

과학 학습을 위한 개별적인 CAI에서 학생들의 인지적 · 정의적 특성과 개념 이해도의 관계

노태희* · 김경순

서울대학교

Relationships Between Student Cognitive · Affective Characteristics and Conceptual Understanding from Individual CAI for Science Learning

Noh, Taehee* · Kim, Kyungsun

Seoul National University

Abstract: In this study, relationships between student the cognitive · affective characteristics and conceptual understanding from individual computer-assisted instruction were investigated. Tests regarding field dependence-independence, learning strategy, self-regulated ability, visual learning preference, goal orientation, self-efficacy on ability, and computer attitude were administered. After having been taught by means of a CAI program, a conception test on molecular motion was administered. It was found that student conceptual understanding was significantly related to field independence, learning strategy, self-regulated ability among the cognitive characteristics and visual learning preference, goal orientation, self-efficacy on ability among the affective characteristics. Multiple regression analysis of the cognitive characteristics on conceptual understanding found that field dependence-independence was the most significant predictor. Self-regulated ability and a deep learning strategy were also found to have predictive power. Lastly, analysis of the affective characteristics, visual learning preference and self-efficacy on ability exposed them to be significant predictors of student conceptual understanding.

Key words: computer-assisted instruction, science concept learning, conceptual understanding, cognitive · affective characteristics

I. 서 론

학습자의 학습 능력과 잠재력 개발을 위해 교육은 ‘학습자 중심의 학습 환경’을 조성하고 교수 · 학습의 개별화와 효율성을 높이도록 해야 한다. 컴퓨터 보조 수업(computer-assisted instruction; CAI)은 각 교과의 특성에 맞게 학습 상황을 조절하고 단순화 시키는 것이 가능하며, 학생들에게 개별화된 학습을 제공함으로써 높은 학습 전이 효과를 줄 수 있다(Papanastasiou *et al.*, 2003). 특히, CAI는 실제 실험이나 감각적으로 접하기 어려운 학습 상황을 시각적으로 구현하는 것이 가능하므로, 물질 세계에 대한 이론이나 추상적인 개념을 다루는 과학 교과의 교수 · 학습 과정에 큰 변화를 가져왔다(Lin & Dwyer, 2004; Regina

et al., 2000). 또한 각급 학교에 정보 인프라가 구축됨에 따라 학생들의 학습을 돕기 위한 다양한 형태의 컴퓨터 활용 교육이 활발히 진행되고 있다.

학습이 이루어지는 과정은 학습자가 학습한 정보를 처리하는 특성이나 학습 자료의 형태와 같은 여러 가지 요인들에 의해 영향을 받으며, 복잡한 인지 과정을 거쳐 일어나게 된다(Jonassen & Grabowski, 1993; Riding *et al.*, 2003). CAI에서도 학습 자료의 형태를 어떻게 구성하는지가 개별 학생들의 정보 처리 특성 및 성별이나 동기 수준에 따라 상호작용을 일으킬 가능성이 있다(Lin & Dwyer, 2004; Parkinson & Redmond, 2002). 그러나 현재 교육 현장에서 활용되고 있는 CAI 프로그램들의 상당수는 학습 자료의 구성 측면에서 학습자들의 정보 처리 과정과 같은 개인

*교신저자: 노태희(nohth@snu.ac.kr)

**2004.12.31(접수) 2005.7.5(1심통과) 5.9.23(2심통과) 2005.10.1(최종통과)

차는 소홀히 다룬 채, 다수 학생들을 대상으로 획일적으로 사용하는 경향이 있다. 따라서, 어떤 학생들에게는 교수·학습 과정에서 컴퓨터의 활용이 오히려 비효율적일 수 있으므로 개별 학습자들의 특성에 입각한 적응적인 학습 환경을 제공하는 것이 필요하다(Jonassen & Grabowski, 1993; Papanastasiou *et al.*, 2003; Regina *et al.*, 2000). 이를 위해 우선적으로 학생들의 인지적·정의적 특성들이 CAI 학습 결과와 어떤 관계가 있는지 알아보는 기초 연구들이 이루어져야 한다.

