노력하는 학습자 중심의 학습 형태이다(Jung, 2006). 소집단 학습은 학습 과정에서 구성원 간의 능동적인 상호작용을 강조한다는 점에서 중요하지만, 기존 수업에 비해 더 많은 자료가 필요하고, 과제 설계가 정교하지 못할 경우 무임승차자가 발생하는 등 한계점도 나타났다(Jung, 2006). 또한 우수한 학생이 다른 학생과 지식을 공유하지 않으려는 경향도 보고되었다(Thomchick, 1997). 한편 컴퓨터 및 인터넷의 발달과 함께 컴퓨터 기반 협력 학습 분야에서도 활발한 연구가 이루어졌지만(Alavi, 1994; Kirschner *et al.*, 2004), 효과는 기대에 미치지 못하였다. 그 이유로 학습자 중심의 학습에서 자율적으로 과제를 수행해야하는 상황이 학생들에게 생소하고 전통적인 환경에 비해 적극적인 상호작용이 요구되는 점 등이 지적되었다(Rummel & Spada, 2005). 즉, 스마트 교육 환경에서 소집단 학습을 효과적으로 진행하기 위해서는 학습자의 자기주도적인 학습을 지원하고 구성원의 적극적

* 교신저자: 노태희 (noth@snu.ac.kr)

** 이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2014S1A5A2A01014274).

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.4.0519>

인 상호작용을 유발할 수 있는 구체적인 교수·학습 전략이 필요하다.

학습자의 상호작용을 바탕으로 공동의 지식을 구성하는 소집단 학습은 무선 네트워크와 스마트 기기 및 관련 어플리케이션의 활용이 자유로운 스마트 교육 환경에서 효과적으로 구현될 수 있다. 학습자들은 스마트 기기를 이용하여 필요한 자료와 정보를 탐색하고 체계적으로 정리하여 공유하는 소집단 학습을 수행할 수 있다(Leem & Kim, 2013). 또한 실시간 의사소통이 가능한 다양한 상호작용 어플리케이션을 통해 공동의 지식을 구성하는 기회를 가질 수 있다(Jarvela et al., 2007). 공동 문서 작성 어플리케이션을 활용하면 학생 간의 상호작용과 수업 참여도에 긍정적이라고 보고되었고(Reilly & Shen, 2011), 과학 수업에도 공동 문서 작성 어플리케이션을 활용하면 수업에 대한 태도가 향상되고 정보 공유와 자료 수집이 용이해져서 학생들의 상호작용이 촉진된다는 연구도 있다(Lin et al., 2015; Walsh & Cho, 2012). 따라서 소집단 학습의 문제점으로 지적되어온 무임승차나 지식 공유 회피 경향 등을 극복하기 위해서는 소집단 학습에 공동 문서 작성 어플리케이션의 사용을 고려할 필요성이 있다.

과학에서도 구성원들 사이의 사회적 상호작용을 통한 지식 구성이 강조되는데(Kang & Noh, 2000), 과학 교과에 스마트 기기를 도입하면 지식의 사회적 구성 과정에 학생들의 참여를 촉진시킬 수 있다. 선행 연구(Rogers & Price, 2008)에서는 스마트 기기를 사용하는 소집단 구성원 간에 정보 및 자료의 신속한 공유에 따른 다양한 의견 교환과 피드백으로 인하여 탐구 활동이 촉진되는 것으로 나타났다. 또한 스마트 기기를 활용하면 탐구 수행 과정에서 학생의 의견이 자연스럽게 논의에 반영되므로 소집단 내에서 활발한 사회적 상호작용이 이루어진다(Shih et al., 2010). 과학 교과에서 스마트 기기의 활용에 대한 선행 연구(Williams & Pence, 2011)는 World Wide Web, 2차원 바코드(QR 코드), 다양한 어플리케이션 등을 주요한 활용 요소로 제안하였다. 학습지에 QR 코드를 첨가하면 웹의 풍부한 자료 및 다양한 학습 도구를 연결해 줌으로써 학생들에게 비계로 작용할 수 있고, 강의식 수업에 비해 많은 학습 자료를 준비해야 하는 소집단 학습의 어려움을 해결할 수 있다. 스마트 기기의 어플리케이션 중에는 과학 탐구에서 측정과 분석 도구의 역할을 하는 것도 있는데(Kumar et al., 2012), 온도 측정 센서나 pH meter를 대신하는 어플리케이션이나 계산이나 그래프 작성 등 실험 데이터를 처리하는 어플리케이션을 활용하면 보다 쉽게 데이터를 측정하고 분석할 수 있다. 어플리케이션을 활용하면 실험에 소요되는 시간이 단축되므로 자료 해석이나 토의 활동에 더 많은 시간을 투입하여 과학 지식의 사회적 구성을 촉진시킬 수도 있을 것이다.

이에 이 연구에서는 과학 소집단 학습에 효과적인 요소에 대한 고려를 바탕으로 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략을 개발하고 고등학교 화학 1의 ‘산과 염기’와 ‘중화 반응’ 단원 수업에 적용하여, 그 효과를 학업 성취도, 학습 동기, 과학 수업에 대한 태도, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대한 인식 측면에서 조사하였다.

