

상황맥락적인 피드백을 활용한 CAI가 화학 학습에 미치는 효과

김경순 · 정경진 · 차정호[†] · 강이영[‡] · 노태희*

서울대학교 화학교육과

[†]대구대학교 과학교육학부

[‡]교문중학교

(2006. 9. 1 접수)

The Effects of Situational Context Feedbacks in Chemistry Learning with Computer-Assisted Instruction

Kyungsun Kim, Kyoungjin Chung, Jeongho Cha[†], Yiyoung Kang[‡], and Taehee Noh*

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

[†]Division of Science Education, Daegu University, Daegu 712-714, Korea

[‡]Kyomun middle school, Gyeonggi-do 471-020, Korea

(Received September 1, 2006)

요약. 이 연구에서는 컴퓨터 보조 수업에서 상황맥락적인 피드백의 활용이 학생들의 개념 이해도, 과학 학습 동기, 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식에 미치는 효과를 조사하였다. 인천시의 한 남녀 공학 중학교에 있는 1학년 114 명의 학생들을 상황맥락적 피드백 CAI, 피드백 CAI, CAI 집단에 배치하고, 8차시 동안 ‘물질의 세 가지 상태’와 ‘분자의 운동’에 대하여 수업을 실시하였다. 구획변인은 중간고사 과학 성적을 사용하였다. 이원 공변량 분석 결과, 사전 과학 성취 수준에 관계없이 상황맥락적 피드백 CAI 집단의 개념 이해도 점수가 다른 CAI 집단에 비해 높았고, 그 점수 차이가 통계적으로 유의미하였다. 상위 학생들의 경우 피드백 CAI 집단의 과학학습 동기 점수가 CAI 집단의 점수보다 통계적으로 유의미하게 높았으나, 하위 학생들의 경우에는 세 집단 간 점수 차이가 통계적으로 유의미하지 않았다. 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식의 경우, 상황맥락적 피드백 CAI 집단과 피드백 CAI 집단의 상위 학생들은 CAI 집단의 상위학생에 비해 컴퓨터 보조 수업에 대해 긍정적으로 인식하였다. 피드백 CAI 집단의 하위 학생들은 다른 두 CAI 집단보다 부정적인 인식이 약간 높았다. 교육학적 함의를 논의하였다.

주제어: 컴퓨터 보조 수업, 상황맥락적 피드백, 개념 이해도, 과학 학습 동기

ABSTRACT. This study investigated the effects of situational context feedback in CAI upon students' conceptual understanding, science learning motivation, and the perception of CAI. Seventh graders (N = 114) from a coed middle school in Incheon were assigned to the situational context feedback CAI (SCF-CAI), the feedback CAI (F-CAI) and the CAI groups, and were taught about ‘three states of matter’ and ‘motion of molecules’ for 8 class hours. Prior science achievement test score used as a blocking variable. Two-way ANCOVA results revealed that the conceptual understanding test scores of the SCF-CAI group were significantly higher than those of the other groups. For the higher achievers, the scores of the F-CAI group in science learning motivation test were significantly higher than those of the CAI group. However, there was no significant difference among the lower achievers of three groups. The higher achievers in the SCF-CAI and the F-CAI groups perceived the CAI more positively than those of the CAI group. The lower achievers in the F-CAI group perceived the CAI more negatively than those of the other groups. Educational implications are discussed.

Keywords: Computer-assisted Instruction, Situational Context Feedback, Conceptual Understanding, Science Learning Motivation

서 론

다양한 멀티미디어를 활용하여 각 교과목의 특성에 맞게 학습 내용을 구성할 수 있는 컴퓨터 보조 수업(computer-assisted instruction; CAI)은 효율적인 정보 전달과 학습자의 동기 유발에 효과적이라고 알려져 있다.^{1,2} 또한, 학습자가 자신의 학습 능력이나 이해 수준에 따라 스스로 속도를 조절하면서 학습을 진행할 수 있으므로,³ 학습 내용과 학습자 간의 상호작용을 활성화시켜 효과적인 개별화 교수에 대한 폭넓은 가능성을 제시하였다.⁴ CAI에서의 상호작용은 키보드나 모니터처럼 학습자와 컴퓨터를 연결해 주는 인터페이스(interface), 학습자 개개인의 학습 수준에 따라 학습 내용의 순서나 정보의 양 등을 조절하는 적응성, 학습자의 반응을 촉진하거나 수정·보완하기 위한 피드백 등의 요소들로 구성된다. 따라서 CAI 프로그램을 구성하고 있는 이 요소들의 수와 비중이 어느 정도인지에 따라 상호작용 수준이 결정되며, 이는 CAI가 인지적·정의적 측면에 미치는 교수 효과에 직·간접적으로 영향을 주는 것으로 보고되고 있다.⁵