학습자의 인지적 특성은 학생들이 정보를 처리하는 습관이나 사고하고 기억하는 정보 처리 과정과 문제를 해결하는 전형적인 양식을 말하며, 인지 양식, 학습 전략 등을 포함한다(Jonassen & Grabowski, 1993). 학습 정보를 표상하고 머릿속에 구조화하는 인지 양식 중 가장 대표적인 장의존-장독립성은 자신의 필요에 따라 특정 정보를 분리하여 선택하고 재구성하는 능력을 의미한다. 대부분의 CAI 프로그램은 텍스트를 포함한 멀티미디어로 구성되어 있으므로, 화면으로부터 학습 정보를 획득하는 정도는 장의존-장독립성에 의해 영향을 받을 수 있다(Parkinson & Redmond, 2002). 뿐만 아니라 학습자가 학습 정보를 처리하는 수준이 피상적으로 단순 정보의 암기와 재생에 머무는지 아니면 심층적으로 정보를 조직화하는지를 의미하는 학습 전략도 컴퓨터 활용 학습에 영향을 미칠 수 있다(Jelfs & Colbourn, 2002). 또한 개별적으로 학습이 진행되는 CAI는 전통적인 교사 중심의 수업에서보다 학습자에게 학습 통제권이 더 주어지기 때문에 학습자가 자신의 학습 과정을 효과적으로 통제할 것을 요구한다. 따라서, 학습자가 자신의 학습 상황을 조절할 수 있는 능력은 개별적인 CAI에서의 학습 결과와 직접적인 관련이 있을 수 있다(Joo *et al.*, 2000; Zimmerman, 2002). 이러한 인지적 특성들은 학습 과정에서 중요한 역할을 하므로, 학습자 특성에 관한 초기 연구들의 주를 이루었다. 그러나 최근 들어서는 학습이 일어나게 하는 원동력이자 학습에서의 성공을 위한 촉진자적인 역할을 하는 학습자의 정의적 특성에 차츰 관심이 모아지고 있다(Linnenbrink & Pintrich, 2002).

학습자의 정의적 특성은 학습 동기나 태도, 선호도, 자아 효능감 등과 같이 어떤 대상이나 생각에 대한 감정적인 반응, 좋거나 싫은 것에 대한 일반적인 반응을 의미한다. 예를 들면, 학습자에 따라 읽고 듣는 것과 같은 언어적 형태의 학습 정보를 선호하기도 하고 그림이나 그래프, 다이어그램과 같은 시각적 형태의

학습 정보를 선호하기도 한다(Mayer & Massa, 2003). 학습자가 학습 과정에서 습관적으로 사용하지 않는 양식의 정보를 제시하는 경우, 학생들은 자신이 선호하는 양식에 맞도록 정보를 재조직하는 부가적인 노력을 하게 되므로 학습에 어려움을 가질 수 있다(Pillay, 1998). CAI는 멀티미디어를 활용한 다양한 시각적 자료를 포함하고 있으므로 학생들의 학습 양식에 따라 그 결과가 달라질 것으로 예상된다(Mayer & Massa, 2003; Pillay, 1998). ‘학습에 대한 자신감’인 학습 능력에 대한 자아 효능감도 학생들이 과제에 적극적으로 참여하거나 과제를 회피하려는 경향과 관련이 있다고 보고되고 있으므로(Linnenbrink & Pintrich, 2002; Pajares, 2002), 개별적인 CAI의 학습 결과에 영향을 미칠 수 있다(Joo *et al.*, 2000). 또한, 학습자가 배우는 것 자체에 가치를 두는지, 높은 성적을 받는 것에 가치를 두는지의 성취 목적은 과학을 포함한 일반 교과 영역의 학습 결과에 직접적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있으므로(Kitsantas *et al.*, 2004), CAI와의 관련성을 조사해 볼 필요가 있다. 이와 더불어 CAI에 대한 태도도 컴퓨터 프로그램을 통한 과학 학습에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 제안되고 있으므로(Marie, 2002; Papanastasiou *et al.*, 2003), 과학 개념 학습을 위한 CAI와의 관계를 알아볼 필요가 있다.

실제로 학습자의 몇몇 인지적·정의적 특성들은 남학생과 여학생 간에 차이가 있을 수 있으며, 컴퓨터를 활용한 학습 결과에도 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 지금까지 수행된 연구들은 확증할 만한 증거를 제시하기에는 양적으로나 질적으로 부족하다(Papanastasiou *et al.*, 2003; Regina *et al.*, 2000). 따라서, 이 연구에서는 학생들의 장의존-장독립성, 자기 조절 능력, 피상적-심층적 학습 전략 등의 인지적 특성들 및 성취 목적, 시각적 학습 선호도, 자아 효능감, CAI에 대한 태도 등의 정의적 특성들과 CAI로 학습한 후 개념 이해도의 관계를 알아보고 성별에 따른 차이도 조사하였다. 이는 컴퓨터를 활용한 학습 결과와 관련된 학생들의 인지적·정의적 특성을 진단하여 보다 효율적이고 개별화된 교육을 지향하기 위한 합리적인 근거를 제안하는 기초 자료가 될 것이다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상 및 절차