Table 1. The numbers of the subject by the levels of prior chemistry achievement

	Control group	Experimental group	Total
High	31	36	67
Low	36	30	66
Total	67	66	133

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

가. 연구 대상

이 연구에서는 서울시에 소재한 1개 남녀 공학 고등학교의 2학년에서 4개 학급(N=133명)을 선정하여, 처치 집단(66명)과 통제 집단(67명)에 각각 2개 학급씩 임의로 배치하였다. 두 집단 학생들의 2학기 중간고사 화학 성적에 대한 변량 분석을 실시한 결과(MS=516.93, F=78, p=382), 사전 화학 성취 수준이 동질한 집단을 확인하였다. 두 집단 모두 교육 경력 4년의 교사가 수업을 담당하였다. 연구 대상 학생들의 사전 학업 성취도 수준은 2학기 중간고사 화학 성적의 중앙값을 기준으로 상위와 하위로 구분하였다. 학생들의 사전 화학 성취도 수준에 따른 집단별 사례수는 Table 1과 같다. 처치 집단 학생들은 대부분(91%) 자신의 스마트 기기를 이용하여 수업에 참여하였고, 스마트 기기가 없는 6명의 학생들에게는 연구자가 스마트 기기를 지급하여 모든 학생들이 개별적으로 스마트 기기를 사용할 수 있는 환경을 구성하였다.

나. 연구 절차

수업 처치 이전에 중간고사 화학 성적과 지구과학 성적을 구하고, 사전 검사로 학습 동기 검사와 과학 수업에 대한 태도 검사를 실시하였다. 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략에 익숙해지도록 처치 집단의 학생들에게 스마트 기기와 앱의 이용 방법 및 전반적인 소집단 학습 방법에 대한 오리엔테이션과 연습 수업을 1차시 실시하였다. 처치는 화학 1의 ‘산과 염기’와 ‘중화 반응’ 단원에 대해 총 6차시에 걸쳐 진행하였고, 교사용 수업 지도안과 학생용 활동지를 개발하였다. 개발한 교수·학습 자료의 내용 수준, 어휘, 스마트 기기에 구현된 화면 등의 적절성은 과학교육 전문가 2인과 현직 고등학교 교사 2인으로 구성된 소모임에서 여러 차례의 논의를 거쳐 검증하였다. 처치 집단에는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략에 따른 수업을 실시하였고, 통제 집단에서는 전통적인 강의식 수업을 실시하였다. 처치 집단과 통제 집단의 수업 내용이 동일하도록 구성하였다. 통제 집단은 일반적으로 교실에서 이루어지는 것처럼 교사가 강의를 하고, 활동지에 제시된 문제를 풀고 설명해주는 방식으로 수업을 진행하였다. 실험 수업의 경우에는 전통적인 소집단 학습으로 실험을 수행하고 결과는 개별적으로 정리하도록 하였다. 연구자 중 1인이 계획대로 수업 처치가 진행되는지 점검하기 위하여 모든 수업을 참관하였다. 수업 처치가 끝난 후 연구자가 개발하고 과학교육 전문가와 현직 교사로부터 타당도를 검증받은 학업 성취도 검사와 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대한 인식 검사 및 사전 검사와 동일한 학습 동기 검사와 과학 수업에 대한 태도 검사를 실시하였다.

2. 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략

과학 수업에서 스마트 기기를 효과적으로 활용할 수 있는 요소로 제시된(Williams & Pence, 2011) World Wide Web, QR 코드, 다양한

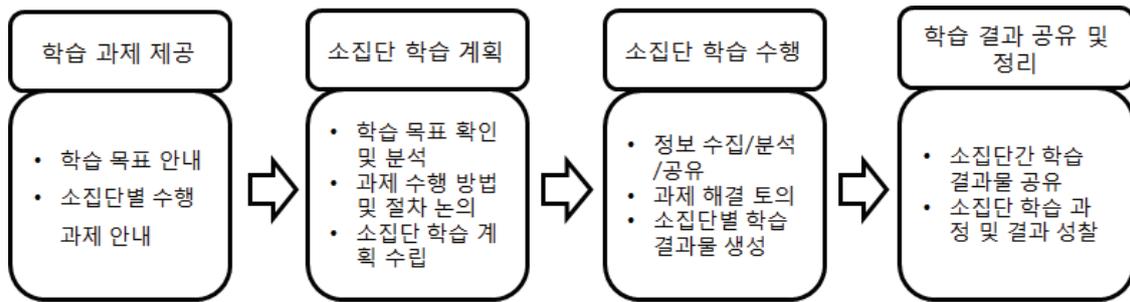


Figure 1. Flows of small group learning using smart devices in science classes

어플리케이션 등을 매 차시의 학습에 포함시키기 위하여 웹을 통한 자료 검색과 QR코드를 통해 제공된 학습 자료에 대하여 토론하는 과제를 제시하였고, 실험 수업에는 pH 측정 어플리케이션을 이용하는 활동을 포함시켰다. 1차시 ‘산과 염기의 정의’에서는 웹 검색으로 산과 염기의 성질을 조사하였고, 아레니우스, 브뢴스테드-로우리, 루이스의 정의에 대한 멀티미디어 학습 자료를 QR 코드로 제공하여 각 정의의 특성과 한계에 대하여 토의하도록 하였다. 2차시 ‘산과 염기의 확인’에서는 QR코드로 제공된 지시약과 pH 관련 멀티미디어 학습 자료를 분석하고 웹 검색으로 산과 염기의 확인 방법을 조사한 후, 산과 염기의 세기와 관련된 이온 모형을 토의하도록 하였다. 3차시 ‘우리 주변의 산과 염기’에서는 실험 방법에 대한 멀티미디어 학습 자료를 QR코드로 제공하고 측정할 물질에 대해 토의 한 후, pH 측정 어플리케이션을 이용하여 pH를 측정하고 반 전체의 pH 지도를 만드는 활동을 실시하였다. 4차시 ‘산화-환원 반응과 산과 염기’에서는 웹 검색으로 산화와 환원의 정의 및 산과 염기와의 관계에 대해서 조사한 후 화학 반응에서 산화된 물질과 환원된 물질에 대해 토의하도록 하였고, 5차시 ‘중화 반응과 염’에서는 웹 검색으로 중화반응과 염의 정의를 조사하고, 중화점 확인 방법과 관련된 멀티미디어 자료를 QR코드를 통해 분석한 후 중화점에서 온도와 전류의 세기 변화에 대해 토의하도록 하였다. 6차시 ‘염산과 수산화나트륨의 중화 반응’에서는 중화 반응이 언제 일어날지 토의 한 후, 중화 반응 과정의 pH 변화를 pH 측정 어플리케이션을 이용하여 측정하였다. pH 측정 어플리케이션은 smart pH meter(Chang, 2012) 어플리케이션을 활용

