

학습자의 인지 특성에 따른 학습 지속 효과의 분석

김준태·권재술
(한국고원대학교)

(1994년 1월 12일 받음)

I. 서 론

수업이 끝난 후에도 학습자의 성취도가 계속 향상하는 현상을 학습 지속 효과라 한다. 학습 지속 효과는 학습자의 개념 변화 특성에 관한 많은 정보를 제시하기 때문에 과학교육학의 중요한 연구 분야가 될 수 있다. Mayer & Kozlow(1980)는 시계열적 방법을 사용하여 학습자의 성취도 변화를 조사하는 중에 학습 지속 효과를 발견하였다. 학습에 의해 성취도가 변하는 특성과 자극의 형태를 다르게 할 때 나타나는 반응 특성은 학습자의 인지적인 특성에 의해 결정된다. Kwon & Mayer(1983)의 연구에서는 학습 내용의 추상적 정도와 학습자의 논리 조작 수준이 학습 지속 효과에 미치는 영향을 밝힌바 있다. 본 연구에서는 학습자의 인지 특성을 논리 조작 수준과 인지 양식에 따라 조사하고 이들의 특성이 학습 지속 효과에 미치는 영향을 분석하였다.

II. 연구 방법

매일의 성취도 변화 추세를 알아보기 위해 시계열적인 방법을 선택하였다. 한 응답자에게 매일 한개의 문항 카드를 주고 응답하도록 했다. 학습 지속 효과에 영향을 주는 학습자의 변인으로는 학습자의 인지 특성을 선택하였다.

학습자가 개념을 형성해 가는 과정을 면밀하게 살펴보기 위해 매일 성취도 검사를 실시했다. 검사는 50일간 매일 진행되었으며 그러한 의미에서 집중적인 시계열 분석법이라고

할 수 있다. 50일 동안 일요일과 공휴일을 제외하고 매일 검사를 실시하였다. 성취도 검사의 처음 5일은 학습이 실시되기 전의 중력에 대한 개념 수준을 알아보는 기간이며, 이후 30일은 매일 수업을 진행하며 개념 변화를 알아보는 검사이다. 수업이 끝나고 15일 동안의 검사는 과연 학습 지속 효과가 어떻게 나타나는가를 평가해 보는 기간이다. 학습 지속 효과를 검증하기 위해 고등학교 2학년을 대상으로 했다. 그 이유는 대부분의 고등학교에서 2학년 때에 물리를 이수하며 3학년 때에는 입시로 인한 부담 때문에 연구의 어려움이 있어서이다.

학습 지속 효과의 검증을 위해 성취도 검사 문항, GALT 문항, 인지 양식 검사 문항을 검사 도구로 사용하였다. 성취도가 매일 변하는 것을 알아보기 위해 성취도 검사 문항을 사용하였다. 논리 사고 수준을 측정하기 위해 GALT 문항을 사용하였다. 인지 양식을 검사하기 위해 집단 잠입 도형 검사 문항을 사용하였다.

본 연구에서는 논리적 사고력의 검사 도구로 Roadranka 등이 개발한 GALT를 사용하였다.

학습자의 인지 양식을 알아보기 위해 Distefano(1969)가 제작한 검사를 전문식과 장효과가 번역하고 수정한 잠입 도형 검사 문항을 사용하였다. 문항 전체는 I부와 II부로 구성되어 있으며, II부는 각각 16문항으로 이루어졌다. 문항 내용은 피험자에게 복잡한 도형에 포함된 단순한 기하학적 도형을 찾아내도록 구성되어 있다.

검사 기간은 50일이며 검사 기간중에는 한 학생이 똑같은 문항을 받는 일이 없도록 하였다. 또, 한번의 검사에서

똑같은 문항이 서로 다른 사람에게 동시에 주어지지 않도록 하였다.

검사는 2개 학교에서 같은 기간에 실시하며 2명의 교사가 참가하였다. 이 때 참가하는 교사는 사전에 검사에 대하여 충분한 훈련을 받았다. 또, 교사는 미리 작성된 지도안의 내용으로 수업을 진행하였다. 조사를 시작할 때 학생들에게 검사 결과가 학교의 성적과 무관함을 주시시키고 자기의 생각대로 솔직하게 쓰도록 유도하였다. 검사는 학습전, 학습중, 학습후 기간에 실시되었다. 수업이 시작되기 전 5일 동안 매일 검사가 실시되었으며 이 기간의 성취도 점수는 응답자의 학습전 개념 수준을 나타낸다. 30일 동안 학습이 진행되면서 매일 검사가 실시되었다. 이 기간의 성취도 점수는 학습이 진행될 때 개념의 변화를 나타낸다. 수업이 끝난 후 15일 동안 매일 검사를 실시하여 수업후의 개념 변화를 알아보았다.

응답 집단은 시지역에 소재하는 학교를 대상으로 하여 2개 학교를 선정하였다. 1개 학교에서 4반을 무작위로 선정하였으며 대상 학년은 2학년으로 하였다. 집단간의 차이를 최소화하기 위해 각반에서 무작위로 추출하여 다시 4집단으로 분류하였다.

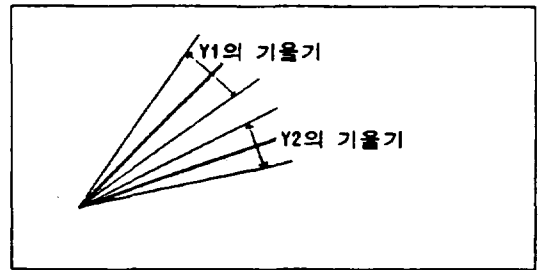
본 연구에서는 많은 검사로 인한 학생들의 시험 간섭 효과를 줄이기 위해 12문항의 GALT검사를 택하였다. 보통 GALT의 결과를 바탕으로 학생을 형식적 조작기, 과도기, 구체적 조작기로 분류한다. 그러나 본 연구에서 이 세 가지 논리 조작 수준별로 학습 지속 효과의 특성을 찾아보기에는 각 단계별 인원이 통계별로 유의한 수가 되지 않았다. 또 연구의 성격이 논리 조작 수준과 학습 지속 효과의 관련성을 찾기 위한 것이기 때문에 응답자를 형식적 논리 조작 수준 집단과 비형식적 논리 조작 수준 집단으로 대별하였다. 8점 이상을 득점한 응답자는 형식적 논리 조작 수준으로 8점 미만을 득점한 응답자는 비형식적 논리 조작 수준으로 분류하였다. 이렇게 분류하여 학습자의 논리수준이 차이가 날 때 학습 지속 효과의 특성이 어떻게 달라지는가를 조사하였다.