특히, 피드백은 학습자에게 과제 수행 결과의 장점과 부족한 부분에 대한 정보를 제공해줌으로써 학습자의 능력을 확장시키는 데 직접적인 영향을 준다.⁶ 뿐만 아니라 학습 수행과정에서 발생될 수 있는 개개인의 문제점에 대해 구체적인 정보를 제공해 주기 때문에, 흥미와 동기 향상에도 효과적이라고 보고된 바 있다.⁷ CAI에서도 피드백은 학습 내용과 학습자 간 상호작용의 질을 결정하는 핵심적인 요인으로,⁸ 피드백에 대한 설계는 프로그램 설계에 있어서 가장 기본적인 구성 요소 중의 하나로 자리 잡고 있다.⁹ 선행 연구들에 의하면, 피드백의 제시 시기나 유형, 그리고 제시하는 정보의 양뿐만 아니라 학습 과제의 특성이나 학습자의 개별 특성과 같은 환경적 요인도 피드백을 활용한 CAI의 효과에 영향을 미치는 것으로 보고되었다.^{11,12} 예를 들면, 고등학교 1학년 정보산업 과목에서 진행된 연구에서는 단계적으로 정보를 제공하거나 오류를 교정하는 피드백은 학업 성취 측면에서 효과적이었으나 결과를 제시하고 교정하는 피드백은 효과적이지 못했다.¹⁰ 따라서 CAI에서 피드백을 활용할 때에는 피드백 자체의 특성뿐 아니라 피드백이 제시되는 환경적 요인에 대해서도 세심하게 고려될 필요가 있다.

지금까지 CAI에서 주로 제공된 피드백은 실제 학습 상황에 학습자의 필요와 요구에 적합한 내용보다는 주로 정답이나 단순한 관련 정보의 제공 등과 같은 낮은 수준의 피드백에 한정되어 있는 경우가 많았다.⁹ 이

러한 피드백은 학습자의 학습 내용에 대한 이해와 학습 전이의 가능성을 감소시킬 뿐만 아니라 피드백이 지닌 교정적인 기능도 약화시킬 수 있다.¹³ 학습 과정에서 학습자의 이해 수준을 진단하여 실제 상황과 밀접하게 관련된 정보를 제공하는 상황맥락적 피드백은 이와 같은 문제를 극복하는 한 가지 방안이 될 수 있다.¹⁴ 상황맥락적 피드백은 학습자들이 잘 이해하지 못한 학습 내용에 대해 새로운 지식과 실제 경험 간의 연결을 능동적으로 촉진할 수 있는 맥락을 제공한다.¹⁵ 따라서 학습자가 학습 과정에서 상황맥락적 피드백을 제공받는 경우, 학습자는 자신의 지식에 대한 이해 상태의 변화를 직접 경험할 수 있으며, 이에 따라 지식의 활용도나 지식 전이의 가능성도 높아질 수 있다.¹⁶

아직까지 CAI에서 상황맥락적 피드백의 교수·학습 효과를 조사한 연구는 많지 않으나, 대학교 컴퓨터 교양 수업 대상의 CAI에서 상황맥락적 피드백을 활용한 결과, 학업 성취도에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고하였다.¹³ 또한, 초등학교 수학 교과목의 교실 수업에서 상황맥락적인 정보나 피드백을 활용한 경우에 학습자의 학업 성취도나 학습 전이력, 학습에 대한 태도가 향상되었다고 보고하고 있다.^{14,15} 이와 같은 상황맥락적 피드백이 그동안 중학교에서 입자 개념 학습에 사용되었던 CAI 프로그램에 도입된다면 CAI의 교수 효과를 높여줄 것으로 기대할 수 있다. 중학교 1학년 수준에서 처음 도입되는 입자 개념은 눈으로 직접 볼 수 없는 추상적인 개념이므로, 실생활 맥락에서 제공되는 피드백이 입자 개념 학습을 더욱 용이하게 해 줄 것이기 때문이다.

이에 이 연구에서는 중학교 1학년 ‘물질의 세 가지 상태’ 및 ‘분자의 운동’ 단원의 개념 학습을 위한 상황맥락적인 피드백을 제공하는 CAI 프로그램을 개발하고, 상황맥락적 CAI가 학습자들의 개념 이해도와 과학 학습 동기 및 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식에 미치는 영향을 기존의 CAI 및 간단한 피드백만 제공하는 CAI와 비교 분석하였다.

연구 내용 및 방법

연구 대상

이 연구는 인천시 남동 공학 중학교 1학년 114명(남: 48명, 여: 66명)을 대상으로 실시하였다. 중간고사 과학 평균이 유사한($MS=29.94$, $F=.072$, $p=.996$) 세 학급을 선정하여 CAI 집단, 피드백 CAI 집단(F-CAI), 상황맥락적 피드백 CAI 집단(SCF-CAI)에 배치하였고, 중간고사 과학 성적 중앙값에 기초하여 학생들을 상

Table 1. Numbers of the subjects by the level of prior science achievement

	CAI	F-CAI	SCF-CAI
High	18	20	18
Low	19	21	18
Total	37	41	36

F-CAI : Feedback CAI group, SCF-CAI : Situational context feedback CAI group.

위와 하위로 구분하였다. 학생들의 사전 과학 성취 수준에 따른 집단별 사례 수는 Table 1과 같다.