본 연구에서는 컴퓨터 교과가 아닌 과학 교과에서 각 학급의 모든 학생들이 개별적으로 컴퓨터를 활용

한 수업을 일정 기간 동안 진행하는 것이 가능한 학교를 선정하였다. 이 학교는 인천에 소재한 남녀공학 중학교로 컴퓨터 교과용 컴퓨터실외에 다른 교과에서 자유롭게 이용할 수 있는 컴퓨터실을 보유하고 있었다. 연구 대상은 ‘분자의 운동’ 단원을 아직 학습하지 않는 1학년 학생 120명이었고, 학생들은 학기 초부터 컴퓨터 교과 수업을 받았으므로 컴퓨터실 수업에 익숙했으며 기본적인 컴퓨터 활용 방법을 잘 알고 있었다. 사전에 학생들의 인지적 특성인 장의존-장독립성, 자기 조절 능력, 학습 전략 검사와 정의적 특성인 성취 목적, 시각적 학습 선호도, 자아 효능감, CAI에 대한 태도 검사를 실시하였다. 본 수업은 CAI에 적합한 중학교 1학년 ‘분자의 운동’ 단원을 대상으로 정화상이나 실험 동영상 및 물질의 입자성을 강조한 애니메이션으로 구성된 프로그램을 이용하여 실시하였다. CAI 프로그램은 학생들의 흥미와 학습 동기를 유발시키기 위해 실생활과 관련된 탐구 문제를 제시하는 도입 단계, 학생들이 프로그램을 통한 학습 과정에 능동적으로 참여할 수 있도록 POE(Prediction-Observation-Explanation)로 구성된 탐구 활동 단계 및 탐구 실험 원리를 설명하는 내용 정리 단계와 학습한 개념을 새로운 상황에 적용해보는 적용 단계로 구성되어 있다. 총 4차시 동안 프로그램과 활동지를 이용하여 개별적인 CAI 방식으로 학습이 진행되었고, 학습이 끝난 후 개념 이해도 검사를 실시하였다.

2. 검사 도구

1) 개념 이해도 검사

개념 이해도 검사지는 선행 연구를 참조하여(Noh & Scharmann, 1997), ‘기체의 확산’, ‘기체의 압력’, ‘기체의 압력과 부피 관계’, ‘기체의 온도와 부피 관계’와 관련된 4개의 문항을 개발하였다. 각 문항은 실험 장면을 제시하고 주어진 실험의 결과를 그림으로 표현하고 그 이유를 자세히 기술하는 방식으로 구성하였다. 이 연구에서의 신뢰도(Cronbach α)는 .47이었다.

2) 인지적 특성 검사

장의존-장독립성을 측정하기 위하여 5문항의 도형 찾기 퍼즐(Find A Shape Puzzle: Linn & Kyllonen, 1981)을 사용하였는데, 선행 연구에서의 내적 신뢰도는 .81이었다. 이 연구에서 구한 신뢰도 계수(Cronbach α)는 Table 1에 제시하였다. 학생들의 학습 전략을 조사하기 위한 검사지는 Revised Approaches to Studying Inventory(Entwistle & Tait, 1994) 중 ‘피상적 학습

전략’ 5문항과 ‘심층적 학습 전략’ 7문항을 5단계 리커트 척도로 구성하여 사용하였다. 선행 연구에서의 내적 신뢰도는 각각 .64와 .83이었으나, 본 연구에서의 신뢰도는 낮은 편이었으므로 해석에 있어서 주의가 필요하다. 자기 조절 능력은 Motivated Strategies for Learning Questionnaire(Pintrich & De Groot, 1990) 중 ‘자기 조절 능력’ 범주의 9문항을 5단계 리커트 척도로 구성하여 사용하였는데, 선행 연구에서의 신뢰도는 .66이었다. 이 연구에서의 각 검사의 신뢰도 계수(Cronbach α)는 Table 1에 제시하였다.

3) 정의적 특성 검사

시각적 학습 선호도 검사는 Learning Preference Questionnaire(Kirby *et al.*, 1988) 중에서 ‘시각적 학습 선호도(Visual Learning Preference)’ 범주에 해당하는 10문항을 사용하였고 선행 연구에서의 내적 신뢰도는 .46이었다. 능력에 대한 자아효능감은 Motivated Strategies for Learning Questionnaire(Pintrich & De Groot, 1990) 중 자아효능감 범주의 9문항을 사용하였는데, 선행 연구에서의 내적 신뢰도는 .86이었다. 성취 목적 검사는 Patterns of Adaptive Learning Survey(Anderman & Young, 1994) 중 ‘과제 지향’과 ‘수행 지향’ 범주 각 4문항씩 총 8문항을 사용하였고, 선행 연구에서의 내적 신뢰도는 각각 .62와 .61이었다. CAI에 대한 태도 검사는 10문항의 Computer-Assisted Learning Attitude Scale(Aşkar *et al.*, 1992)을 사용하였는데, 선행 연구에서의 내적 신뢰도는 .89였다. 정의적 특성 검사들의 각 문항은 5단계 리커트 척도로 구성하여 사용하였고, 이 연구에서의 각 검사들의 신뢰도 계수(Cronbach α)는 Table 1에 제시하였다.