인지 양식 검사에서는 추측에 의한 정답을 배제하기 위해 "총점 = 정답수 - (오답수 + 4)"로 하여 소수 첫째 자리에서 반올림한 점수를 사용하였다. 인지 양식의 장의존성과 장독립성은 상대적인 것이기 때문에 평균 이상인 응답자는 장독립적인 응답자로, 평균 미만인 응답자는 장의존적인 응답자로 분류하였다.

성취도 검사 결과와 학습자의 논리 조작 수준 및 인지 양식의 결과를 분석하였다. 전체 집단의 성취도 점수를 회귀 분석하여 학습자 전체의 학습 지속 특성을 분석하였다. 학

습 지속 효과의 특성으로 학습 지속 기간과 학습후의 기율기 및 성취도 점수의 최고점 등을 선택했으며 학습 지속 기간에 주안점을 두었다.

학습자의 논리 조작 수준 검사 결과를 토대로 학습자를 형식적 수준인 응답자와 비형식적인 응답자로 분류하고 논리 조작 수준별로 학습 지속 효과의 특성을 분석하였다. 인지 양식 검사 결과를 토대로 학습자를 장의존적인 응답자와 장독립적인 응답자로 분류하고 인지 양식별로 학습 지속 효과의 특성을 분석하였다. 논리 조작 수준과 인지 양식을 모두 고려하여 학습 지속 효과의 특성을 분석하였다.



<그림 1> 기율기의 차이 비교 방법

습 곡선의 분석에서는 학습 지속 기간을 중점적으로 분석하였으며 그밖에 성취도의 최고점 및 학습 지속 후의 기율기를 분석하였다. 성취도의 최고점은 전환점에서의 성취도가 된다. 이렇게 되는 이유는 학습 지속후 성취도가 최고점에 오는 지점이 전환점이 되도록 했기 때문이다. 학습 지속후의 기율기는 학습이 지속된 후 성취도가 어떻게 변하는가를 알아보기 위해 분석하였다. 기율기에 영향을 주는 변인을 알아보고 기율기의 차이가 의미있는지를 분석하였다. 그래프의 기율기가 의미있게 차이가 난다고 하는 것은 기율기의 신뢰 구간을 계산했을 때 평행한 상황이 생기지 않는 경우이다. <그림 1>에 나타난 바와 같이 Y1의 기율기와 Y2의 기율기 신뢰 구간을 구했을 때 이들이 서로 평행한 상황이 발생하지 않으면 두 그래프의 기율기는 의미있게 차이가 난다. 이러한 방법으로 기율기의 신뢰 구간을 고쳐 그래프로 표시하고 기율기의 평균값을 중앙에 표시하여 기율기의 차이가 의미있는가를 분석하였다.

본 연구에서 분석한 학습 지속 곡선의 구체적인 내용은 다음과 같다.

논리 조작 수준과 인지 양식에 따라 각각 분석하고 이들이 결합된 인지적 특성에 따라서도 분석하였다. 즉, 논리수

준이 형식적 조작 수준인 응답자 중에서 장의존적인 응답자와 장독립적인 응답자를 비교 분석하고, 논리 조작 수준이 비형식적인 응답자 중에서 장의존적인 응답자와 장독립적인 응답자의 학습 지속 효과의 특성을 비교 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

과학 개념을 처리하는 과정이 개인별로 차이가 나기 때문에 학습자의 인지 특성을 고려하여 성취도를 분석하였다. 학습자의 인지 특성을 논리 조작 수준과 인지 양식에 따라 조사하였다. 논리 조작 수준에 따라 학습 지속 효과를 분석하였다. 인지 양식에 따라 학습 지속 효과를 분석하였다. 논리 조작 수준과 인지 양식을 모두 고려하여 학습 지속 효과를 분석하였다. 연구 결과를 관련된 이론을 사용하여 해석하였다.

1. 논리 조작 수준과 학습 지속 효과

논리 조작 수준별로 성취도를 회귀 분석하였다. 응답자의 논리 조작 수준을 형식적 조작 수준과 비형식적 조작 수준으로 분류하였다. 형식적 조작 수준 응답자와 비형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 효과 특성을 비교 분석하였다. 각각의 논리 조작 수준에서 과학 개념의 표현 양식에 따라 학습 지속 효과를 비교 분석하였다.

논리 조작 수준 검사는 12문항으로 구성된 GALT를 사용하였다. 이는 인지 발달 이론이 학습 지속 효과의 어떤 특성을 설명할 수 있는가를 알아보기 위해서이다. 인지 발달 정도는 형식적 조작 수준과 비형식적 조작 수준으로 분류하였다. 8점 이상을 득점한 학생은 형식적 조작 수준으로 8점 미만을 득점한 학생은 비형식적 조작 수준으로 구분되었다.

응답 집단의 형식적 논리 조작 수준 인원과 비형식적 논리 조작 수준 인원은 <표 1>과 같다.

분포 곡선의 치우친 정도를 나타내주는 왜도(skewness)가 분석 결과 0.084로 나타났는데 그래프의 모양이 평균의 오른쪽으로 약간 치우쳤지만 거의 좌우 대칭임을 의미한다. 분포 곡선의 뾰족한 정도를 나타내는 첨도(kurtosis)는 분석 결과 0.636으로 나타났는데 이는 분포 곡선이 정규 분포보다 완만하게 분포되어 있음을 의미한다.

형식적 조작 수준의 응답 집단에서 성취도 점수를 과학 개념의 표현 양식별로 회귀 분석하여 얻은 회귀선은 그림 2와 같다. 회귀식의 계수와 학습 지속 기간은 <표 2>와 같다.