연구 절차 및 수업 방법

수업 처치 전에 사전 검사로 과학 학습 동기 검사를 실시하였고, 각 집단의 학생들이 새로운 수업 방법에 익숙해지도록 컴퓨터 사용 방법과 전반적인 수업 과정에 대한 오리엔테이션을 실시하였다. 또한, ‘물질의 세 가지 상태’ 이전 단원인 ‘지표의 평탄화 작용’ 단원을 대상으로 1차시 동안 본 수업과 동일한 학습 환경에서 연습 수업을 실시하였다. 연구자는 연습 수업을 참관하여 수업 진행에 있어서 개선할 점이 있는지 알아보고, 이를 수업 담당 교사와 논의하여 보완하였다. 본 수업은 ‘물질의 세 가지 상태’와 ‘분자의 운동’ 단원에 대하여 총 8차시에 걸쳐 진행되었다. 학생들은 개별적으로 CAI 프로그램을 학습하면서 활동지를 작성하였고, 교사는 순회하면서 학생들의 학습 상황을 점검하고 질문을 받아주는 조력자의 역할을 하였다. 각 집단별 학습 자료들의 전체적인 내용을 세 집단 모두 동일하게 구성하여 학습 내용을 통제하였다. 연구자가 매 차시 수업을 참관하여 진행 상황을 점검하였고, 사후 검사로 개념 이해도 검사, 과학 학습 동기 검사, 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식 검사를 실시하였다.

CAI 프로그램

CAI 프로그램은 선행 연구¹⁷⁾에서 사용한 분자의 운동 단원에 해당하는 ‘확산’, ‘증발과 분자 운동의 빠르기’, ‘기체의 압력’, ‘기체의 압력과 부피의 관계’, ‘기체의 온도와 부피의 관계’의 5차시 프로그램에 상황 맥락적 피드백을 추가하였으며, 물질의 세 가지 상태 단원에 대한 ‘물질의 세 가지 상태’, ‘상태 변화와 성질 변화’, ‘물질의 상태와 분자모형’의 3차시를 추가로 개발하였다. 개발된 프로그램은 과학교육 전문가 3인과 현직 교사 2인의 검토를 받아 수정·보완 하였다. 저작 도구로는 Flash MX를 사용하였고, 프로그램 전반

에 걸쳐 애니메이션으로 분자 수준의 동적인 성질을 구현하였으며, 학생들이 실제 실험 현상을 관찰할 수 있는 동영상도 일부 포함시켰다. CAI 프로그램의 구성은 도입, 탐구 활동, 내용 설명, 종료 단계로 구성하였다. 도입 단계에서는 실생활과 관련된 상황을 제시하여 학생들의 흥미를 유발하였고, 탐구 활동 단계에서는 학생들이 학습에 능동적으로 참여할 수 있도록 예측-관찰-설명 과정으로 구성하였다. 내용 설명 단계에서는 학생들이 학습한 내용을 정리할 수 있도록 분자의 동적인 성질에 대한 학습 내용을 정리하여 제시하였고, 종료 단계로 학습을 마무리 할 수 있도록 하였다.

상황맥락적 피드백 CAI와 피드백 CAI 프로그램은 피드백이 제공되지 않는 CAI 프로그램과 마찬가지로 도입, 탐구 활동, 개념 이해 수준 진단 문제, 내용 설명, 종료 단계로 구성되어 있으며, 학습 과정에서 학습자의 개념 이해 수준을 진단한 뒤 피드백을 제공하는 단계가 추가로 되어 있다. 이때 사용한 진단 평가 문제는 입자 개념에 대한 학습자의 직관적 관념에 관한 선행 연구¹⁷⁾에 기초하여 개발하였다. 매차시마다 학습 목표로 설정된 1~2개의 목표 개념을 정하였고, 목표 개념의 학습이 끝날 때마다 그 개념에 대한 학생들의 학습 이해 수준을 진단하는 문제를 제시하였는데(Fig. 1), 학생들이 문제의 정답을 맞힌 경우에만 다음 학습을 진행할 수 있도록 하였다.

상황맥락적 피드백 CAI에서는 학생들이 정답을 선택한 경우에 실제 상황을 예제로 사용하여 학습한 내용을 매차시마다 2~4장면으로 정리하여 제공함으로써 학습 내용에 대한 학생들의 이해를 강화하도록 하였다. 오답을 선택한 학생들에게는 선행 학습 내용에 대한 기억을 돕는 내용을 1~2장면으로 제공한 후, 진단 문제를 다시 풀도록 하였다(Fig. 2).

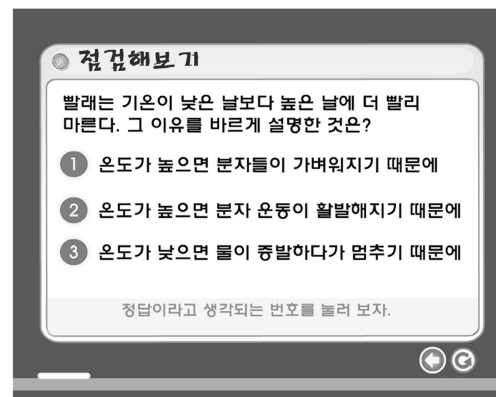


Fig. 1. Diagnosis question for conceptual understanding.