Table 1
Reliability coefficients of the tests

	FD	SR	SST	DST	GO	VLP	SE	CA
Cronbach α	.79	.74	.31	.53	.60	.51	.87	.87

FD: field dependence-independence, SR: self regulation ability, SST: surface learning strategy, DST: deep learning strategy, GO: goal orientation, VLP: visual learning preference, SE: self-efficacy on ability, CA: computer-assisted instruction attitude

3. 자료 분석

개념 이해도 검사(10점 만점)의 응답을 정량화하기 위해 각 문항에 2~4개의 목표 개념을 설정하고 학생들의 응답을 ‘비과학적 이해’, ‘오개념이 하나 포함된

충분한 이해', '부분적 이해' 및 '과학적 이해'로 분류하여 2~3점씩으로 채점하였다(Noh & Scharmann, 1997). 두 명의 연구자가 무작위로 선정된 답안지들을 채점하여 분석자간 일치도가 .95임을 확인한 후, 한 명의 연구자가 모두 채점하였다. 성취 목적 검사 점수는 수행 지향 항목의 점수를 역변환 한 후, 과제 지향 항목 점수와 합하여 사용하였다. 결과 분석은 SPSS 통계 패키지를 이용하여 학생들의 인지적·정의적 특성들과 개념 이해도의 평균과 표준편차를 구하였고, 성별 점수 차이를 조사하기 위해 독립 표집 t 검정(independent t-test)을 실시하였다. 개별 학생들의 인지적·정의적 특성이 CAI 직후 개념 이해도에 미치는 영향을 조사하기 위해 각 검사 점수들 사이의 상관관계를 조사하였다. 또한 인지적·정의적 특성들을 예언 변인으로, CAI로 학습한 후의 개념 이해도 검사 점수를 준거 변인으로 하는 단계적 중다 회귀 분석(stepwise multiple regression analysis)을 실시하였다.

III. 결과 및 논의

1. 인지적·정의적 특성들과 개념 이해도 검사 결과 및 성별에 따른 차이 분석

인지적·정의적 특성들과 CAI 직후 개념 이해도 검사 점수의 성별에 따른 평균, 표준 편차 및 독립 표집 t 검정 결과는 Table 2와 같다. 학습자의 인지적 특성과 관련된 장의존-장독립성, 자기 조절 능력, 피상적-심층적 학습 전략 및 정의적 특성과 관련된 성취 목적, 시각적 학습 선호도, CAI에 대한 태도는 남학생과 여학생 간에 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 정의적 특성인 자아 효능감은 남학생(3.06)의 평균 점수가 여학생(2.57)보다 높았고, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다($t=-3.281, p=.001$). 이는 남학생이 여학생에 비해 학습 목표를 성취하기 위해 스스로 필요한 행동을 조직하고 실행해나가는 학습 능력에 대한 자신감이 더 높은 것으로 해석할 수 있다. 한편 정의적 특성 중에서 시각적 학습 선호도(남: 3.55, 여: 3.67)와 CAI에 대한 태도(남: 3.40, 여: 3.27)의 경우 남·여학생 모두 평균 점수가 5단계 리커트 점수에서 중앙값 이상의 높은 점수를 보였다. 이는 모든 학생들이 그림이나 도형 등과 같은 시각적 형태의 학습 정보를 글과 같은 언어적인 학습 정보보다 더 좋아한다고 볼 수 있으며, 컴퓨터를 활용한 학습에 대해서도 긍정적인 태도를 보이고 있음을 시사한다.

Table 2

Gender differences of the cognitive variables and the affective variables

	Male(n=60)		Female(n=60)		t	p
	M	SD	M	SD		
Self-regulated ability	2.96	.72	2.89	.70	-.583	.561
Field dependence-independence	11.72	4.15	12.30	4.62	.728	.468
Deep learning strategy	2.95	.61	2.87	.69	-.736	.463
Surface learning strategy	2.86	.70	3.07	.63	1.728	.087
Goal orientation	3.02	.68	2.80	.57	-1.904	.059
Visual learning preference	3.55	.59	3.67	.45	1.257	.211
Self-efficacy	3.06	.86	2.57	.78	-3.281	.001*
CAI attitude	3.40	.86	3.27	.87	-.865	.389
Conception	7.30	1.27	7.45	1.37	.623	.535