회귀식의 적합도를 나타내는 결정 계수 R²은 모두 97% 이상으로 회귀식이 양호함을 보여준다. 표준 오차도 아주 작기 때문에 추정된 회귀 점수와 측정된 성취도 점수는 차이

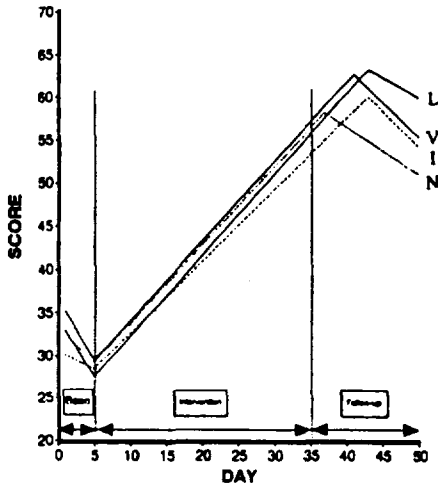
<표 2> 형식적 조작 수준 응답자의 표현 양식별 회귀 방정식 계수 () 인원수

과학개념 표현 양식	상 수	학습전 기울기	학습중 기울기	학습지속 후 기울기	학습지속 기간
정량적인 표현	33.21	-0.80	0.91	-0.56	3일(93)
정성적인 표현	34.38	-1.36	0.94	-0.49	9일(91)
언어적인 표현	36.67	-1.44	0.92	-0.83	7일(87)
영상적인 표현	30.50	-0.40	0.83	-0.86	9일(97)
형식수준 전체	33.79	-0.95	0.89	-0.44	6일(184)

<표 1> 집단별 논리 조작 수준 검사 결과

논리조작수준	남 1	남 2	남 3	남 4	여 1	여 2	여 3	여 4	전체
형식적 평균	8.56	8.59	8.76	8.60	8.67	8.64	8.38	8.65	8.61
조작수 (인원)	(25)	(22)	(29)	(30)	(18)	(22)	(21)	(17)	(184)
준 표준편차	0.82	0.91	1.15	0.89	0.97	1.14	0.74	1.06	0.96
비형식 평균	4.48	4.04	4.29	4.30	3.94	3.79	4.31	3.85	4.10
적 조 (인원)	(25)	(28)	(21)	(20)	(32)	(28)	(29)	(133)	(216)
작수준 표준편차	1.66	1.26	1.31	1.66	1.63	1.52	1.58	1.75	1.56
전 체 평균 (인원)	6.52 (50)	6.04 (50)	6.88 (50)	6.88 (50)	5.64 (50)	5.92 (50)	6.02 (50)	5.48 (50)	6.17 (400)
표준편차	2.43	2.54	2.53	2.46	2.69	2.78	2.40	2.76	2.61

가 별로 없다고 보아야 한다. 회귀식의 적합을 판정할 수 있는 F값은 유의 수준 0.001에서 540이상이므로 적합하다고 볼 수 있다. 정량적인 표현 양식에서보다는 정성적인 표현 양식에서 F값이 크게 나타났다. 즉, 정성적인 표현 양식에서의 회귀식이 정량적인 표현 양식에서의 회귀식보다 성취도 측정 점수 곡선을 잘 표현함을 알 수 있다. 영상적인 표현 양식에서보다 언어적인 표현 양식에서 F값이 크게 나타났으며 이것으로 보아 영상적인 표현 양식에서의 회귀선이 성취도 곡선을 좀 더 잘 표현함을 알 수 있다.



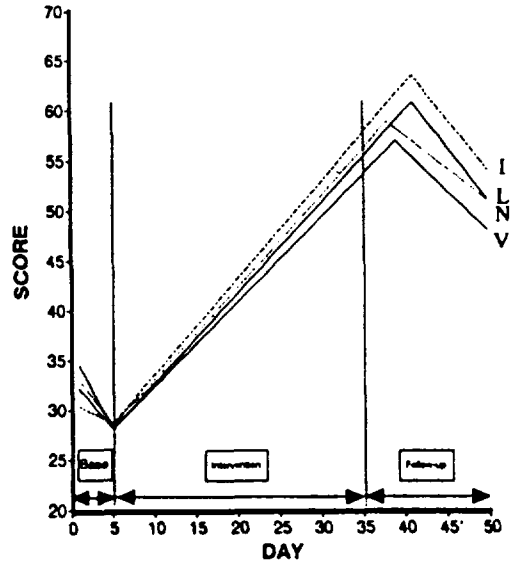
N: 정량적인 표현 양식에서의 회귀선, L: 정성적인 표현 양식에서의 회귀선
V: 언어적인 표현 양식에서의 회귀선, I: 영상적인 표현 양식에서의 회귀선

<그림 2> 형식적 조작 수준 응답자의 과학 개념 표현 양식별 회귀선

형식적 조작 수준의 응답자는 정성적, 언어적, 영상적인 표현 양식에서 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 그러나 정량적인 표현 양식에서는 학습 지속 기간이 짧게 나타났다. 정성적인 표현 양식과 영상적인 표현 양식에서 학습 지속 기간이 가장 길게 나타났다. 영상적인 표현 양식에서의 학습 지속 기간은 언어적인 표현 양식에서의 학습 지속 기간보다 길게 나타났다. 성취도 최고점은 정성적인 표현 양식에서 가장 높게 나타났고 언어적인 표현 양식, 영상적인 표현 양식, 정량적인 표현 양식의 순이었다. 학습 지속 후 성취도의 감퇴율은 정성적인 표현 양식에서 가장 작게 나타났다.

비형식적 조작 수준 응답자의 과학 개념 표현 양식별 회

귀선은 <그림 3>과 같다. 비형식적 조작 수준 응답자의 표현 양식별 회귀식 계수와 학습 지속 기간은 <표 3>과 같다.



N: 정량적인 표현 양식에서의 회귀선, L: 정성적인 표현 양식에서의 회귀선
V: 언어적인 표현 양식에서의 회귀선, I: 영상적인 표현 양식에서의 회귀선

<그림 3> 비형식적 조작 수준 응답자의 과학 개념 표현 양식별 회귀선

회귀식의 적합도를 나타내는 R^2 은 모두 97% 이상으로 회귀식이 양호함을 보여준다. 표준 오차도 아주 작기 때문에 추정된 회귀 점수와 측정된 성취도 점수는 차이가 별로 없다고 볼 수 있다. 회귀식의 적합을 판정할 수 있는 F값은 유의 수준 0.001에서 499이상이므로 적합하다고 볼 수 있다.

정량적인 표현 양식에서보다는 정성적인 표현 양식에서 F값이 크게 나타났다. 즉, 정성적인 표현 양식에서의 회귀식이 정량적인 표현 양식에서의 회귀식보다 성취도 측정 점수 곡선을 잘 표현한다고 볼 수 있다. 언어적인 표현 양식보다는 영상적인 표현 양식에서 F값이 훨씬 크게 나타났다. 영상적인 표현 양식에서의 회귀식이 언어적인 표현 양식에서의 회귀식보다 측정된 성취도 점수를 더 잘 설명한다고 볼 수 있다. 이로부터 비형식적 조작 수준 응답자의 성취도 점수는 언어적인 표현 양식에서보다 영상적인 표현 양식에서 좀 더 잘 예측된다고 볼 수 있다. 비형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간은 표현 양식별로 약간 차이가 났다.