하였는데, 이 어플리케이션은 pH 시험지의 색으로 정확한 pH를 계산하므로 pH meter 없이도 정확한 pH 측정이 가능하다. 또한 매 차시마다 소집단별 상호작용과 협력을 강화하기 위하여 구성원들이 동시에 작성할 수 있고, 작성 내용이 즉시 업데이트 되는 공동 활동지를 스마트 기기로 작성하게 하였다.

스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략은 컴퓨터 기반 협력 학습과 스마트 기기를 활용한 협력 학습에 대한 선행 연구(Kim & Leem, 2013; Kirschner *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2006)를 참고하여, 학습 과제 제공, 소집단 학습 계획, 소집단 학습 수행, 학습 결과 공유 및 정리 4단계로 구성하였다(Figure 1).

학습 과제 제공 단계에서는 소집단별로 협력하여 수행할 과제를 제시하였고, 소집단 학습 계획 단계에서는 학생들이 학습 목표를 확인하고 과제 수행 방법에 대해 논의하여 학습 계획을 수립하도록 하였다. 소집단 학습 수행 단계에서는 스마트 기기를 활용하여 정보를 수집, 분석, 공유한 후, 과제 해결을 위해 토의한 결과를 구글 드라이브 어플리케이션을 활용하여 실시간으로 공동 활동지를 작성하도록 하였다. 구글 드라이브 어플리케이션에는 개인별로 작성한 내용 및 수정 내역이 표시되므로, 학생들의 참여도와 소집단 학습 진행 상황을 실시간으로 파악할 수 있다(Figure 2). 마지막으로 학습 결과 공유 및 정리 단계에서는 소집단별로 공동 작성한 활동지를 확인하고, 전체 학급 토의를 통하여 학습 결과를 공유하고 정리하는 활동을 하였다(Figure 3).

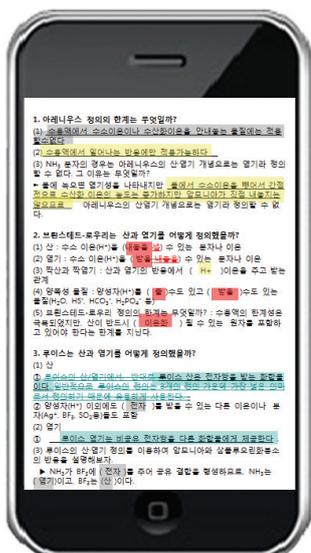


Figure 2. An illustrative example of collaborative activity sheet writing using the Google Drive app



Figure 3. An illustrative example of sharing each group's activity sheet using the Google Drive app

3. 검사 도구

학업 성취도 검사지는 내용 영역과 행동 영역의 이원 목표 분류표에 따라 구성하였다. 내용 영역은 처치 기간에 학습한 산과 염기의 정의, 산과 염기의 확인, 우리 주변의 산과 염기, 산화-환원 반응과 산과 염기, 중화 반응이며, 내용 영역별 문항수는 수업 시간과 학습 목표에 근거하여 배당하였다. 행동 영역은 Bloom의 교육 목표 분류 중 지식 3문항, 이해 3문항, 적용 4문항의 총 10문항으로 개발하고, 10점 만점으로 구성하였다. 모든 문항은 5개의 답지 중 하나를 선택하는 방식으로 구성하였다. 개발된 학업 성취도 검사지는 과학교육 전문가 3인 및 고등학교 화학 교사 2인으로부터 안면 타당도를 검증 받았고, 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 .67이었다.

학습 동기 검사지는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습으로 유발되는 상황 특수적인 학습 동기를 측정하기 위해 Course Interest Survey (Keller & Subhiyah, 1993) 34문항을 사용하였다. 이 검사 도구는 학습에 주의를 기울인 정도를 의미하는 '주의집중(attention)', 학습 내용이 개인의 삶이나 필요와 관련이 있다고 인식한 정도를 의미하는 '관련성(relevance)', 학습에서의 성공에 대한 자신감과 긍정적 기대감 정도를 의미하는 '자신감(confidence)', 학습 결과에 대한 만족 정도를 의미하는 '만족감(satisfaction)'의 네 가지 하위 범주로 학생들의 학습 동기를 측정하며, 5단계 리커트 척도로 5점 만점으로 구성되어 있다. 과학교육 전문가 2인으로부터 번역의 적절성을 점검 받았으며, 이 연구에서의 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 전체 및 하위 영역별로 사전 검사에서 각각 .90, .77, .83, .60, .74였고, 사후 검사에서 각각 .89, .71, .75, .61, .74였다. 일부 하위 영역에서 신뢰도 계수의 편차가 존재하였지만 선행 연구(An, 2004)에서 제안한 한계를 만족하였으므로 검사 결과를 분석하였다.