* $p < .05$

2. 개념 이해도와 인지적 예언 변인들 간의 상관관계

개별적인 CAI로 학습한 후의 개념 이해도 검사 점수와 학습자의 인지적 예언 변인들 간의 상관관계는 Table 3에 제시하였다. 학습자의 인지적 특성 중에서 장의존-장독립성은 CAI의 교수 효과와 대체로 상관이 높게 보고되었는데(Parkinson & Redmond, 2002), 이 연구에서도 개념 이해도 점수와 가장 높은 정적 상관을 보였다($r=.455, p<.01$). 즉, 다양한 그래픽과 애니메이션, 텍스트로 구성된 화면으로부터 필요한 정보를 분리하여 지각하는 능력이 뛰어난 학생일수록 학습 효과가 높을 수 있음을 시사한다(Jonassen & Grabowski, 1993). 또한 개념 이해도 검사 점수는 피상적 학습 전략 검사 점수와 부적인 상관이 있었고($r=-.188, p<.05$), 심층적 학습 전략 검사 점수와는 정적으로 유의미한 상관이 나타났다($r=.385, p<.01$). 이는 학생들이 단순 지식의 암기나 재생과 같은 정보 처리 수준에 머무는 피상적 학습 전략을 사용하는지 정보를 이해하고 심도 있게 처리하는 심층적 학습 전략을 사용하는지가 컴퓨터 활용 학습 결과와 관련이 있었다는 선행 연구(Jelfs, 2002)와 일치한다. 자기 조절 능력 검사는 개념 이해도 점수와 높은 정적 상관이 있었는데($r=.376, p<.01$), 자신의 학습 상황을 스스로 조절할 수 있는 능력이 높은 학생일수록 개별적인 CAI에서 과학 개념 학습을 잘 수행할 수 있을 것으로 추론할 수 있다.

Table 3
Correlation coefficients among the test scores of cognitive variables and conceptual understanding

Variable	FD	SR	SST	DST	Con
FD	1.000				
SR	.239**	1.000			
SST	-.242**	-.235**	1.000		
DST	.280**	.530**	-.095	1.000	
Con	.455**	.376**	-.188*	.385**	1.000

* $p < .05$, ** $p < .01$.

3. 개념 이해도와 정의적 예언 변인들 간의 상관관계

개별적인 CAI로 학습한 후의 개념 이해도 검사 점수와 학습자의 정의적 예언 변인들 간의 상관관계는 Table 4와 같다. 시각적 학습 선호도는 개념 이해도 검사 점수와 유의미한 정적인 상관이 있었다($r=.352$, $p<.01$). 이 결과는 연구에 사용한 프로그램과 같이 시각적 자료의 구성 비율이 높은 학습 정보를 이해하는데는 시각적인 학습 양식을 지닌 학습자가 더 유리할 수 있다는 선행 연구(Mayer & Massa, 2003; Pillay, 1998)의 주장을 지지한다고 볼 수 있다. 능력에 대한 자아 효능감도 개념 이해도 검사 점수와 비교적 높은 정적 상관을 보였다($r=.286$, $p<.01$). 자아 효능감은 사고 과정에 대한 자기 조절과도 관련성이 있는 것으로 보고 되고 있으므로(Pajares, 2002), 개별적으로 학습을 수행하는 CAI 환경에서 성공적인 학습 수행과 관련성이 있는 것으로 해석할 수 있다(Joo *et al.*, 2000). 한편, 학생들이 학습 결과보다는 배우는 것 자체에 가치를 두는 과제 지향적 성취 목적 수준은 컴퓨터 기반 학습에서의 학습 결과에 영향을 미치는 요인이 될 수 있다고 알려져 있다(Kitsantas *et al.*, 2004). 그러나 이 연구에서는 과제 지향 성취 목적이 CAI로 학습한 후의 개념이해도와 직접적인 관련성이 없는 것으로 나타났다($r=.122$, $p>.05$). 또한 CAI에 대한 태도도 개념 이해도 검사 점수와 상관이 없었다($r=.131$, $p>.05$). 과학 교과에서 CAI의 활용에 대한 메타 분석 연구에 따르면, 1970년대(effect size=0.557)보다 1990년대(effect size=0.159)에 그 효과가 줄어드는 경향이 있다고 보고하고 이를 호손 효과로 해석하고 있다(Bayraktar, 2002). 이와 같은 맥락에서 현재 학생들이 가정이나 학교에서의 컴퓨터 활용에 친숙하기 때문에 CAI에 대한 태도 점수가 CAI로 학습한 결과와 직접적인 상관이 없게 나타난 것으로 생각된다.

Table 4
Correlation coefficients among the test scores of affective variables and conceptual understanding

Variable	GO	VLP	SE	CA	Con
GO	1.000				
VLP	.337**	1.000			
SE	.297**	.405**	1.000		
CA	.100	.224*	.210*	1.000	
Con	.122	.352**	.286**	.131	1.000

* $p < .05$, ** $p < .01$.