<표 3> 비행식적 조작 수준 응답자의 표현 양식별 회귀 방정식 계수 ()인원수

과학개념	표현 양식	상수	학습전 기울기	학습중 기울기	학습지속 후기울기	학습지속 기간
정량적인 표현		34.16	-1.15	0.92	-0.65	4일(107)
정성적인 표현		33.13	-1.02	0.91	-1.09	7일(109)
언어적인 표현		36.14	-1.61	0.85	-0.82	5일(113)
영상적인 표현		30.76	-0.43	0.96	-1.06	7일(103)
비행식 전체		33.66	-1.09	0.92	-0.74	5일(216)

정량적인 표현 양식에서보다는 정성적인 표현 양식에서 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 언어적인 표현 양식에서보다는 영상적인 표현 양식에서 학습 지속 기간이 길게 나타났다.

성취도의 최고점은 영상적인 표현 양식에서 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 정성적인 표현 양식에서 높게 나타났으며 정량적인 표현 양식, 언어적인 표현 양식의 순으로 나타났다. 영상적인 표현 양식은 학습 지속 기간도 길고 성취도 최고점도 높게 나타났다. 정성적인 표현 양식은 학습 지속 기간이 길고 성취도 최고점도 정량적인 표현 양식에서보다 높게 나타났다. 그러나 정성적인 표현 양식은 정량적인 표현 양식에서보다 학습 지속 후 성취도 감쇠율이 크기 때문에 수업이 끝난 날로부터 15일쯤에는 두 표현 양식에서의 성취도가 비슷해진다.

논리 조작 수준별로 학습 지속 기간을 비교한 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 논리 조작 수준별 학습 지속 기간 ()인원수

논리조작 수준	언어적 표현	영상적 표현	정량적 표현	정성적 표현	전체
행식적 조작	7일(87)	9일(97)	3일(93)	9일(91)	6일(184)
비행식적 조작	5일(113)	7일(103)	4일(107)	7일(109)	5일(216)

행식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간은 비행식적인 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간보다 약간 길게 나타났다. 정성적인 표현 양식, 언어적인 표현 양식, 영상적인 표현 양식에서는 행식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간이 길게 나타났지만 정량적인 표현 양식에서는 오히려 비행식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간이 길게 나타났

다. 이로부터 비행식적 조작 수준 응답자는 정량적인 표현 양식에서 학습을 지속하는 특성이 있음을 알 수 있다. 행식적 조작 수준 응답자의 성취도 최고점은 비행식적 조작 수준 응답자의 성취도 최고점보다 높게 나타났다. 그러나 영상적인 표현 양식에서는 비행식적 조작 수준 응답자의 최고점이 행식적 조작 수준 응답자의 최고점보다 높게 나타났다. 행식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 후 감쇠율은 비행식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 후 감쇠율보다 작게 나타났다. 성취도 최고점이 높고 학습 지속 기간이 길면 학습 지속 후 성취도 감쇠율이 큰 것이 일반적이다. 그러나 행식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간은 비행식적 조작 수준의 응답자에 비해 길며 성취도 최고점도 높다. 그러나 <그림 4>에서와 같이 행식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 후 감쇠율은 비행식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 후 감쇠율보다 작게 나타났다. 특히 정성적인 문항에서는 비행식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 후 감쇠율이 행식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 후 감쇠율보다 상당히 크게 나타났다. 이로부터 성취도 감쇠율은 논리 조작 수준에 크게 좌우됨을 알 수 있다.



<그림 4> 논리 조작 수준별 학습 지속 후 기울기의 신뢰구간

2. 인지 양식과 학습 지속 효과와의 관계

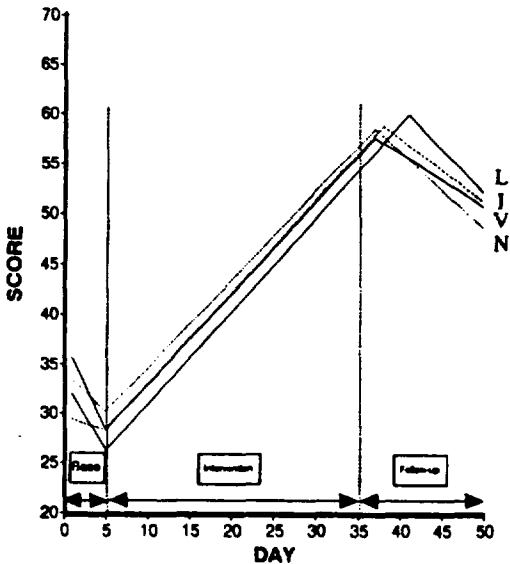
인지 양식과 학습 지속 효과와의 관계를 분석하였다. 응답자의 인지 양식을 장의존적 응답자와 장독립적인 응답자로 분류하였다. 장의존적인 응답자와 장독립적인 응답자의 학습 지속 효과 특성을 비교 분석하였다. 각각의 인지 양식에서 과학 개념의 표현 양식에 따라 학습 지속 효과를 분석하였다.

응답자의 인지 양식은 검사 점수가 평균 이상일 때 비교적 장독립적으로 평균 미만일 때는 비교적 장의존적으로 분류하였다. 인지 양식 점수와 인지 양식별 인원은 <표 5>와 같다.