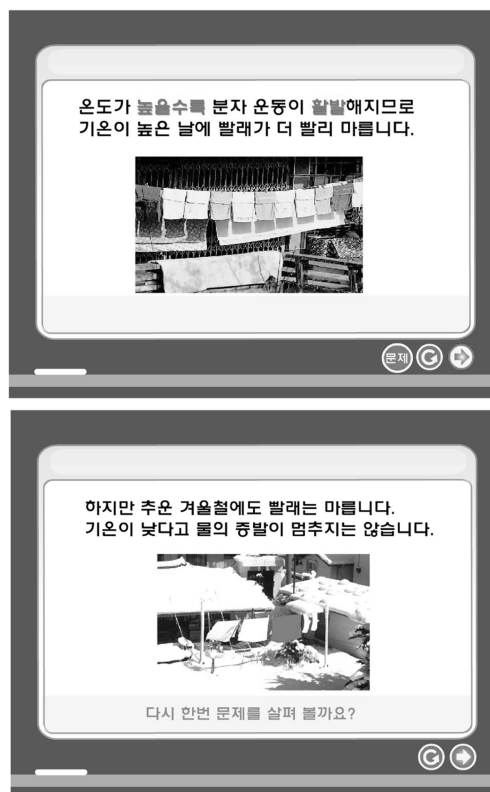


Fig. 2. Correct/incorrect answer example feedback screen on SCF-CAI program.

피드백 CAI 프로그램의 경우 상황맥락적 피드백 CAI 프로그램과 피드백 제공 방식이 동일하나 문제 단계에서 정·오답을 선택한 모든 학생에게 한 장면으로 구성된 정·오 진단이 포함된 간단한 설명식 피드백을 제공하여 주었다(Fig. 3).

검사 도구

개념 이해도 검사지는 ‘물질의 세 가지 상태’, ‘기체의 확산’, ‘기체의 압력’, ‘기체의 압력과 부피 관계’, ‘기체의 온도와 부피 관계’에 대한 분자 수준의 개념 이해 정도를 측정하기 위한, 5개 문항으로 선행 연구^{17,18}를 참고하여, 연구자가 직접 개발하였다. 이 검사지는 과학 교사 2인과 과학 교육 전문가 2인으로부터 안면 타당도를 검증 받았으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도 (Cronbach's α)는 .60이었다.

과학 학습 동기 검사지는 Song¹⁹의 축소형 Instructional Materials Motivation Scale 16문항을 5단계 리커트 척도로 구성하여 사용하였다. 이 연구에서의 내적 신뢰도 (Cronbach's α)는 사전, 사후 검사에서 각각 .85, .88

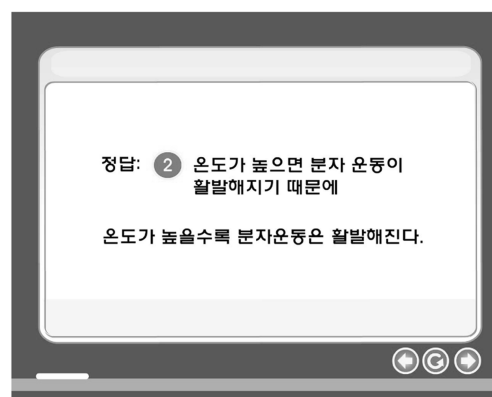


Fig. 3. Correct/incorrect answer feedback screen on F-CAI program.

이었다. 또한, 수업에 대한 인식을 조사하기 위해 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식 검사지를 개발하였다. 이 검사지는 컴퓨터를 이용한 수업의 유용성, 수업에 대한 선호도, 그리고 수업 시간에 노력한 정도에 대하여 각 1문항씩 총 3문항을 제시하여 학생들이 느낀 점을 리커트 척도로 선택한 후 그렇게 답한 이유를 적도록 하였다.

분석 방법

개념 이해도 검사의 응답을 정량화하기 위해 각 문항에 2~4개의 하위 목표 개념을 설정하고, 학생들의 응답을 ‘비과학적인 이해’는 0점, ‘오개념이 하나 포함된 충분한 이해’ 및 ‘부분적 이해’는 1~2점, ‘과학적 이해’는 2~3점으로 분류하여 문항 당 2~3점씩 총 13점 만점으로 채점하였다. 분석의 신뢰도를 높이기 위하여 일부 학생의 답안지를 무작위로 선정하여 2인의 연구자가 각자 채점하고 비교하는 과정을 반복하여 분석자간 일치도가 93%에 이른 후, 한 명의 연구자가 모든 답안을 채점하였다.

통계 분석은 수업 처치를 독립 변인으로 하고, 학생들의 사전 과학 성취 수준을 구획 변인으로 하였고, 개념 이해도 검사 점수는 1학기 중간고사 수학 점수를, 학습 동기 검사는 사전 검사 점수를 공변인으로 하는 이원 공변량 분석을 실시하였다. 통계 분석 결과, 상호작용 효과가 있는 경우에는 단순 효과를 검증하기 위해 사전 과학 성취 수준별로 일원 공변량 분석을 실시하였고, 수업 처치의 주 효과가 있는 경우에는 LSD방법을 사용하여 사후 검증을 하였다. 또한, 컴퓨터 수업에 대한 인식검사는 빈도와 백분율(%) 분석을 실시하였다.