과학 수업에 대한 태도 검사지는 Fraser(1981)의 과학에 대한 태도 검사(Test of Science Related Attitude) 중 '과학 수업의 즐거움' 영역에 해당하는 10문항을 사용하였다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 5점 만점으로 구성되어 있으며, 과학교육 전문가 2인으로부터 번역의 적절성을 점검 받았다. 이 연구에서의 신뢰도 계수(Cronbach's α)는 사전, 사후 검사에서 각각 .89와 .86이었다.

수업에 대한 인식 검사지는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대한 학생들의 선호도를 3단계 리커트 척도로 묻고, 그 이유를 장점과 단점으로 나누어 기술하도록 구성하였다. 개발한 검사지는 과학교육 전문가 2인으로부터 안면 타당도를 검증 받았다.

4. 분석 방법

스마트 기기를 활용한 소집단 학습의 효과를 전통적인 강의식 수업과 비교하고, 수업 처치와 학습자의 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과를 조사하기 위하여 2x2 요인 방안에 의한 이원 공변량 분석(two-way ANCOVA)을 실시하였다. 공변량 분석을 위한 기본 가정인 정상성, 동변량성, 등회귀선, 공변인과 종속변인의 상관 등을 점검하였다. 학업 성취도에 대한 통계 분석에서는 수업 처치를 독립 변인, 사전 화학 성취 수준을 구획 변인으로 사용하였다. 그리고 학업 성취도 검사 점수와 유의미한 상관이 있었던 2학기 중간고사 지구과학 성적을 공변인($r=.51, p<.01$)으로 사용하였다. 학습 동기와 과학 수업

에 대한 태도에 대한 통계 분석에서는 수업 처치를 독립 변인, 사전 화학 성취 수준을 구획 변인, 각 검사 점수와 .01 수준에서 유의미한 상관(학습 동기: $r=.73$, 과학 수업에 대한 태도: $r=.65$)이 있는 사전 검사 점수를 각각 공변인으로 사용하였다. 학업 성취도에 대한 통계 분석에서는 수업 처치와 사전 성취 수준 사이의 상호작용 효과가 통계적으로 유의미하였으므로 단순 효과 검증을 실시하였다. 그런데 공변량 분석의 기본 가정인 동변량성 가정이 만족되지 않았으므로 사전 성취 수준 집단별로 일원 변량 분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 모든 통계 분석에는 SPSS 프로그램을 사용하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 학업 성취도에 미치는 효과

학업 성취도 검사 점수의 평균, 표준 편차 및 교정 평균을 Table 2에 제시하였다. 이원 공변량 분석 결과(Table 3), 처치 집단의 학업 성취도 평균이 통제 집단보다 높았으나 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다($p=.521$). 그러나 수업 처치와 사전 학업 성취 수준 사이의 상호작용 효과(Figure 4)는 통계적으로 유의미하였다($p<.05$). 사전 학업 성취 수준별로 단순 효과를 검증한 결과, 상위 학생들에서는 통제 집단(5.42)과 처치 집단(4.92)의 점수 차이가 통계적으로 유의미하지 않았으나($MS=4.21, F=.86, p=.357$), 하위 학생들에서는 처치 집단(3.27)의 점수가 통제 집단(2.36)의 점수보다 통계적으로 유의미하게 높았다($MS=13.42, F=5.17, p=.026$). 이러한 결과는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 전통적 강의식 수업보다 하위 수준 학생들의 학업 성취도 향상에 효과적임을 의미한다.

Table 2. Means, standard deviations, and adjusted means of the achievement test scores by the level of the prior chemistry achievement

	Control group		Experimental group	
	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M
High	5.42 (1.91)	4.98	4.92 (2.44)	4.52
Low	2.36 (1.52)	2.79	3.27 (1.72)	3.67
Total	3.78 (2.29)	3.83	4.17 (2.28)	4.11

Table 3. The results of two-way ANCOVA on the achievement test scores

Source of variation	df	MS	F	p
Treatment	1	1.46	.41	.521
Level	1	46.49	13.20	.000
Treatment × Level	1	14.93	4.24	.042*

* $p<.05$

스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 전통적인 학습 방법에 비해 사전 성취도 하위 수준 학생들에게 효과적인 것으로 나타난 결과는 협동 학습(Noh *et al.*, 1999)이나 컴퓨터 보조 협동 학습(Hooper & Hannafin, 1991) 선행 연구의 결과와 유사하다. 즉, 선행 연구(Hooper & Hannafin, 1991; Noh *et al.*, 1999)에서 보고된 것처럼 스마트 기기

를 활용한 소집단 학습 과정 중에서 사전 성취도 하위 수준의 학생이 상위 수준의 학생에게 도움을 받을 기회가 많아져서 성취도가 향상된 것으로 볼 수 있다. 성취도 상위 수준 학생에게는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 전통적인 수업에 비해 효과적이지 않았다. 이는 전통적인 학습 상황에서 주도적인 역할을 수행했던 상위 수준 학생들이 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 환경에서는 공동 문서 작성과 같은 역할 분담으로 인하여 자신의 능력을 발휘할 기회가 상대적으로 줄어들었기(Noh *et al.*, 1997) 때문일 수 있다. 따라서 스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 학업 성취 수준에 따라 학업 성취도에 미치는 효과에 대해서 추가적인 연구가 이루어질 필요성이 있다.