<표 5> 집단별 인지 양식 검사 결과 () 인원수

인지양식	남1	남2	남3	남4	여1	여2	여3	여4	전체
장의존 평균	4.30	6.09	4.97	6.85	5.75	5.90	6.56	5.01	5.61
(인원)	(38)	(29)	(25)	(33)	(43)	(10)	(18)	(26)	(222)
표준편차	2.87	2.34	2.81	2.09	2.25	3.04	2.37	2.73	2.63
장독립 평균	17.81	15.68	15.93	12.63	14.21	15.89	15.06	15.70	15.45
(인원)	(12)	(21)	(25)	(17)	(7)	(40)	(32)	(24)	(178)
표준편차	6.06	4.09	5.34	1.49	3.47	4.22	3.59	4.11	4.28
전체 평균	7.54	10.12	10.45	8.82	6.94	13.90	12.00	10.14	9.99
(인원)	(50)	(50)	(50)	(50)	(50)	(50)	(50)	(50)	(400)
표준편차	9.96	5.73	6.96	3.35	3.82	5.67	5.21	6.39	6.0

장의존적인 응답자가 장독립적인 응답자수보다 약간 많게 나타났다. 분포 곡선의 치우친 정도를 나타내주는 왜도가 분석 결과 0.664로 나타났는데 그래프의 모양이 평균의 오른쪽으로 약간 치우쳤음을 의미 한다. 그러므로 평균보다 작은 인지 양식 점수를 낸 응답자의 수가 많다. 분포 곡선의 뾰족한 정도를 나타내는 첨도는 분석 결과 0.007로 나타났는데 이는 분포 곡선이 정규 분포에 가깝다는 것을 의미 한다.



N: 정량적인 표현 양식에서의 회귀선, L: 정성적인 표현 양식에서의 회귀선
V: 언어적인 표현 양식에서의 회귀선, I: 영상적인 표현 양식에서의 회귀선

<그림 5> 장의존적인 응답자의 과학 개념 표현 양식별 회귀선

장의존적인 응답자의 학습 지속 효과를 과학 개념의 표현 양식별로 분석하였다. 장의존적인 인지 양식 응답자의 성취도 점수를 과학 개념의 표현 양식별로 회귀 분석하여 얻은 회귀선은 <그림 5>와 같다. <표 6>은 장의존적인 응답자의 표현 양식별 회귀식의 계수와 학습 지속 기간이다. 회귀식의 적합도를 나타내는 R²이 모두 97%이상으로 나타났다. 이로부터 회귀식이 측정된 성취도 점수를 잘 예측함을 알 수 있다. 표준 오차도 아주 작기 때문에 회귀식은 측정된 성취도 곡선과 별 차이가 없다고 볼 수 있다. 회귀식의 적합을 판정할 수 있는 F값은 유의 수준 0.01에서 592이상이므로 회귀식은 모두 적합하다고 볼 수 있다. 정성적인 표현 양식에서보다는 정량적인 표현 양식에서 F값이 크게 나타났다. 즉, 정량적인 표현 양식에서의 회귀식이 정성적인 표현 양식에서의 회귀식보다 성취도 측정 점수 곡선을 잘 표현한다고 볼 수 있다. 언어적인 표현 양식보다는 영상적인 표현 양식에서 F값이 훨씬 크게 나타났다. 영상적인 표현 양식에서의 회귀식이 언어적인 표현 양식에서의 회귀식보다 측정된 성취도 점수를 더 잘 설명한다고 보아야 한다.

<표 6> 장의존적인 응답자의 표현 양식별 회귀 방정식 계수 () 인원수

과학 개념 표현 양식	상수	학습전 기울기	학습중 기울기	학습지속 후 기울기	학습지속 기간
정량적인 표현 양식	34.22	-0.82	0.89	-0.78	3일(124)
정성적인 표현 양식	33.38	-1.43	0.93	-0.87	7일(98)
언어적인 표현 양식	37.55	-1.86	0.92	-0.54	3일(120)
영상적인 표현 양식	29.66	-0.27	0.92	-0.64	4일(102)
장의존적 전체	33.96	-1.15	0.93	-0.53	3일(222)

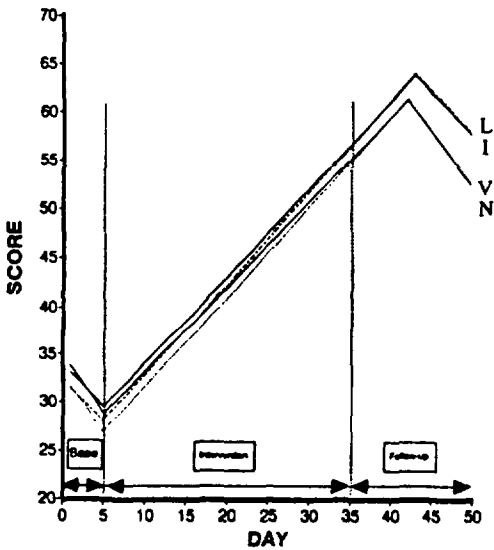
정량적인 표현 양식에서보다는 정성적인 표현 양식에서 학습 지속 기간이 길게 나타났으며 언어적인 표현 양식에서보다는 영상적인 표현 양식에서 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 정성적인 표현 양식에서의 학습중 성취도는 다른 표현 양식에서보다 낮지만 학습이 지속되는 기간이 다른 표현 양식에서보다 길기 때문에 성취도 최고점이 다른 표현 양식에서보다 높게 나타났다. 영상적인 표현 양식에서의 학습 지속 기간이 언어적인 표현 양식에서보다 약간 길며 성취도도 높게 나타났다. 영상적인 표현 양식의 학습 지속 후 성취도 감쇠율이 언어적인 표현 양식에서보다 약간 크게 나타났다. 정량적인 표현 양식에서는 학습 지속 기간도 짧고 성취도 최고점도 낮으며 학습 지속 후 성취도 감쇠율도

크게 나타났다.

장독립적인 응답자의 성취도 점수를 과학 개념 표현 양식별로 회귀 분석하여 얻은 회귀선은 <그림 6>과 같다. 과학 개념의 표현 양식별 회귀식의 계수와 학습 지속 기간은 <표 7>과 같다.

<표 7> 장독립적인 응답자의 표현 양식별 회귀 방정식 계수 () 인원수

과학개념 표현 양식	상수	학습전 기울기	학습중 기울기	학습 지속 후 기울기	학습지속 기간
정량적인 표현	32.73	-1.17	0.93	-1.12	8일(76)
정성적인 표현	33.95	-0.90	0.90	-0.90	9일(102)
언어적인 표현	34.99	-1.25	0.88	-1.11	8일(80)
영상적인 표현	32.16	-0.83	0.94	-0.89	9일(98)
장독립적 전체	33.68	-1.00	0.92	-0.83	8일(178)



N: 정량적인 표현 양식에서의 회귀선, L: 정성적인 표현 양식에서의 회귀선
V: 언어적인 표현 양식에서의 회귀선, I: 영상적인 표현 양식에서의 회귀선

