

구체적 조작수준과 형식적 조작수준의 CAI 형태에 대한 학생의 선호경향

김 영 수*

(1986년 12월 10일 받음)

I. 서 론

Piaget 이론에 의하면 대부분의 학생들은 15~16세 정도에 이르면 형식적 조작 수준에 도달해 있어야 한다(Flavell, 1963; Wadsworth, 1984). 그러나 미국에서의 학생의 인지 발달 수준에 관한 많은 연구들에 의하면 중·고등학교 학생의 50~75%가 여전히 형식적 조작 수준의 사고 능력을 갖고 있지 못하다고 보고하고 있다(Elkind, 1961, Kohlberg & Gilligan, 1971; Higgens-Trenk & Gaiter, 1971; Renner & Stafford, 1972; Lawson & Blake, 1976; Chiappetta, 1976). 더우기 Piaget 이론에 의하면 형식적 조작 수준의 학생은 구체적 조작 수준의 사고와 형식적 조작 수준의 사고가 모두 가능하지만, 구체적 조작 수준의 학생은 형식적 조작 수준의 사고는 가능하지 않고 구체적 조작 수준의 사고만이 가능하다고 하였다(Wadsworth, 1984).

이러한 연구 보고들로부터 미루어 볼 때, 중·고등학교 학생의 대부분이 형식적 조작 수준에 도달해 있으며, 이 사고 능력을 대부분의 문제 해결에 사용할 수 있다고 가정하는 것은 잘못된 생각이다. 그리고 중·고등학교 교실에는 구체적 조작 수준의 학생과 형식적 조작 수준의 학생이 함께 존재하고 있다. 따

라서 교육과정은 학생의 이러한 인지 발달 수준을 고려하여 설계되어야 하며, 학생 개인은 자신의 인지 발달 수준에 적합한 교수 방법이 필요하다. 그렇지 않으면 기계적인 암기 위주의 학습이 진행되거나 하위 수준의 사고로 퇴행하게 하는 결과가 될 수 있다. 이러한 분화되고 학생의 수준에 가변성 있게 보조를 맞추는 교수 방법은 CAI (computer assisted instruction) 를 통해서 효과적으로 실현될 수 있다.

CAI는 학생 자신의 속도에 알맞게 학습하고, 즉각적인 feedback을 얻고, 완전학습의 수준까지 반복 학습을 하게 하는 등 상호작용을 제공함으로써 학생에게 개별화 수업을 제공할 수 있으며(Magidson, 1977), 개인의 성취도, 능력, 학습 속도, 학습양식, 동기와 같은 학습전변인(preinstructional variables)에 기초하여 의사결정과 학습의 분지를 함으로써 개별화될 수 있다(Okey & Mayer, 1976).

또한, 지식의 획득은 능동적인 과정이므로 학생은 자신의 학습에 있어서 자유로운 능동적 역할을 가질 필요가 있다. Piaget(1971)도 학습 상황에서 자유로운 활동의 중요성을 강조하였다. 일반적으로 학습자가 자신의 학습에서 능동적 역할을 가질 때, 학습자는 훨씬 동기가 유발되고, 학습에 더 열심히 참여하게 되고, 더 나은 학업 성취를 보이며, 학습속도가 증가하고, 태도가 개선되고, 불안감이 감소된다고 하였다(Steinberg, 1977). Malone(1981)은 수업 환경을 본

*현재 서울대학교 사범대학 생물교육과 강사

질적으로 동기 유발시키는 방법중의 하나로 선택(choice)을 들고 있다. 즉, 학습자는 어떠한 외적 압력이 없이 자유롭게 자신의 활동을 선택할 수 있어야 한다는 것이다. 학습에 대해 자유로운 선택의 기회가 주어졌을 때 학생은 자기 자신의 학습 방법을 세우고 그것들을 시도할 수 있으며, 이 때 학습자는 더욱 동기유발이 되고 학습의 효과는 증가될 수 있다. 그렇다면 CAI에서 학습에 대한 어떠한 결정은 학생에게 맡겨져야 하고 어떠한 것은 컴퓨터의 통제하에 두어야 하는가 하는 문제가 생긴다. 이에 대해 Steinberg(1977)는 수업의 전략, 수업의 순서, 끝마치는 시간, 연습의 양, 난이도 같은 변수들을 학생의 통제 하에 둘 수 있다고 하였다.