연구 결과 및 논의

과학 개념 이해도에 미치는 효과

개념 이해도 검사(13점 만점) 점수의 평균, 표준 편차 및 교정 평균을 Table 2에 제시하였다. 이원 공변량 분석 결과, 수업 처치의 주 효과가 있었다($MS=18.92$, $F=5.06$, $p=.008$). SCF-CAI 집단(9.76)의 교정 평균은 F-CAI 집단(8.41)과 CAI 집단(8.69)보다 높았고, 사후 검증 결과, 이들 점수 차이가 통계적으로 유의미하였으나($p<.05$), F-CAI 집단과 CAI 집단의 점수 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다. 한편, 상위 학생들의 경우 상황맥락적 피드백 CAI 집단(9.87)과 피드백 CAI 집단(9.16)의 점수가 CAI 집단(8.70)보다 높았고, 하위 학생들의 경우에는 상황맥락적 피드백 CAI 집단(9.69)의 점수가 CAI 집단(8.70)이나 피드백 CAI 집단(7.73)의 점수보다 높은 양상을 보였으나, 수업 처치와 사전 과학 성취 수준 간의 상호작용 효과는 나타나지 않았다($MS=5.78$, $F=1.55$, $p=.218$).

이러한 결과는 학생들의 사전 과학 성취 수준에 관계없이 상황맥락적 피드백을 활용한 CAI가 기존 형식의 CAI나 정오 교정 피드백을 제공하는 CAI에 비해 학생들의 개념 이해에 효과적이었음을 의미한다. 즉, 학생들의 개념 이해 수준을 진단하여 이에 적합한 학습 정보를 실제 상황과 함께 제공하는 상황맥락적 피드백은 학생들이 직접 경험하지 못한 추상적인 화학 개념에 대해 보다 잘 이해할 수 있도록 도와준 것으로 보인다.^{10,20} 반면에 상황맥락적 피드백을 통해 제공되는 정보가 프로그램을 이용한 학습 과정이 아닌 활동지 작성 과정에서 접한 CAI 집단과 피드백 CAI 집단 학생들의 경우에는 관련 정보를 학습의 맥락에서 제공받지 못했을 수 있기 때문에 개념 이해에 대한 교수 효과가 크지 않았던 것으로 해석할 수 있다.⁹

과학 학습 동기에 미치는 효과

과학 학습 동기 검사(5점 만점) 점수의 평균, 표준 편차 및 교정 평균은 Table 3에 제시하였다. 이원 공변량 분석 결과, 수업 처치의 주 효과($MS=.85$, $F=3.17$, $p=.046$) 및 수업 처치와 학생들의 사전 과학 성취 수준 간의 상호작용 효과($MS=.85$, $F=3.16$, $p=.047$)가 유의미하였다. 상위 학생들의 경우 SCF-CAI 집단(3.46)과 F-CAI 집단(3.71)의 교정 평균이 CAI 집단(3.22)보다 높았고(Fig. 4), 집단 간의 점수 차이가 유의미하였다($MS=1.17$, $F=5.34$, $p=.008$). 상위 학생들에 대한 사후 검증 결과, F-CAI 집단과 CAI 집단에서의 점수 차이만 통계적으로 유의미하였다($p<.05$). 하위 학생들의 경우에는 SCF-CAI 집단(3.70)의 교정 평균이 F-CAI 집단(3.40)과 CAI 집단(3.38)보다 높았으나, 집단 간 점수 차이가 유의미하지 않았다($MS=.53$, $F=1.82$, $p=.172$).

이러한 결과는 정오와 교정적 정보 제공 피드백을 활용한 CAI가 기존 형식의 CAI보다 상위 학생들의 과학 학습 동기에 효과적이었으나, 상황맥락적 피드백을 활용한 CAI는 개념 이해도 분석에서와는 달리 상위나 하위 학생들의 과학 학습 동기에는 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 못했음을 의미한다. 이는 상황맥

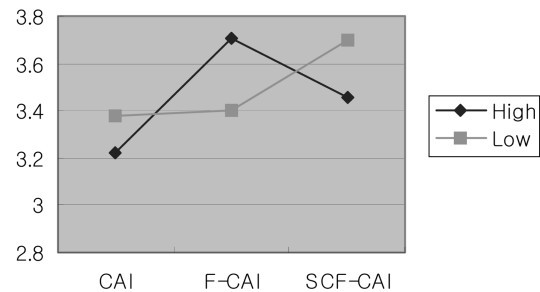


Fig. 4. The science learning motivation test scores.