<그림 6> 장독립적 응답자의 과학 개념 표현 양식별 회귀선

장독립적인 응답자에서 회귀식의 적합도를 나타내는 R²은 모두 97% 이상으로 나타났다. 이는 회귀선이 성취도 곡

선을 잘 나타냄을 의미한다. 표준 오차도 아주 작기 때문에 회귀식은 측정된 성취도 곡선과 별 차이가 없다고 볼 수 있다. 회귀식의 적합을 판정할 수 있는 F값은 유의 수준 0.01에서 650 이상이므로 회귀식은 모두 적합하다고 볼 수 있다. 정성적인 표현 양식에서보다는 정량적인 표현 양식에서 F값이 크게 나타났다. 즉, 정량적인 표현 양식에서의 회귀식이 정성적인 표현 양식에서의 회귀식보다 성취도 측정 점수 곡선을 잘 표현한다고 볼 수 있다. 언어적인 표현 양식보다는 영상적인 표현 양식에서 F값이 크게 나타났다. 영상적인 표현 양식에서의 회귀식이 언어적인 표현 양식에서의 회귀식보다 측정된 성취도 점수를 더 잘 설명한다고 보아야 한다.

장독립적인 응답자의 학습 지속 기간은 과학 개념의 표현 양식에 관계없이 모두 길게 나타났다. 정량적인 표현 양식과 정성적인 표현 양식에서의 학습 지속 기간이 비슷하게 나타났다. 언어적인 표현 양식에서의 영상적인 표현 양식에서도 학습 지속 기간이 비슷하게 나타났다. 언어적인 표현 양식과 정량적인 표현 양식의 학습 지속 후 성취도 감소율이 영상적인 표현 양식과 정성적인 표현 양식에서의 성취도 감소율보다 약간 크게 나타났다. 학습중의 기울기는 표현 양식에 관계없이 비슷하지만 영상적인 표현 양식과 정성적인 표현 양식에서의 학습 지속 기간이 길기 때문에 언어적인 표현 양식과 정량적인 표현 양식에서보다 성취도 최고점이 높게 나타났다.

인지 양식별로 학습 지속 기간을 비교한 결과는 <표 8>과 같다.

<표 8> 인지 양식별 학습 지속 기간 () 인원수

인지양식	언어적 표현	영상적 표현	정량적 표현	정성적 표현	전체
장의존	3일(120)	4일(102)	3일(124)	7일(98)	3일(222)
장독립	8일(80)	9일(98)	8일(76)	9일(102)	8일(178)

장독립적인 응답자의 학습 지속 기간은 장의존적인 응답자에 비해서 길게 나타났다. 장독립적인 응답자는 표현 양식에 관계없이 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 반면에 장의존적인 응답자는 대체로 학습 지속 기간이 짧으며 정성적인 과학 개념의 표현 양식에서만 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 장독립적인 응답자의 성취도 최고점이 장의존적인 응답자의 성취도 최고점보다 높게 나타났다.

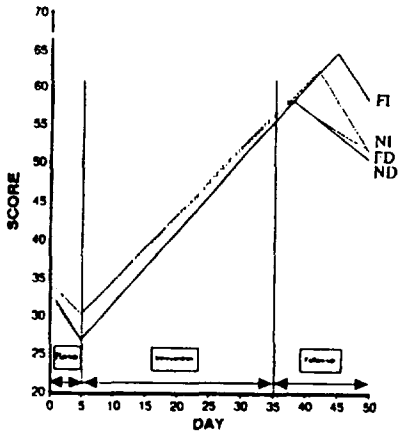
3. 복합 인지 특성별 학습 지속 효과

학습자의 인지 특성을 논리 조작 수준과 인지 양식으로 분류하고 이러한 인지적 특성을 동시에 고려하여 성취도를 회귀 분석하였다. 형식적 조작 수준이면서 동시에 장의존적인 응답자, 형식적 조작 수준이면서 동시에 장독립적인 응답자, 비형식적 조작 수준이면서 동시에 장의존적인 응답자, 비형식적 조작 수준이면서 동시에 장독립적인 응답자로 각각 구분하여 분석하였다. 복합 인지 특성별 회귀선은 <그림 7>과 같다. 회귀식의 계수와 학습 지속 기간은 <표 9>와 같다.

회귀식의 적합도를 나타내는 결정 계수 R^2 이 모두 97% 이상이므로 회귀식은 측정된 성취도 점수를 잘 예측한다. 표준 오차도 아주 작기 때문에 회귀식은 측정된 성취도 곡선과 별 차이가 없다고 볼 수 있다. 회귀식의 적합을 판정할 수 있는 F값은 유의수준 0.01에서 563이상이므로 회귀식은 모두 적합하다고 볼 수 있다. 비형식적 조작 수준이면서 장의존적인 응답자의 경우에서 F값이 크게 나타났다.

<표 9> 인지 특성별 학습 지속 기간 () 인원수

인지 특성	장의존적	장독립적	전 체
	인지양식	인지양식	
형 식 적 조작수준	3일(95)	11일(89)	6일(184)
비형식적 조작수준	4일(127)	8일(89)	5일(216)
전 체	3일(222)	8일(178)	5일(400)



FD: 형식적 조작 수준이면서 장의존적인 응답자의 회귀선
 FI: 형식적 조작 수준이면서 장독립적인 응답자의 회귀선
 ND: 비형식적 조작 수준이면서 장의존적인 응답자의 회귀선
 NI: 비형식적 조작 수준이면서 장독립적인 응답자의 회귀선

<그림 7> 복합 인지 특성별 회귀선

형식적 조작 수준이며 장독립적인 응답자의 학습 지속 기간이 형식적 조작 수준이며 장의존적인 응답자의 학습 지속 기간보다 길게 나타났다. 비형식적 조작 수준이며 장의존적인 응답자의 학습 지속 기간보다 비형식적 조작 수준이며 장독립적인 응답자의 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 이것은 논리 조작 수준보다 인지 양식이 학습 지속 기간을 좀 더 잘 나타낼 수 있는 인지 특성임을 보여주는 것이다.