4. 개념 이해도와 인지적 예언 변인들의 중다 회귀 분석 결과

개별적인 CAI로 학습한 후의 과학 개념 이해도 점수를 설명할 수 있는 인지적 특성들을 조사하기 위한 중다 회귀 분석 결과를 Table 5에 제시하였다. 인지적 특성들 중에서 가장 설명력이 큰 변인은 장의존-장독립성이었는데, 전체 변량의 20.7%의 설명력을 보였다($p<.01$). 이는 장의존-장독립성이 개별적인 CAI 학습 결과에 가장 큰 영향을 미친다고 해석할 수 있다(Parkinson & Redmond, 2002). 즉, 장독립적인 학생일수록 프로그램에 제시된 정보를 자신의 필요에 맞게 재구성하는 능력이 뛰어나므로(Jonassen & Grabowski, 1993), 개별적인 CAI에서 효과적으로 학습할 가능성을 보여준다. 자기 조절 능력도 7.6%의 유의미한 설명력을 지닌 것으로 나타났다($p<.01$). 이는 교사나 동료들의 도움 없이 개별적으로 CAI를 진행하는 과정에서 스스로의 학습 과정을 통제하는 자기 조절 능력이 필요함을 말해준다. 또한 피상적-심층적 학습 전략은 개념 이해도와 유의미한 상관을 보였으나 중다 회귀 분석 결과에서는 피상적 학습 전략은 설명력이 없었고, 심층적 학습 전략만 약간의 설명력(2.3%)이 있는 것으로 나타났다($p<.05$). 심층적 학습 전략의 경우 자기 조절 능력과 상관이 매우 높았기 때문에 나머지 변량에 대한 추가적인 설명력이 낮아진 것으로 보인다.

Table 5
Multiple regression analysis summary of cognitive variables on the conceptual understanding

Step	Variable entered	β	Multiple R	Accum. R^2	R^2 change
1	FD	.349	.455	.207	.207**
2	SR	.184	.532	.283	.076**
3	DST	.185	.553	.306	.023*
4	SST	-.043	.554	.307	.002

* $p < .05$, ** $p < .01$.

다. 그러나 새로운 학습 정보를 처리하는 방식과 관련된 심층적 학습 전략(Jelfs, 2002; Schmeck, 1988)이 CAI로 학습한 후의 과학 개념 이해에 영향을 미칠 가능성이 있음을 시사한다.

5. 개념 이해도와 정의적 예언 변인들의 중다 회귀 분석 결과

개별적인 CAI로 학습한 후의 과학 개념 이해도에 영향을 미치는 정의적 특성들의 설명력을 조사하기 위한 중다 회귀 분석 결과는 Table 6과 같다. 가장 유의미한 정의적 예언 변인은 시각적 학습 선호도로 16.2%의 설명력을 지닌 것으로 나타났다($p < .01$). 이는 학습자마다 지니고 있는 독특한 학습 양식에 부합하는 학습 환경을 제공하면 학생들이 자신의 인지 자원을 더 효과적으로 사용할 수 있으므로, 더 효율적인 학습이 이루어질 가능성이 있다는 선행 연구(Mayer & Massa, 2003; Pillay, 1998)의 주장을 지지한다. 즉, 애니메이션이나 동영상 등이 많이 포함된 프로그램으로 학습하는 경우, 시각적 학습 정보를 선호하고 이들을 잘 기억할 수 있는 학습자들에게 유리할 것으로 예상할 수 있다. 두 번째로 설명력을 보인 능력에 대한 자아 효능감은 개념 이해도 점수에 대해 3.5% 정도의 설명력을 보였다($p < .05$). 개별적으로 프로그램을 이용한 학습을 효과적으로 수행하기 위해서는 학습에 기울이는 노력과 지구력에 영향을 미치는 자아 효능감이 요구됨을 암시한다. 또한 과제 지향적 성취 목적을 지닌 학생들은 학습 수행에 대한 만족감이 높기 때문에 학습 결과에 직접적인 영향을 미치는 중요한 변인으로 알려져 있다(Kitsantas *et al.*, 2004). 그러나 이 연구에서는 학생들의 성취 목적이 개별적인 CAI로 학습한 후의 개념 이해도에 대한 설명력이 없는 것으로 나타났으며, CAI에 대한 태도 또한 유의미한 설명력이 없었다.