이러한 의견들로부터 학생의 인지 수준에 필적되고 학생이 선호하여 선택된 수업전달 방식이 학생에게 주어지도록 CAI가 설계될 때 학습은 증대될 것이라는 이론적 견해가 생성된다.

따라서 본 연구는 이러한 이론적 견해를 CAI 설계에 적용하기 위한 기초 연구로서 우선 인지 발달의 수준을 달리하는 학생들간에 그들이 CAI 형태에 대해 갖는 선호 경향(preference)이 어떠한지를 알아보고자 하였다. 이를 위해 구체적 조작 수준과 형식적 조작 수준의 두 가지 수업 형태를 모두 갖는 CAI에서 이들에 대한 학생들의 선호 경향을 조사하였고, 이와 학생의 인지 발달 수준과의 관계를 고찰하였다.

본 연구에서의 구체적인 연구 질문은 다음과 같다.

- (1) 구체적 조작 수준과 형식적 조작 수준의 학생들은 구체적 조작 수준과 형식적 조작 수준의 CAI 형태에 대한 선호경향에서 차이가 있는가?
- (2) CAI에서 형식적 조작 수준의 수업형태에 대한 학생의 선호도는 학생의 인지 발달 수준과 유의한 상관 관계가 있는가?

II. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상

연구 대상자는 미국 North Carolina 주에 있는 Greensboro Day School의 9학년과 10학년 학생 중 physical science class와 biology class로부터 얻은 35명이었다. 그들의 평균 연령은 14.9세(표준 편차 0.63

세)이었고, 남학생이 25명(평균연령 15.1세), 여학생이 10명(평균연령 14.6세)이었다. 이 학생들은 CAI 실험 학습자료의 내용인 확산과 삼투현상에 대하여 아직 학습하지 않은 상태이었고, 지적 능력은 보통 수준이었다. 가정 환경은 경제적 사회적으로 중산층이었으며, 학생들 대부분이 CAI 경험을 갖고 있었다.

2. 인지 발달 측정 도구

인지 발달 측정 도구로 Lawson과 Blake(1976)의 short version Longeot test를 사용하였다. Longeot test는 원래 Longeot에 의해 개발되었고 문제 상황이 과학 내용이 아닌 지필검사이다. 그러나 원래의 Longeot test(총 28문제)는 Greensboro Day School의 45분 수업에 사용하기에는 시간상 불편하여 Lawson과 Blake가 일부 문항 수를 줄여 19문제로 변형한 short version을 사용하였다.

3. CAI 자료

확산과 삼투 현상에 대해서 개인지도형(tutorial)으로 Apple IIe computer와 학습용 프로그램 저작 언어(authoring language)인 Apple super PILOT를 사용하여 40분 정도의 학습량을 program하였다.

학습 자료는 학생에게 수업 형태 선택의 기회를 가늠한 한 여려번 주기 위하여 확산과 삼투 현상의 내용을 다음의 7개 부분으로 나누었으며, 매 부분마다 그 시작 전에 학생에게 선택의 기회를 주었다: (1) 분자의 random 운동, (2) 확산, (3) 평형, (4) 세포막을 통한 확산, (5) 세포막의 반투과성, (6) 삼투, 그리고 (7) 수동적 수송과 능동적 수송

각 부분에 대해 구체적 조작 수준과 형식적 조작 수준으로 두 가지의 수업 형태를 program하였다. 구체적 조작 수준의 수업 program에는 구체적인 자료나 상황을 사용하였으며, 여러개의 변수를 동시에 다루지 않고 한번에 하나씩 다루었으며 가설적인 진술이나 연역법은 배제하였다. 반면에, 형식적 수준의 수업에서는 명제나 가설적인 상황을 연역법과 함께 사용하였으며 추상적이거나 기호적인 그림과 수학적식을 사용하고 필요한 모든 가능한 변수들을 함께 고려하였다. 인지 발달 수준 이외의 다른 요인들은 그 영향

을 배제하기 위하여 통제하여 program하였다.