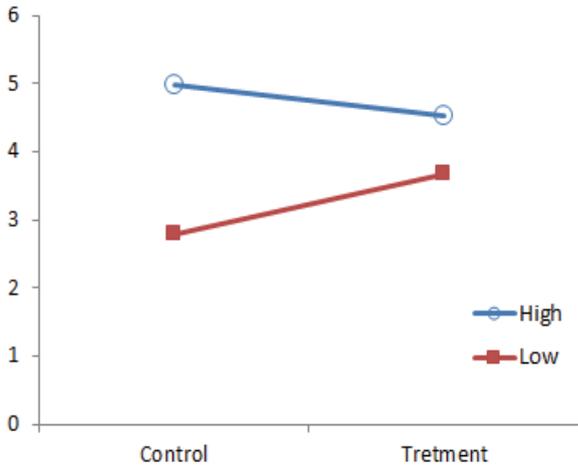


Figure 4. The achievement test scores by the level of the prior chemistry achievement

2. 과학 학습 동기에 미치는 효과

학습 동기 검사 점수의 평균, 표준 편차 및 교정 평균을 Table 4에

제시하였다. 이원 공변량 분석 결과(Table 5), 전체 및 하위 영역에서 모두 처치 집단의 평균이 통제 집단의 평균보다 높았고, 전체 점수 및 주의집중, 관련성, 자신감 영역에서는 그 차이가 통계적으로 유의미하였다($p < .01$). 그러나 학습 동기의 전체 및 하위 영역들에서 수업 처치와 사전 학업 성취 수준과의 상호작용 효과는 모두 통계적으로 유의미하지 않았다. 즉, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 사전 성취 수준과 관계없이 전통적인 수업에 비하여 학생들의 학습 동기 유발에 효과적인 것으로 볼 수 있다.

이러한 결과는 협동 학습에 대한 선행 연구(Hooper, 1992)에서 동료 학생과의 상호작용이 활발해지면 서로에게 더 많은 관심을 기울이게 되므로 학생들이 수업에 집중하고 자신감을 갖게 되는 등 학습 동기가 높아진다고 보고한 결과와 유사하다. 한편, 공동 문서 작성 어플리케이션의 활용이 학생 간의 상호작용과 수업에 대한 참여도를 증진시켰을(Reilly & Shen, 2011) 가능성도 있다. 또한 스마트 교육 환경처럼 학습 자원이나 방법 측면에서 학생의 선택이 가능한 학습 환경에서 더 동기화된다는 점(Shapiro & Niederhauser, 2003)을 고려할 때, 스마트 기기를 활용하여 과제 해결 방법을 선택하고 정보를 탐색하는 것과 같이 학습의 통제권이 학생에게 주어진 점이 학습 동기 향상에 영향을 미쳤을 가능성도 있다.

3. 과학 수업에 대한 태도에 미치는 효과

과학 수업에 대한 태도 검사 점수의 평균, 표준 편차 및 교정 평균을 Table 6에 제시하였다. 이원 공변량 분석 결과(Table 7), 수업 처치의 주효과가 유의미하였으나 사전 성취 수준과의 상호작용 효과는 나타나지 않았다. 즉, 학생들은 사전 성취 수준에 관계없이 스마트 기기를 활용한 소집단 학습을 전통적인 수업에 비해 긍정적으로 받아들이는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 선행 연구(Alavi, 1994; Lim *et al.*, 1999; Shon, 1999)에서 협동 학습과 컴퓨터 기반 협력 학습이 학생에게 수업에 대해

Table 4. Means, standard deviations, and adjusted means of the science learning motivation test scores by the level of the prior chemistry achievement

	Control group		Experimental group	
	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M
Learning Motivation	3.46 (.38)	3.47	3.72 (.43)	3.71
High	3.53 (.34)	3.51	3.78 (.40)	3.69
Low	3.40 (.40)	3.43	3.67 (.45)	3.73
Attention	3.13 (.55)	3.14	3.51 (.53)	3.50
High	3.13 (.55)	3.14	3.52 (.49)	3.49
Low	3.13 (.56)	3.14	3.49 (.59)	3.51
Relevance	3.60 (.49)	3.62	3.90 (.54)	3.87
High	3.71 (.36)	3.69	3.95 (.57)	3.85
Low	3.50 (.56)	3.57	3.84 (.50)	3.90
Confidence	3.46 (.39)	3.46	3.70 (.49)	3.70
High	3.53 (.35)	3.50	3.76 (.49)	3.69
Low	3.40 (.42)	3.42	3.62 (.48)	3.70
Satisfaction	3.61 (.47)	3.62	3.76 (.49)	3.75
High	3.69 (.45)	3.67	3.82 (.45)	3.71
Low	3.54 (.48)	3.58	3.69 (.54)	3.78

Table 5. The results of two-way ANCOVA on the science learning motivation test scores

Source of variance	df	MS	F	p
Learning Motivation				
Treatment	1	1.85	12.90	.000
Level	1	.01	.08	.775
Treatment × Level	1	.10	.72	.397
Attention				
Treatment	1	4.26	14.76	.000
Level	1	.01	.02	.885
Treatment × Level	1	.00	.01	.931
Relevance				
Treatment	1	1.97	8.93	.003
Level	1	.04	.16	.687
Treatment × Level	1	.24	1.07	.302
Confidence				
Treatment	1	1.80	10.44	.002
Level	1	.03	.19	.666
Treatment × Level	1	.08	.44	.507
Satisfaction				
Treatment	1	.50	2.62	.108
Level	1	.00	.01	.905
Treatment × Level	1	.19	1.01	.316

Table 6. Means, standard deviations, and adjusted means of the scores of attitude toward science lessons test by the level of the prior chemistry achievement

	Control group		Experimental group	
	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M
High	3.46 (.51)	3.45	3.88 (.68)	3.67
Low	3.44 (.62)	3.50	3.62 (.53)	3.79
Total	3.45 (.57)	3.48	3.76 (.62)	3.73

Table 7. The results of two-way ANCOVA on the scores of attitude toward science lessons test

Source of variation	df	MS	F	p
Treatment	1	2.15	8.07	.005
Level	1	.20	.77	.382
Treatment × Level	1	.04	.16	.689

긍정적인 태도를 갖게 한다는 결과와 맥락을 같이 한다. 또한 스마트 기기 및 다양한 어플리케이션을 통한 관찰과 조작 등의 수업 활동도 과학 수업에 대한 흥미를 증진시킨 것으로 볼 수 있다(Liu *et al.*, 2009).