Table 6
Multiple regression analysis summary of affective variables on the conceptual understanding

Step	Variable entered	β	Multiple R	Accum. R^2	R^2 change
1	VLP	.300	.403	.162	.162**
2	SE	.196	.444	.197	.035*
3	CA	.063	.448	.201	.004
4	GO	.014	.448	.201	.000

* $p < .05$, ** $p < .01$.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 학생들의 장의존-장독립성, 자기 조절 능력, 피상적-심층적 학습 전략 등의 인지적 특성들 및 성취 목적, 시각적 학습 선호도, 자아 효능감, CAI에 대한 태도 등의 정의적 특성들이 성별에 따른 차이가 있는지를 알아보고, 개별적인 CAI로 학습한 후의 개념 이해도와와의 관계를 조사하였다.

학습자의 인지적 특성인 장의존-장독립성, 자기 조절 능력 그리고 피상적-심층적 학습 전략은 성별에 따른 차이가 없었고, 개별적인 CAI로 학습한 후의 개념 이해도 검사 점수와 모두 유의미한 상관이 있었다. 이들 특성들의 설명력을 조사하기 위한 중다 회귀 분석 결과, 장의존-장독립성은 과학 개념 학습을 위한 CAI에 대해 가장 큰 설명력을 지닌 것으로 나타났다. 장독립적인 학습자는 프로그램에서 과학 개념과 관련된 정보를 잘 찾아내는 반면 장의존적인 학습자는 어려움이 있을 수 있으므로, 애니메이션 등의 다양한 시각적 자료를 활용할 때 이러한 점들을 고려할 필요가 있다(Jonassen, & Grabowski, 1993). 또한 학습자 스스로 학습에 적극적으로 참여하는 능력인 자기 조절 능력과 새로운 학습 정보를 선행 지식과 관련지어 이해하고 심도 있게 정보를 처리하는 심층적 학습 전략도 개별적인 CAI로 학습한 후의 개념 이해도에 대해 유의미한 예언 변인으로 나타났다. 따라서, 자기 조절 능력이 부족하거나 심층적 학습 전략의 활용을 어려워하는 학습자를 위해 안내를 제공하거나 각 개념들을 선행 지식과 관련지어 볼 수 있는 단계를 포함하도록 CAI 프로그램을 구성하는 노력이 있어야 한다.

학습자의 정의적 특성인 시각적 학습 선호도, 학습 능력에 대한 자아 효능감, 성취 목적, CAI에 대한 태도 중에서는 자아 효능감만이 남학생과 여학생 간에 유의미한 차이가 있었다. 즉 남학생이 여학생에 비해 학습 능력에 대한 자신감이 더 높은 것으로 나타났다. 한편 시각적 학습 선호도와 CAI에 대한 태도는 남녀 학생 모두 비교적 점수가 높았는데, 이는 대부분의 학생들이 그림이나 애니메이션과 같은 시각적 정보를 이용한 CAI를 통해 더 효과적으로 학습을 할 가능성을 보여준다. 또한 시각적 학습 선호도와 자아 효능감은 CAI로 학습한 후의 개념 이해도와 유의미한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 중다 회귀 분석 결과, 두 변인 모두 개념 이해도에 대해 유의미한 예언력을 지닌 것으로 나타났으며 시각적 학습 선호도가 더 높

은 설명력을 보였다. 따라서 학생들이 이해하기 어려운 추상적인 과학 개념들을 보다 효과적으로 학습할 수 있도록 돕기 위해서는 학생들이 선호하는 학습 자료의 형태를 파악하여 학습 자료를 구성할 필요가 있다. 이와 더불어 학습에 대한 자신감을 향상시키기 위해 CAI 프로그램에 퀴즈나 피드백 등을 활용하는 것도 과학 개념 학습을 향상시킬 수 있는 방안의 하나가 될 수 있을 것이다.

이상의 결과와 같이 학습자의 인지적 특성인 장의존-장독립성, 자기 조절 능력, 심층적 학습 전략 및 정의적 특성인 시각적 학습 선호도와 학습 능력에 대한 자아 효능감이 CAI로 학습한 후의 개념 이해도를 설명할 수 있는 변인임을 확인하였다. 최근 각급 학교마다 최첨단 멀티미디어 학습 환경이 갖추어짐에 따라 다양한 교육 프로그램의 이용이 더욱 늘어나고 있는 추세이다. 따라서 개별 학생들에게 적합한 교수·학습 환경을 제공하기 위해서는 각 매체의 속성과 학습 자료의 구성 방법이 학습자 특성에 따라 어떤 효과가 있는지를 검증하기 위한 실험 연구들이 지속적으로 수행되어야 할 것이다. 또한 이러한 연구 결과들을 바탕으로 교육 수요자들의 다양한 요구 변화에 부응하는 학습 자료의 개발과 활용을 위한 지침이 만들어져야 할 것이다.