매 부분마다 학습에 들어가기 전에 그 내용을 구체적 조작 수준과 형식적 조작 수준의 두 가지로 아주 간단하게 보여주는 menu가 학생에게 제시되며, 학생은 이 두 가지 형태를 검토한 후 자신이 좋아하고 수업 받기를 원하는 수준의 것을 선택할 수 있다. 학생이 일단 어느 하나를 선택하면 그 선택한 수준의 수업이 학생에게 주어지고, 학생이 선택한 내용은 컴퓨터에 의해 기록 보관되어 연구의 분석에 사용될 수 있게 program하였다.

4. 실험 절차

1985년 9월 학생들에게 Longeot test를 실시하고, 3일 후 CAI 학습 자료가 학생 1인당 한대의 Apple IIe computer를 사용하여 학생들에게 주어졌다. CAI 학습 중 학생이 반응한 내용은 모두 컴퓨터에 의해 기록 보관되어 후의 data 분석에 쓰였다.

5. 채점 및 통계 처리

학생들의 인지 발달 수준은 Longeot test의 결과를 Lawson과 Blake(1976)의 방법에 의하여 구분하였고, Longeot test의 점수는 Ward 등(1981)의 방법에 따라 계산하였다.

학생들이 수업 형태를 선택함에 있어서 구체적 조작 수준과 형식적 조작 수준 사이의 변이율(transition rate)을 알아 보기 위하여, 매 선택의 경우마다 학생이 전과 다른 수업 수준을 선택했으면 1의 값을 주어지고, 같은 수준의 수업을 선택했으면 0의 값을 할당한다. 그 값들의 합을 전체 경우의 수로 나누어 변이율을 계산하였다.

구체적 조작 수준의 학생과 형식적 조작 수준의 학생간에 선택된 형식적 조작 수준의 수업 수의 평균치를 비교하기 위해서 양방적 *t*-test를 실시하고, 선택된 형식적 조작 수준의 수업 수와 Longeot test 점수간의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson의 상관계수를 계산하였다. 영가설 부정의 의의도 수준은 0.05로 하였으며, 통계 처리는 Digital-20의 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences)를 사용하였다.

III. 결 과

1. 인지 발달 수준의 분포

Longeot test 결과 분석에 의한 학생들의 인지 발달 수준의 분포는 다음의 Figure 1과 Table 1에 제시되어 있다. 조사 학생들의 5.71%가 구체적 조작의 초기 수준(II A)에 있으며, 34.29%가 구체적 조작의 완전 수준(II B)에, 48.57%가 형식적 조작의 초기 수준(III A)에, 그리고 11.43%가 형식적 조작의 완전 수준(III B)에 있는 것으로 보여 주고 있다.

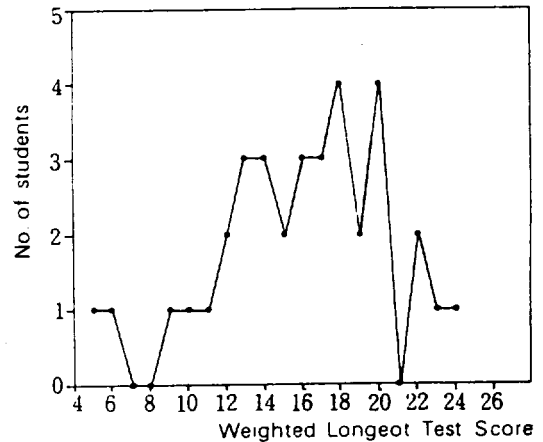


Figure 1. Dirstribution of Weighted Longeot Test Scores

Table 1. Distribution of Piagetion Cognitive Developmental Level

II A	II B	III A	III B	N
2	12	17	4	35
(5.71%)	(34.29%)	(48.57%)	(11.43%)	