4. 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대한 학생들의 인식

‘스마트 기기를 통해 친구들과 협력해서 학습하는 활동이 좋다고 생각합니까?’라는 질문에 대해 대부분의 학생들이 ‘그렇다(상위 58.3%, 하위 66.7%)’거나 ‘보통이다(상위 25.0%, 하위 20.0%)’라고 응답하였다. 이 결과는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 과학

수업에 대한 태도에 긍정적인 영향을 미친다는 이 연구의 결과를 뒷받침해준다. 스마트 기기를 활용한 소집단 학습을 선호하는 이유로는 ‘혼자 하는 것보다 친구들과 협력해서 학습할 때 더 쉽게 느껴진다(상위 16.7%, 하위 30.0%)’ 또는 ‘스스로 답을 찾아보는 것이 공부에 도움이 된다(상위 27.8%, 하위 16.7%)’라는 응답이 많았으며, ‘지루하지 않고 재미있다(상위 19.4%, 하위 16.7%)’거나 ‘다 같이 해서 수업 참여도가 높아진다(상위 16.7%, 하위 13.3%)’는 응답도 적지 않았다. ‘친구들과 대화를 많이 하게 된다(상위 11.1%, 하위 13.3%)’거나 ‘스마트 기기를 활용해서 재미있다(상위 8.3%, 하위 10.0%)’는 응답도 있었다. 개별 학습보다 스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 더 쉽다는 응답은 성취 수준 하위 학습자들에게서 높았는데, 이는 하위 수준의 학생들이 학업 성취도에서 유의미하게 향상되었던 결과와 일관된다. 한편, 스스로 답을 찾는 활동에 대해 긍정적으로 인식하는 학생이 많았는데, 이는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 학습자들의 자기주도학습 촉진에도 효과적인 가능성을 시사한다.

스마트 기기를 활용한 소집단 학습의 단점으로는 ‘의견이 충돌될 때는 협력이 잘 안 된다(상위 41.7%, 하위 36.7%)’는 응답이 가장 많았고, ‘분위기가 어수선하다(상위 30.6%, 하위 30.0%)’거나 ‘인터넷이나 스마트 기기가 느려지면 불편하다(상위 27.8%, 하위 33.3%)’는 응답도 적지 않았다. 선행 연구(Lee *et al.*, 2012)에서도 학생 간의 갈등을 커뮤니케이션으로 해결하지 못하거나 학습 과정이 소란스러우면 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대해 부정적 인식이 유발될 수 있음을 주장하므로, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 환경을 구축할 때는 이러한 측면들을 고려할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

스마트 기기와 네트워크의 발달로 인하여 학습자간 실시간 상호작용과 협력을 통한 지식의 공동 생성이 가능해지고 있다. 그러나 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대해서는 구체적인 교수·학습 전략과 그 효과성에 대한 연구가 부족하다. 이에 이 연구에서는 선행 연구를 바탕으로 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략을 개발하여 고등학교 화학 수업에 적용하고, 그 효과를 학생들의 학업 성취도, 학습 동기, 과학 수업에 대한 태도, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대한 인식 측면에서 조사하였다.

연구 결과, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습은 사전 성취 수준 상위 학생들보다 하위 학생들의 학업 성취도 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 학습에 대한 인식에서도 하위 수준의 학생들이 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대해 더 쉽고 느끼는 비율이 높았다. 선행 연구(Hooper & Hannafin, 1991; Singhanayok & Hooper, 1998)에서 학습자의 인지적 특성은 협동 학습에 영향을 미치는 요소로 제안되어 왔고, 협동 학습은 하위 수준의 학생들에게 더 도움이 되는 것으로 보고되었다. 따라서 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 과정에서 구성원간의 협동에 의해 하위 수준의 학생들이 도움을 받는 실질적인 협동 학습이 일어난 것으로 볼 수 있다. 한편, 학습자 개인의 특성(Prinsen *et al.*, 2009)에 따라 컴퓨터 기반 협력 학습의 효과가 달라질 수 있다고 제안되므로, 스마트 교육 환경에서 이루어지는 소집단 학습이 성별이나 자기주도학습능력과 같은 학생들의 다양한 특성에 따라 어떤 효과가 있는지에 대한 추가적인 연구가 진행될 필요성이 있다.

이 연구에서는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 사전 성취 상위 수준 학생들에게는 긍정적인 효과를 미치지 못하였는데, 이는 상위 수준의 학생들은 과제를 해결하기 위하여 하위 수준의 학생들에게 내용을 설명하거나 학습의 방법과 절차를 조율하는 데 노력을 소진하여 자신의 학습에 소홀했을 가능성이 있다(Ross & Smyth, 1995).

따라서 추후 연구에서는 스마트 교육 환경에서 이루어지는 소집단 학습이 상위 수준의 학생들에게도 긍정적인 영향을 미칠 수 있도록 전략을 개선할 필요성이 있다. 예를 들어, 소집단 학습 계획 단계에서 활동의 계획 및 조정 활동을 지원할 수 있는 도구를 제공하는 방법(Renzi & Klobas, 2000)이 상위 수준 학생들의 조정 활동에 대한 부담을 덜어줄 수 있을 것이다.