Table 2. Means, standard deviations, and adjusted means of the conception test scores

	CAI($n=37$)		F-CAI($n=41$)		SCF-CAI($n=36$)	
	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M
High	9.22(1.67)	8.70	9.75(2.15)	9.16	10.44(1.65)	9.87
Low	8.05(2.46)	8.70	7.19(1.97)	7.73	9.17(2.07)	9.69
Total	8.62(2.17)	8.69	8.44(2.41)	8.41	9.81(1.95)	9.76

Table 3. Means, standard deviations, and adjusted means of the science learning motivation test scores

	CAI($n=37$)		F-CAI($n=41$)		SCF-CAI($n=36$)	
	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M
High	3.31(.53)	3.22	3.83(.44)	3.71	3.66(.58)	3.46
Low	3.18(.82)	3.38	3.33(.67)	3.40	3.59(.50)	3.70
Total	3.23(.68)	3.30	3.57(.61)	3.55	3.63(.53)	3.58

략적 피드백이 새롭게 학습한 내용을 실제 상황과 쉽게 관련짓도록 도와줄 수 있었던 반면에 제공되는 학습 내용이 늘어남에 따라 학생들이 인지적 부담을 느꼈을 가능성이 있으며²¹ 이로 인해 학습 동기에서는 긍정적인 영향을 미치지 못한 것으로 생각된다. 이에 비해 정오와 교정적 정보를 제공한 피드백은 학생들이 추상적인 과학 개념을 이해하는 데는 효과적으로 도움을 주지 못했으나 즉각적으로 정오와 교정적 정보를 확인하고 바로 학습을 진행할 수 있었기 때문에 다른 CAI들에 비해 상위 학생들의 과학 학습 동기에 긍정적인 영향을 미친 것으로 볼 수 있다.²²

컴퓨터 보조 수업에 대한 학생들의 인식

학생들의 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 컴퓨터 프로그램을 이용한 수업 방식의 유용성을 묻는 문항에서 상위 학생들의 경우 CAI 집단(77.8%)보다 SCF-CAI 집단(94.4%)과 F-CAI 집단(100.0%)에서 긍정적인 응답이 많았고, 하위 학생들의 경우에는 SCF-CAI 집단(88.9%)과 CAI 집단(84.2%)보다 F-CAI 집단(76.8%)에서 긍정적인 응답의 빈도가 약간 낮았다. 부정적인 응답의 빈도는 상위 학생들의 경우 CAI 집단에서 가장 높았고(CAI: 16.7%, F-CAI: 0.0%, SCF-CAI: 5.6%), 하위 학생들의 경우에는 F-CAI 집단에서 가장 높았다(CAI: 5.3%, F-CAI: 19.0%, SCF-CAI: 5.6%).

과학 수업에서 컴퓨터 프로그램의 활용에 대한 선호도를 묻는 문항에서는 상위 학생들의 경우 CAI 집단(83.4%)보다 SCF-CAI 집단(94.5%)과 F-CAI 집단(100.0%)에서 선호도가 더 높았고, 하위 학생들의 경우에는 세 집단에서 선호도가 유사하게 나타났다(CAI: 84.2%, F-CAI: 80.9%, SCF-CAI: 83.3%). 상위 학생들은 CAI 집단에서만 부정적인 선호도가 조사되었고

(CAI: 16.7%, F-CAI: 0.0%, SCF-CAI: 0.0%), 하위 학생들의 경우에는 F-CAI 집단과 SCF-CAI 집단에서 선호도에 대한 부정적인 응답이 일부 조사되었다(CAI: 0.0%, F-CAI: 9.5%, SCF-CAI: 5.6%).

마지막으로 컴퓨터 프로그램을 활용한 수업에서 노력한 정도를 묻는 문항에 대해서는 상위 학생들의 경우 CAI 집단(66.1%)보다 SCF-CAI 집단(77.7%)과 F-CAI 집단(85.0%)에서 긍정적인 응답의 빈도가 다소 높았고, 하위 학생들의 경우에는 CAI 집단(63.2%)과 F-CAI 집단(66.6%)보다 SCF-CAI 집단(77.7%)에서 좀 더 긍정적인 응답이 높게 나타났다. 상위 학생들은 SCF-CAI 집단(1.8%)보다 F-CAI 집단(10.0%)에서, F-CAI 집단보다는 CAI 집단(22.3%)에서 열심히 하지 않았다는 응답이 높았고, 하위 학생들은 F-CAI 집단에서 부정적인 응답의 빈도가 가장 높게 나타났다(CAI: 10.5%, F-CAI: 23.8%, SCF-CAI: 10.5%).

각 문항에 대해 자신이 선택한 이유를 기술한 학생들의 응답 내용을 살펴보면, 학생들은 컴퓨터로 학습하면 배운 내용이 이해가 잘 되어 과학 공부에 도움이 되고, 다시 반복해서 볼 수 있어서 도움이 된다고 생각하고 있었다. 또한 과학 공부하는 것이 즐겁고, 특히 실험을 볼 수 있었던 점이 이해에 도움이 되었다는 긍정적인 응답을 하였다. 반면 컴퓨터의 내용은 이해하기 쉬웠지만 나중에 생각을 꺼내보면 기억이 잘 나지 않으며, 오히려 선생님의 설명이 이해가 더 잘 된다고 생각하는 학생도 있었고, 수업 시간에 친구들과 잡담을 해서 공부에 집중하지 못했다는 부정적인 응답을 한 학생도 있었다.