II A = early concrete operational level

II B = fully concrete operational level

III A = early formal operational level

III B = fully formal operational level

2. CAI 수업 수준에 대한 선호경향

7명의 학생(구체적 조작 수준 4명, 형식적 조작 수준 3명)은 모든 선택에 대해 구체적 조작 수준의 수업만을, 5명의 학생(구체적 조작 수준 2명, 형식적 조작 수준 3명)은 형식적 조작 수준의 수업만을 선택하였으며, 19명의 학생(구체적 조작 수준 7명, 형식적 조

작 수준 12명)은 구체적 조작 수준과 형식적 조작 수준의 수업을 섞어서 선택하였다.

두 수준의 수업을 섞어서 선택한 학생들에 대하여 계산한 수업 수준 변이율은 CAI 학습자료의 4번째 부분(세포막을 통한 확산)을 중심으로 CAI 학습자료의 전반부에 대해 0.39이었고, 후반부에 대해서는 0.23이었다.

구체적 조작 수준 학생과 형식적 조작 수준 학생간에 그들이 선택한 형식적 조작 수준의 수업 수의 평균치를 비교하기 위해 실시한 양방향 *t*-test의 결과는 유의한 차이를 보이지 않았다. $t = -0.65$, $df = 29$, $p = 0.519$ (Table 2). 또한 선택한 형식적 조작 수준의 수업 수와 Longeot test 점수간의 상관은 $r = 0.09$ ($p = 0.314$)로 유의하지 않은 아주 낮은 상관을 보이고 있다(Table 3).

Table 2. Comparison of Number of Selected Formal instructions between Concrete and Formal Operational Students

Cognitive Level	N	Mean	S.D.	t-Value	D.F.	p
Concrete students	13	2.692	2.720	-0.650	29	0.519
Formal students	18	3.333	2.679			(N.S.)

N.S.: Nonsignificant at an α of 0.05

Table 3. Correlation of Number of Selected Formal Instructions and Longeot Test Score

N	Correlation(r)	Intercept(a)	Slope(b)	Significance
31	0.0906	2.1594	0.0566	0.3140(N.S.)

N.S.: Nonsignificant at an α of 0.05

IV. 토 의

이 연구의 결과 학생은 항상 자신의 인지 발달 수준에 필적하는 수준의 CAI 수업을 선택하지는 않는다는 것을 알 수 있다. 학생은 그들이 형식적 조작 수준의 사고 능력을 갖고 있어도 과제에 따라서는 구체적 조작 수준의 수업을 하기 좋아하며 반면에 구체적 조작 수준에 있는 많은 학생들은 그들이 갖고 있지 못한 형식적 조작 수준의 수업을 선택하였다.

학생들이 문제 해결시 사용하는 사고의 수준은 실질적으로 자신의 사고능력보다 낮다는 가정을 많은 과학 교육자들이 해왔다(Chiappetta, 1976; Farrell, 1969; Raven, 1974). 즉, 형식적 조작 수준의 학생이 새로운 학습상황에 부딪히면 그들의 사고 수준보다 아래인 구체적 조작 수준으로 되돌아가 작용한다는 것이다. 그러나 형식적 조작 수준의 학생은 그 문제 해결에 형식적 조작 수준의 접근 방식이 더 효율적이라는 것을 알면 자신의 사고 수준에서 문제 해결을 할 것이다.

Longeot test 점수와 선택된 형식적 조작 수준의 수업 수 사이에 유의미한 상관이 존재하지 않고 구체적 조작 수준과 형식적 조작 수준의 학생들간에 선택된 형식적 조작 수준의 수업 수 사이의 차이가 없다는 것은 학생이 어떠한 수준의 수업을 행하기를 원하고 선택하는가에 대한 결정 요인이 학생의 인지 발달 수준이 아닌 학생의 선호 경향(preference)이라는 것을 말해 준다. 나아가서, 일련의 수업 선택에 대해 어떠한 일관성 있는 선택 양식을 보이지 않는 것은 학생의 선호 경향은 과제 의존적이라는 것을 시사한다.