우리나라 학생들의 과학 교과 성취도는 세계적으로 우수하지만, 과학에 대한 흥미와 즐거움, 동기 등의 정의적 태도는 학교급이 높아질수록 낮아지는 것으로 보고되었다(Kwak *et al.*, 2006). 그런데 이 연구에서는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 전통적 강의식 수업에 비해 정의적, 동기적 측면에서 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략을 과학 수업에 적용하면 학생들이 정보를 협력하여 분석하고, 공동으로 과학 지식을 구성하면서 동시에 과학 수업에 대한 즐거움과 재미도 느낄 수 있는 효과적인 수업 방법이 될 가능성을 시사한다.

한편, 이 연구의 결과만으로는 학생들이 스마트 기기를 활용하여 소집단 학습을 진행할 때 어떤 과정을 거치는지, 그리고 학습 전략의 어떤 측면이 학습에 도움이 되거나 어려움을 발생시켰는지 밝히는데 한계가 있다. 따라서 소집단의 산출물, 수업 관찰, 녹음·녹화 등에

근거한 정성적인 연구를 진행하여, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습의 구체적인 메커니즘을 밝힐 필요가 있다. 또한 일반적인 교실 수업에서의 상호작용은 다양한 측면에서 분석이 이루어져왔으나, 스마트 교육 환경에 기반한 소집단 학습 과정에서의 상호작용에 대한 연구는 매우 부족한 실정(Lim, 2011)이다. 스마트 교육 환경에 기반한 소집단 학습에서는 기존의 학습과 다른 형태의 상호작용이 이뤄질 수 있으므로 그 특징을 구체적으로 이해하기 위해서 학생간의 상호작용의 특성도 조사할 필요가 있다.

국문요약

이 연구는 스마트 기기를 활용한 소집단 학습이 학생들의 학업 성취도, 학습 동기, 과학 수업에 대한 태도, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대한 인식 측면에 미치는 영향에 관하여 조사하고자 하였다. 서울시에 소재한 남녀 공학 고등학교 2학년 4개 학급(133명)을 통제 집단과 처치 집단으로 무선 배치하였다. 스마트 기기를 활용한 소집단 학습 전략은 협력적 활동지 작성을 강조하였다. 수업 처치는 ‘산과 염기’와 ‘중화반응’에 대하여 6차시 동안 실시하였다. 수업 처치 후, 학업 성취도 검사, 학습 동기 검사, 과학 수업에 대한 태도 검사, 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대한 인식 검사를 실시하였다. 이원 공변량 분석 결과, 학업 성취도 검사 점수에서 사전 화학 성취도와 상호작용 효과가 유의미하게 나타났다. 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에서 하위 수준 학생들이 상위 수준의 학생들에게 도움을 받을 기회가 많아져서 성취도가 유의미하게 향상되었을 수 있다. 학습 동기, 과학 수업에 대한 태도에서 처치 집단의 교정 평균이 통제 집단에 비하여 유의미하게 높았다. 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에 대한 학생들의 인식도 긍정적인 것으로 나타났다. 이 연구에 대한 교육적 함의를 논의하였다.

주제어 : 스마트 기기, 소집단 학습, 학업 성취도, 학습 동기, 과학 수업에 대한 태도

References

- Alavi, M. (1994). Computer-mediated collaborative learning: An empirical evaluation. *MIS Quarterly*, 18(2), 159-174.
- An, W-H. (2004). Education statistics for thesis. Goyang: Korean studies information.
- Bae, J., Kim, J., Kim, E., & So, K. H. (2015). The effect of elementary free inquiry lessons utilizing flipped learning with smart devices on the elementary students' digital literacy, 21st century skills and scientific attitude. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 34(4), 476-485.
- Chang, B. Y. (2012). Smartphone-based chemistry instrumentation: Digitization of colorimetric measurements. *Bulletin of the Korean Chemical Society*, 33(2), 549-552.
- Cho, H-H., & Choi, K. (2002). Science education; Constructivist perspectives. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 22(4), 820-836.
- Cook, V. (2012). Learning everywhere, all the time. *The Delta Kappa Gamma Bulletin*, 78(3), 48-51.
- Fraser, B. J. (1981). *Test of Science-Related Attitudes (TOSRA) Handbook*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Gilbert, J. (2007). Knowledge, the disciplines, and learning in the digital age. *Educational Research of Policy and Practice*, 6, 115-122.
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E. (2011). *Assessment and teaching of 21st century skills*. New York: Springer.
- Hooper, S. (1992). Cooperative learning and computer-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, 40(3), 21-38.