빈도 분석 자료만으로 정리하는 것은 한계가 있겠지만, 이상의 결과들로 볼 때 상위 학생들은 기존 형식의 CAI보다 피드백을 활용한 두 CAI 집단에서 수업에 대한 선호도가 더 높았을 뿐만 아니라 학습에도

Table 4. Frequencies (%) of students' perception of CAI

Items	Response	CAI			F-CAI			SCF-CAI		
		High (n=18)	Low (n=19)	Total (n=37)	High (n=20)	Low (n=21)	Total (n=41)	High (n=18)	Low (n=18)	Total (n=36)
Usefulness of CAI	High	14(77.8)	16(84.2)	30(81.1)	20(100)	16(76.8)	36(87.8)	17(94.4)	16(88.9)	33(91.6)
	Normal	1(5.6)	2(10.5)	3(8.1)	0(0.0)	1(4.8)	1(2.4)	0(0.0)	1(5.6)	1(2.8)
	Low	3(16.7)	1(5.3)	4(10.8)	0(0.0)	4(19.0)	4(9.8)	1(5.6)	1(5.6)	2(5.6)
Preference for CAI	High	15(83.4)	16(84.2)	31(83.8)	20(100)	17(80.9)	37(90.3)	17(94.5)	15(83.3)	32(88.9)
	Normal	0(0.0)	3(15.8)	3(8.1)	0(0.0)	2(9.5)	2(4.9)	1(5.6)	2(11.1)	3(8.3)
	Low	3(16.7)	0(0.0)	3(8.1)	0(0.0)	2(9.5)	2(4.9)	0(0.0)	1(5.6)	1(2.8)
Degree of efforts	High	11(66.1)	12(63.2)	23(62.1)	17(85.0)	14(66.6)	31(75.6)	14(77.7)	14(77.7)	28(77.7)
	Normal	3(16.7)	5(26.3)	8(21.6)	1(5.4)	2(9.5)	3(7.3)	3(16.7)	2(11.1)	5(13.9)
	Low	4(22.3)	2(10.5)	6(16.2)	2(10.0)	5(23.8)	7(17.0)	1(1.8)	2(11.2)	3(8.4)

더 도움이 되며, 더 열심히 학습했다고 인식하는 경향이 있었다. 이는 기존 형식의 CAI는 학습 내용이 순차적으로 단조롭게 전개되는 방식이었던 반면, 피드백을 활용한 CAI에서는 자신의 이해 수준에 적합한 정보를 제공받을 수 있었기 때문에 긍정적인 인식을 가지게 된 것으로 생각된다. 반면, 하위 학생들은 정오와 교정적 정보만을 제공한 피드백에 대해서는 다른 CAI보다 다소 부정적인 인식을 지니고 있었다. 하위 학생들에게는 비록 적은 양의 정보이지만 학습 분량이 늘어나는 것으로 인식되어²¹⁾ 학습 동기에 부정적인 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 이와 같은 가능성은 인터뷰와 같은 정성적인 연구를 통해 확인할 필요가 있다.

결론 및 제언

CAI에서 피드백은 일반적인 학습 과정 중학생들에 대한 교사의 반응에 해당되는 교수-학습 상호작용의 핵심 요소이다.¹¹⁾ 특히 학생들에게 실제 생활의 경험과 맥락적인 정보를 제공하는 상황맥락적 피드백은 학습자 스스로 지식을 구성하고 유의미한 학습을 촉진시킬 수 있다. 이에 이 연구에서는 CAI 프로그램을 이용한 화학 개념 학습에서 상황맥락적 피드백을 활용한 CAI가 학생들의 개념 이해도, 과학 학습 동기와 컴퓨터 보조 수업에 대한 인식에 미치는 영향을 조사하고 이를 기존 형식의 CAI 및 정오와 교정적 피드백을 활용한 CAI와 비교하였다.

개념 이해도 측면에서는 상황맥락적 피드백을 활용한 CAI가 학생들의 사전 과학 성취 수준에 관계없이 피드백을 활용하지 않은 CAI나 정오와 교정적 정보의 피드백을 활용한 CAI보다 학생들의 개념 이해에 효과적이었다. 학습자의 이해 수준에 대한 진단을 통해 제공된 실생활 경험과 관련된 피드백은 추상적인 화학 개념에 대한 이해도를 높여줌으로써 개념 학습에 도움을 준 것으로 보인다. 상황맥락적 CAI에 대한 학생들의 선호도나 유용성, 그리고 수업시간에 노력한 정도에 대한 학생들의 긍정적인 인식은 이러한 결과를 뒷받침한다. 피드백 유형에 따른 교수 효과의 차이는 피드백에서 추가적으로 제공되는 정보의 성격과 관련지어 생각해 볼 수 있다. 즉, 상황맥락적 피드백 CAI에서는 진단 검사 문항에 대한 학생들의 응답에 따라 주요 개념과 관련된 실제 상황을 예로 한 정보를 제공받는데, 이 정보가 학습된 개념을 더욱 견고히 하는데 기여한 것으로 보인다. 이에 비해 정오와 교정적 정보의 피드백을 활용한 CAI는 학생들의 선택한 답의 정오 여부나 잘못된 부분에 대한 지적 사항만을 제공

하므로 추가적인 정보 제공이 없다. 이처럼 피드백을 통해 제공되는 상황맥락적인 정보는 개념 이해에 도움이 되는 반면, 교정적인 정보만으로는 개념 이해에 부족한 면이 있을 수 있다.