교육자들은 문제 해결에 대한 학생의 이 선호 경향을 교육과정 개발뿐만 아니라 교수와 학습에도 고려를 해야 한다. 즉, 학습에 있어서 학생 개개인의 문제 해결 방법에 대한 선호 양식의 역할을 이해하고 학생들이 갖는 선호 경향을 실현시키기에 적합한 학습 조건을 마련해야 한다.

참고 문헌

1. Chiappetta, E. L. (1976). A review of Piagetian studies relevant to science instruction at the secondary and college level. *Science Education*, 60(2), 253-261.
2. Elkind, D. (1961). The development of quantitative thinking: A systematic replication of Piaget's studies. *Journal of Genetic Psychology*, 98, 37-46.
3. Farrell, M. A. (1969). The formal stage: A review of the research. *Journal of Research and Development in Education*, 3(1), 111-118.
4. Flavell, J. H. (1963). *The developmental psychology of Jean Piaget*. Princeton, N.J.: D. Van Nostrand.
5. Higgens-Trenk, A., & Gaite, A. J. (1971). Elusiveness of formal operational thought in adolescents. *Proceedings of 79th Annual Convention of the American Psychological Association*.

- ciation, 6, 201-202.
6. Kohlberg, L., & Gilligan, C. (1971). The adolescent as philosopher: The discovery of the self in a postconventional world. *Daedalus*, 100, 1015-1086.
 7. Lawson, A. E., & Blake, A. J. D. (1976). Concrete and formal thinking abilities in high school biology students as measured by three separate instruments. *Journal of Research in Science Teaching*, 13 (3), 227-235.
 8. Magidson, E. M. (1977). One more time: CAI is not dehumanizing. *Audiovisual Instruction*, 22 (8), 20-21.
 9. Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, 4, 333-369.
 10. Okey, J. R., & Mayer, K. (1976). Individual and small-group learning with computer-assisted instruction. *AV Communication Review*, 24 (1), 79-86.
 11. Piaget, J. (1971). *Science of education and the psychology of the child*. New York: Viking Press.
 12. Raven, R. J. (1974). Programming Piaget's logical operations for science inquiry and concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, 11 (3), 251-261.
 13. Renner, J. W., & Stafford, D. G. (1972). *Teaching science in the secondary school*. New York: Harper and Row.
 14. Steinberg, E.R. (1977). Review of student control in computer-assisted instruction. *Journal of Computer-Based Instruction*, 3 (3), 84-90.
 15. Wadsworth, B. J. (1984). *Piaget's theory of cognitive and affective development* (3rd ed.). New York: Longman.
 16. Ward, C. R., Nurrenbern, S. C., Lucas, C., & Herron, J. D. (1981). Evaluation of the Longeot test of cognitive development. *Journal of Research in Science Teaching*, 18 (12), 123-130.

ABSTRACT

High School Students' Preferences of Concrete and Formal Operational Levels of Instructions in CAI

Young-Soo Kim

This study was designed to investigate students' preferences of instructional modes in CAI which have concrete or formal operational level instructions. Thirty five students of the high school in America were assessed using Longeot test and were given CAI material on the Apple IIe computer.

The results of this study showed that students who were only capable of functioning at the concrete level of operations frequently preferred to attempt formal operational level instructions for which they were not capable of success. Further, formal operational stu-

dents frequently preferred concrete operational instructions. There was a nonsignificant difference in the selection of formal operational level of instructions between concrete and formal operational students. There was also no significant correlation between the number of selected formal operational level instructions and the Longeot test score. These results suggested the student's preference to a cognitive developmental level of instruction in CAI was independent of his or her cognitive developmental level.