적 요

이 연구는 학생들의 인지적·정의적 특성과 컴퓨터 보조 수업을 한 후의 개념 이해도와 관계를 조사하였다. 장의존-장독립성, 학습 전략, 자기 조절 능력, 시각적 학습 선호도, 성취 목적, 능력에 대한 자아 효능감, 개념 검사를 실시하였다. 학생들에게 컴퓨터 보조 수업을 실시한 후에 '분자의 운동'에 관한 개념 검사를 하였다. 학생들의 개념 이해도는 인지적 특성들 중에서 장의존-장독립성, 학습 전략, 자기 조절 능력, 정의적 특성 중에서는 시각적 학습 선호도, 성취 목적, 능력에 대한 자아 효능감과 CAI에 대한 태도와 유의미한 상관이 있었다. 개념 이해에 관한 인지적 특성들의 중다 회귀 분석 결과, 장의존-장독립성은 가장 유의미한 예언 변인이었다. 자기 조절 능력과 심층적 학습 전략도 유의미한 예언 변인이었다. 정의적 특성들에 관한 분석 결과에서는 시각적 학습 선호도, 능력에 대한 자아 효능감이 학생들의 개념 이해에 유의미한 예언 변인이었다.

참고 문헌

- Askar, P., Yavuz, H., & Koksall, M. (1992). Students' perceptions of computer assisted instruction environment and their attitudes towards computer assisted learning. *Educational Research*, 34(2), 133-139.
- Anderman, E. M., & Young, A. J. (1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(8), 811-831.
- Bayraktar, S. (2002). A meta-analysis of the effectiveness of computer-assisted instruction in science education. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(2), 173-188.
- Entwistle, N. J., & Tait, H. (1994). *The Revised Approaches to Studying Inventory*. Edinburgh: University of Edinburgh, Centre for Research on Learning and Instruction.
- Jelfs, A., & Colbourn, C. (2002). Do students' approaches to learning affect their perceptions of using computing and information technology? *Journal of Educational Media*, 27(1/2), 41-54.
- Jonassen, D. H., & Grabowski, B. L. (1993). *Handbook of Individual Differences, Learning, and Instruction*. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Joo, Y., Bong, M., & Choi, H. (2000). Self-efficacy for self-regulated learning, academic self-efficacy, and internet self-efficacy in web-based instruction. *Educational Technology, Research and Development*, 48(2), 5-17.
- Kirby, J. R., Moore, P. J., & Schofield, N. J. (1988). Verbal and visual learning style. *Contemporary Educational Psychology*, 13(2), 169-184.
- Kitsantas, A., Reiser, R., & Doster, J. (2004). Developing self-regulated learners: Goal setting, self-evaluation, and organizational signals during acquisition of procedural skills. *The Journal of Experimental Education*, 72(4), 269-287.
- Lin, C., & Dwyer, F. (2004). Effect of varied animated enhancement strategies in facilitating achievement of different educational objectives. *International Journal of Instructional Media*, 31(2), 185-198.
- Linn, M. C., & Kyllonen, P. (1981). The field dependence-independence construct: Some, one or none. *Journal of Educational Psychology*, 73(2), 261-273.
- Linnenbrink, E. A., & Pintrich, P. R. (2002). Motivation as an enabler for academic success. *School Psychology Review*, 31(3), 313-327.

Mayer, R. E., & Massa, L. J. (2003). Three facets of visual and verbal learners: cognitive ability, cognitive style, and learning preference. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 833-846.

Noh, T., & Scharmann, L. C. (1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199-217.

Pajares, F. (2002). Gender and perceived self-efficacy in self-regulated learning. *Theory into Practice*, 41(2), 116-125.

Papanastasiou, E., Zembylas, M., & Vrasidas, C. (2003). Can computer use hurt science achievement? The USA result from PISA. *Journal of Science Education and Technology*, 12(3), 325-332.

Parkinson, A., & Redmond, J. A. (2002). Do cognitive styles affect learning performance in different computer media? *ACM SIGCSE Bulletin, Proceedings of the 7th annual conference on innovation and technology in computer science education*, 34(3), 39-43.

Pillay, H. (1998). An investigation of the effect of

individual cognitive preferences on learning through computer-based instruction. *Educational Psychology*, 18(2), 171-182.

Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.

Regina, S., Persichitte, K., & Jones, L. (2000). Relation of student characteristics to learning of basic biochemistry concept from a multimedia goal-based scenario. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. New Orleans, LA.

Riding, R. J., Grimley, M., Dahraei, H., & Banner, G. (2003). Cognitive style, working memory and learning behaviour and attainment in school subjects. *British Journal of Educational Psychology*, 73, 149-169.

Schmeck, R. R. (1988). Individual differences that affect the way students approach learning. *Learning and Individual Differences*, 1, 85-124.

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64-70.