과학 학습 동기 측면에서는 상황맥락적 피드백의 효과가 학생들의 사전 과학 성취 수준에 따라 다른 양상으로 나타났다. 하위 학생의 경우에는 피드백 유형에 따른 학습 동기의 차이는 없었으나, 상위 학생들의 경우에는 프로그램으로 학습하는 과정에서 정오와 교정적 정보의 피드백을 제공받은 학생들의 학습 동기가 피드백을 제공받지 않은 학생들에 비하여 높았다. 이러한 결과는 상위 학생의 경우 개념 학습에 도움을 주는 상황맥락적인 피드백 보다는 정오 및 교정적 피드백이 더 효과적일 수 있음을 의미한다. 즉, 목표 개념에 대하여 정확하게 이해하고 있는 상위 학생들에게는 추가적인 정보 제공 보다는 즉각적인 정보 제공이 학습동기에 더 효과적일 가능성이 있다.

이 연구에서는 상황맥락적 피드백을 활용한 CAI가 학생들의 개념 이해에 효과적이었으며, 과학 학습 동기 측면에서는 피드백의 유형이 학생들의 사전 성취 수준에 따라 각기 다른 영향을 미칠 수 있음을 보여주었다. 그러나 이 연구의 결과들은 주로 정량적인 자료 해석에 기초하였으므로, 추후에는 각기 다른 유형의 피드백의 구성 요소들이 학습자의 학습 과정에 어떤 영향을 미치는지를 알아보기 위한 보다 심층적인 연구를 진행할 필요가 있다. 또한, 학습자의 특성에 따라 피드백의 유형이 각기 다른 영향을 미칠 수 있으므로, 학습 과정에서 학습자들이 보이는 다양한 반응에 보다 적극적인 상호작용 할 수 있는 프로그램의 개발과 그 효과를 검증하기 위한 연구가 계속적으로 이루어질 필요가 있다.

이 논문은 2006년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R01-2006-000-10675-0).

인용문헌

1. 김정순; 강이영; 권혁순; 왕혜남; 노태희 *한국컴퓨터교육학회논문지*, 2006, 9, 79.
2. Leshin, C. B.; Pollock, J.; Reigeluth, C. M. *Instructional design strategies and tactics*; Educational Technology Publications: Englewood Cliffs, U.S.A., 1992.
3. Pear, J. J.; Crone-Todd, D. E. *Computer & Education*, 2002, 38, 221.
4. 김미량 *정보교육학회논문지*, 1999, 3, 13.

5. Giardina, M. *Interactive Multimedia Learning Environments: Human Factors and Technical Considerations on Design Issues (NATO ASI Series F: Computer and Systems Sciences)*; Springer-Verlag: New-York, U.S.A., 1992.
6. Hattie, J. *Research Information for Teachers*, **1993**, 2, 1.
7. Bangett-Drown, R. L.; Kulik, C. C. *Review of Educational Research*, **1991**, 61, 213.
8. Johnson, C. W.; Grover, P. A. *Educational Technology*, **1993**, 33, 5.
9. Azevedo, R.; Bernard, R. *British Journal of Educational Technology*, **1995**, 26, 57.
10. 백장현; 장세희; 김영식 *한국컴퓨터교육학회논문지*, **2002**, 5, 59.
11. 조병현 *CAI에서 학습자 특성에 따른 피드백 유형의 효과*. 한양대학교 석사학위 논문. 1998.
12. 문일수; 김한일; 김철민; 박찬정 *한국컴퓨터교육학회논문지*, **2004**, 7, 89.
13. 김도윤 *한국컴퓨터교육학회논문지*, **2004**, 7, 141.
14. 이승은 *상황학습이론에 의한 맥락제공수업이 학습전이와 학습태도에 미치는 효과*. 부산교육대학교 석사학위논문. 2000.
15. 최정임 *교육공학연구*, **1996**, 12, 213.
16. Duffy, D. M.; Jonassen, D. H. *Educational Technology*, **1991**, 31, 7.
17. 차정호; 김경순; 노태희 *한국컴퓨터교육학회논문지*, **2004**, 7, 1.
18. Noh, T.; Scharmann, L. C. *Journal of Research in Science Teaching*, **1997**, 34, 199.
19. Song, S. H.; Keller, J. M. *Educational Technology Research and Development*, **2001**, 49, 5.
20. Bunce, D. M.; Gabel, D. *Journal of Research in Science Teaching*, **2002**, 39, 911.
21. 이재경 *지식유형과 CAI 피드백 방식의 조합이 개념획득에 미치는 효과*. 서울대학교 석사학위논문. 1991.
22. 이현주; 최경희; 남정희 *한국과학교육학회지*, **2000**, 20, 479.