- Hooper, S., & Hannafin, M. J. (1991). The effects of group composition on achievement, interaction, and learning efficiency during computer-based cooperative instruction. *Educational Technology Research and Development*, 39(3), 27-40.
- Jarvela, S., Naykki, P., Laru, J., & Luokkanen, T. (2007). Structuring and regulating collaborative learning in higher education with wireless networks and mobile tools. *Educational Technology & Society*, 10(4), 71-79.
- Jung, H. M. (2006). *Writing education & collaborative learning*. Seoul: Sam-in.
- Kang, S., & Noh, T. (2000). Effect of concept learning strategy emphasizing social consensus during discussion. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 20(2), 250-261.
- Keller, J. M., & Subhiyah, R. (1993). *Manual for the course interest survey (CIS)*. Tallahassee, FL.
- Kirschner, P. A., Strijbos, J., Krejins, K., & Beers, P. J. (2004). Designing electronic collaborative learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 52(3), 47-66.
- Kim, H. J., & Leem, J. H. (2013). Development of collaborative problem solving model based on smart classroom in elementary school. *Journal of Korean Association of Computer Education*, 17(2), 67-72.
- Kumar, N., Belhumeur, P. N., Biswas, A., Jacobs, D. W., Kress, W. J., Lopez, I. C., & Soares João V. B. (2012). Leafsnap: A computer vision system for automatic plant species identification. *Lecture Notes in Computer Science*, 7577, 502-516.
- Kwak, Y., Kim, C. J., Lee, Y. R., & Jeong, D. S. (2006). Investigation on elementary and secondary students' interest in science. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 27(3), 260-268.
- Lee, I., Leem, J., Sung, E., & Jin, S. (2006). A study on the development of collaborative learning model and behavioral elements in e-Learning environment. *Journal of Korean Association of Computer Education*, 9(2), 27-36.
- Lee, J., Koo, Y. M., Shin, K., Kim, D., Kye, B., & Jung, S. W. (2012). A Study on development of smart education operation program for creative problem solving, Korea Education & Research Information Service, RM 2012-30.
- Leem, J., & Kim, S. (2013). Effects of individual learning and collaborative learning on academic achievement, self-directed learning skills and social efficacy in smart learning. *The Journal of Educational Information and Media*, 19(1), 1-24.
- Lim, G. (2011). Research on developing instructional design models for enhancing smart learning. *Journal of Korean Association of Computer Education*, 14(2), 33-45.
- Lim, H., Choi, K., & Noh, T. (1999). The effects of cooperative and individualistic learning strategies by the level of achievement. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 19(1), 137-145.
- Lin, Y-T., Chang, C-H, Hou, H-T., & Wu, K-C. (2015). Exploring the effects of employing Google Docs in collaborative concept mapping on achievement, concept representation, and attitudes. *Interactive Learning Environments*, 23(3), 1-20.
- Liu, T-C., Peng, H., Wu, W-H., & Lin, M-S. (2009). The effects of mobile natural-science learning based on the 5E learning cycle: A case Study. *Educational Technology & Society*, 12(4), 344-358.
- Noh, T., Cha, J., Jeon, K., Jeong, T., Han, J., & Choi, Y. (1999). The effects of grouping method in cooperative learning. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 19(3), 400-408.
- Noh, T., Lim, H., Cha, J., Noh, S-G., & Kwon, E-J. (1997). The instructional influences of cooperative learning strategies: Applying the LT model to middle school physical science course. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 17(2), 139-148.
- Ministry of Education (2015). 2015 The revised curriculum. Ministry of Education report 2015-74.
- Ministry of Education, Science and Technology (2011). Strategy for driving SMART education. The report of strategy committee for national information (2011. 6. 29.).
- Park, S-K. (2013). An analysis of middle school students' perceptions and learning satisfaction in SMART learning-based science instruction. *Journal of Korean Earth Science Society*, 34(7), 727-737.
- Prinsen, F. R., Volman, M L. L., Terwel, J., & Eden, P. (2009). Effects on participation of an experimental CSEL programme to support elaboration: Do all students benefit? *Computers & Education*, 52(1), 113-125.
- Reilly, M., & Shen, H. (2011). Shared note-taking: A smartphone-based approach to increased student engagement in lectures. The 11th International Workshop on Collaborative Editing Systems in conjunction with ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work.
- Renzi, S., & Klobas, J. (2000). Steps toward computer supported collaborative learning for large classes. *Journal of Educational Technology & Society*, 3(3), 317-328.
- Rogers, Y., & Price, S. (2008). The role of mobile devices in facilitating collaborative inquiry in SITU. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 3(3), 1-21.
- Ross, J. A., & Smyth, E. (1995). Differentiating cooperative learning to meet the needs of gifted learners: A case for transformational leadership. *Journal for the Education of the Gifted*, 19(1), 63-82.
- Rummel, N., & Spada, H. (2005). Learning to collaborate: An instructional approach to promoting collaborative problem solving in computer-mediated settings. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 201-224.
- Shapiro, A., & Niederhauser, D. (2003). Learning from hypertext: Research issues and findings. In D. H. Jonassen & P. Harris (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (2nd ed., pp. 605-620). Mahan: LEA.
- Shih, J. L., Chuang, C. W., & Hwang, G. J. (2010). An inquiry-based mobile learning approach to enhancing social science learning effectiveness. *Educational Technology & Society*, 13(4), 50-62.
- Shon, M. (1999). Cooperative learning approach to CAI. *International Journal of Educational Technology*, 1(1), 159-178.
- Singhanayok C., & Hooper, S. (1998). The effects of cooperative learning and learner control on students' achievement, option selections, and attitudes. *Educational Technology Research and Development*, 46(2), 17-36.
- Thomchick, E. (1997). The use of collaborative learning in logistic classes, *Journal of Business Logistics*, 18(2), 191-205.
- Walsh, E., & Cho, I. (2012). Using evernote as an electronic lab notebook in a translational science laboratory. *Journal of Laboratory Automation*, 20(10), 1-6.
- Williams, A. J., & Pence, H. E. (2011). Smart phones, a powerful tool in the chemistry classroom. *Journal of Chemical Education*, 88(6), 683-686.
- Yang, C., Jo, M., & Noh, T. (2015). Investigation of teaching practices using smart technologies and science teachers' opinion on their application in science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(5), 829-840.
- Yun J., Ahn, I., & Noh, T. (2015). The effects of individualized learning adapted to students' conceptions using smart devices in science instruction. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 35(2), 325-331.