형식적 조작 수준이며 장독립적인 응답자의 학습 지속 기간이 가장 길며 성취도도 높게 나타났다. 그 다음으로 비형식적 조작 수준이며 장독립적인 응답자의 학습 지속 기간이 길게 나타났고 성취도도 높게 나타났다. 이것으로 보아 주로 인지 양식에 의해 학습 지속 기간과 성취도 최고점이 달라진다는 것을 알 수 있다. 형식적 조작 수준이면서 장독립적인 응답자의 성취도 최고점이 가장 높게 나타났다. 비형식 조작 수준이면서 장의존적인 응답자의 성취도 최고점이 그 다음으로 높게 나타났다. 비형식 조작 수준이면서 장의존적인 응답자와 형식적 조작 수준이면서 장의존적인 응답자의 성취도 최고점은 비슷하게 나타났다. 비형식 조작 수준이면서 장독립적인 응답자의 학습 지속후 성취도 감소율은 비형식 조작 수준이면서 장의존적인 응답자와 형식적 조작 수준이면서 장의존적인 응답자의 학습 지속후 감소율에 비해 크기 때문에 수업이 끝난 날로부터 15일쯤에는 성취도가 비슷해졌다.

4. 논 의

학습 지속 효과와 관련된 이론을 제시하고 연구 결과를 이론적으로 설명해서 연구 결과의 타당성을 부여하였다.

학습 지속 효과와 관련된 인지 심리학 이론으로 Bartlett의 이론(1932)과 생성 학습 이론(Osborne & Wittrock, 1983) 및 Piaget의 이론(1978)을 제시하였다. 이들 이론은 사용하여 학습자의 인지 특성에 따른 학습 지속 효과를 해석하였다.

Bartlett이론의 핵심은 입력된 정보가 인지 구조내에서 끊임없이 재구성된다는 것이다. Bartlett는 학습자에게 주어진 정보가 파지되는 동안은 물론이고 인출되는 과정에서도 학습자의 특성에 따라 계속 재구성된다고 주장하였다.

인지 특성에 따라 학습 지속 효과의 특성이 다르게 나타난 것을 Bartlett의 이론으로 설명할 수 있다. 외부의 정보를 인지 구조에서 재구성하는 특성은 논리 조작 수준이나 인지 양식과 관계된다.

논리 조작 수준에 따른 학습 지속 효과를 Bartlett의 이론을 사용하여 다음과 같이 해석하였다. 형식적 조작 수준의

응답자는 외부의 정보를 자신의 인지 구조에 맞게 재구성할 수 있는 능력이 비형식적 조작 수준의 응답자보다 우수하다. 외부의 정보가 자신의 인지 구조와 맞지 않을 때 형식적 조작 수준의 응답자는 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해 외부 정보를 자신의 인지 구조에 맞게 재조직할 수 있는 능력이 우수하기 때문에 수월하게 정보를 재조직한다. 이렇게 재조직하는 데 걸리는 시간이 학습 지속 기간이라고 보면 된다. 비형식적 조작 수준의 응답자는 외부의 정보를 자신의 인지 구조에 맞게 재조직할 수 있는 정보만을 재조직하기 때문에 형식적 조작 수준의 응답자에 비해 학습 지속 효과의 기간이 짧게 나타났다. 그러나 정량적인 정보에서는 비형식적 조작 수준의 응답자가 형식적 조작 수준의 응답자에 비해 학습 지속 기간이 약간 길게 나타났다. 이것은 비형식적 조작 수준의 응답자가 정량적인 정보는 형식적 조작 수준의 응답자와 재조직할 수 있는 능력이 비슷하지만 다른 정보 형태에서는 형식적 조작 수준의 응답자에 비해 재조직할 수 있는 능력이 뒤진다는 것을 의미한다. 학습 지속후의 성취도 감소율도 논리 조작 수준에 따라 다르게 나타났는데 이것도 Bartlett의 이론을 사용하여 설명할 수 있다. 형식적 조작 수준의 응답자는 외부의 정보를 자신의 인지 구조에 맞게 재조직할 수 있는 능력이 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해 우수하기 때문에 학습 목표의 방향으로만 재조직하면 학습의 효과도 좋다. 그러므로 성취도의 최고점이 높게 나타나며 학습 지속후 성취도의 감소율이 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해 낮게 된다. 반면에 비형식적 조작 수준의 응답자는 형식적 조작 수준의 응답자에 비해 외부 정보를 학습 목표의 방향으로 재조직할 수 있는 능력이 낮기 때문에 성취도의 최고점이 낮고 학습 지속후의 성취도 감소율도 크게 된다.

인지 양식에 따라 나타난 학습 지속 효과의 특성을 Bartlett의 이론을 사용하여 설명하면 다음과 같다. 장독립적인 응답자는 외부의 정보 형태에 관계없이 외부 정보를 자신의 인지 구조에 맞게 재조직하려는 경향이 장의존적인 응답자에 비해 강하다. 외부의 정보를 자신의 인지 구조에 맞게 재구조화하기 위해서는 시간이 필요하며 이 기간을 학습 지속 기간이라고 볼 수 있다. 연구 결과에서도 외부의 정보를 자신의 인지 구조에 맞게 재구조화하려는 경향이 강한 장독립적인 응답자의 학습 지속 기간이 장의존적인 응답자의 학습 지속 기간보다 길게 나타났다. 장독립적인 응답자의 정보의 형태에 관계없이 모든 형태의 정보에서 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 장의존적인 응답자는 외부의 환경에 의존하는 경향이 장독립적인 응답자에 비해 강하기 때문에 모든 표현 양식에서 학습 지속 기간이 짧게 나타났다.

언어적, 영상적, 정량적인 정보에서는 장독립적인 응답자의 학습 지속 기간과 장의존적인 응답자의 학습 지속 기간 차이가 크게 나타났다. 반면에 정성적인 표현 양식에서는 학습 지속 기간의 차이가 작게 나타났다. 이것은 표현 양식에 크게 의존하는 장의존적인 응답자의 특성상 정성적인 표현 양식에서만 재조직하려는 경향이 강하기 때문이다. 이상과 같이 Bartlett의 이론으로 학습 지속 효과를 설명할 수 있다는 것이 입증되었다. 그러므로 Bartlett이론은 학습 지속 효과를 설명할 수 있는 이론중의 하나이다. 그러나 어떤 이유로 학습자 스스로 학습 초기의 개념을 구체화하는 지에 대한 명확한 언급이 없는 것이 학습 지속 효과를 설명할 때 나타나는 Bartlett이론의 문제점이다.

생성 학습 이론의 핵심은 단기 기억에서 감각 정보를 받을 때 장기 기억의 영향을 받으며 정보가 의미있는 형태로 재구성된다는 것이다. 즉, 의미 형성이 장기 기억의 영향을 받아 단기 기억소에서 자발적으로 이루어진다는 것이다. 감각 정보가 단기 기억소에서 유의미한 형태로 형성되면 나중에는 장기 기억소에 수용된다. 장기 기억소에 저장된 정보는 다시 단기 기억소로 넘어와 의미있게 변하며 이러한 과정이 반복되어 학습자의 수준과 조화를 이루게 된다.

인지 특성별로 나타난 학습 지속 효과의 특성을 생성 학습 이론을 사용하여 설명할 수 있다.

논리 조작 수준에 따른 학습 지속 효과를 생성 학습 이론을 사용하여 다음과 같이 해석할 수 있다. 단기 기억소에서 감각 기억에 있는 학습 정보를 의미있는 형태로 구성할 수 있는 능력은 장기 기억의 구조에 영향을 받는다. 장기 기억의 구조가 감각 기억의 학습 정보를 의미있게 처리할 수 있는 능력을 논리 조작 수준으로 볼 수 있다. 논리 조작 수준이 형식적인 응답자는 비형식적인 조작 수준의 응답자에 비해 감각 기억의 정보를 단기 기억소에서 의미있게 처리할 수 있는 능력이 우수하다. 이렇게 볼 때 형식적 조작 수준의 응답자는 비형식적인 응답자에 비해 학습 정보를 의미있게 처리할 수 있는 양이 많아서 학습에 필요한 시간도 길어진다. 따라서 대부분의 학습 정보에서 형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간은 비형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간보다 길어진다. 언어적, 영상적, 정성적인 표현 양식에서는 형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간이 길게 나타났지만 정량적인 표현 양식에서는 오히려 비형식적인 응답자의 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 이것은 비형식적 조작 수준의 응답자도 정량적인 정보는 단기 기억에서 의미있게 처리할 수 있는 능력이 형식적 조작 수준의 응답자와 비슷하다는 것을 의미한다. 그러나 비형식적 조작 수준의 응답자는 언어적, 영상적, 정성적인 정보를 처리할 수

있는 능력이 형식적 조작 수준의 응답자에 비해 부족하다. 정보가 언어나 영상으로 치우쳐도 다른 정보를 추가해서 의미 있게 처리할 수 있는 능력은 형식적 조작 수준 응답자가 비형식적 조작 수준 응답자에 비해 우수하기 때문에 학습 지속 기간도 길게 나타난 것이다. 형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속후 성취도 감쇠율이 비형식적 조작 수준 응답자에 비해 작게 나타났다. 이것은 형식적 조작 수준 응답자가 비형식적 조작 수준 응답자에 비해 단기 기억에서 의미 있게 처리하는 정도가 우수하며 학습 정보를 장기 기억소에 잘 구조화하였기 때문이다.

인지 양식에 따라 나타난 학습 지속 효과는 학습자의 의미 형성 방법과 관계가 있다. 외부의 정보를 자신의 인지 구조와 조화를 이루도록 하려는 경향이 강한 응답자는 장독립적이며 외부 정보의 형태에 따라 외부 정보를 의미있게 처리하는 방법이 달라지는 응답자는 장의존적이다. 장독립적인 응답자는 외부의 정보 형태에 관계없이 모든 정보에서 자신의 장기 기억 구조에 맞는 의미를 형성하려하며 장의존적인 응답자는 자신의 장기 기억 구조와 유사한 정보 형태에서만 의미를 형성하려 한다. 그러므로 장독립적인 응답자는 모든 표현 양식에서 장의존적인 응답자에 비해 학습 지속 기간이 길게 나타난다. 반면에 장의존적인 응답자는 정성적인 표현 양식에서의 학습 지속 기간이 장독립적인 응답자와 비슷했다. 이것은 장의존적인 응답자와 장독립적인 응답자가 정성적인 정보를 처리하는 방식이 유사하다는 것을 의미한다. 또, 장의존적인 응답자도 정성적인 정보는 의미 있게 처리하려는 경향이 강하다는 것을 의미한다. 형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속후 성취도 감쇠율은 비형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속후 성취도 감쇠율에 비해 작게 나타났다. 이것은 형식적 조작 수준 응답자가 비형식적 조작 수준 응답자에 비해 정보를 장기 기억에 비추어 의미 있게 처리할 수 있는 능력이 우수하기 때문이다. 형식적 조작 수준 응답자는 비형식적 조작 수준 응답자에 비해 정보를 훨씬 더 의미있게 처리하기 때문에 학습 지속후 성취도의 감쇠율이 비형식적 조작 수준 응답자에 비해 작게 나타난 것이다. 이상과 같이 생성 학습 이론을 이용하여 학습 지속 효과를 설명할 수 있다는 것이 입증되었다. 그러므로 생성 학습 이론은 학습 지속 효과를 설명할 수 있는 이론 중의 하나다.

Piaget는 인간이 '일생동안 일정한 발달 단계를 거치며 발달 단계 사이에는 뚜렷이 구분되는 특징이 있다고 하였다. Flavell(1977)은 Piaget가 주장한 발달 단계는 불연속적이지만 각각의 발달 단계 사이에는 아주 미세한 단계가 존재한다고 주장하였다. 외부 정보가 인지 구조와 평형을 이

루면서 학습자의 인지 구조는 미세한 발달을 거듭하며 이러한 미세 발달은 학습자의 발달 단계를 높이는 역할을 수행한다. Piaget는 지적 발달의 요인으로 성숙, 물리적 경험, 사회적 상호 작용, 평형화를 들고 있다. 성숙이란 인간의 뇌조직의 성장이나 내분비 계통의 발달에 의한 것이다. 물리적 경험이란 환경과의 상호 작용을 의미한다. 환경을 동화하고 환경에 조절하는 가운데 인지 구조는 자극을 받고 성장을 한다는 것이다. 사회적 상호 작용은 인간과 인간의 관계에서 생기는 모든 작용을 의미한다. 평형화란 외부 환경과 자신의 인지 구조를 조절시켜가는 작용을 의미한다. 이러한 평형화의 작용으로 인지 구조가 성장한다고 볼 수 있다.

형식적 조작 수준의 응답자는 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해 학습 지속 기간이 길고 성취도의 최고점이 높으며 학습 지속후 성취도 감쇠율이 작게 나타났다. 학습 지속 효과의 이러한 특성도 Piaget의 이론을 사용하여 다음과 같이 설명할 수 있다. 논리적 사고력이 우수한 형식적 조작 수준 응답자는 대부분의 학습 정보와 자신의 인지 구조를 평형화하지만 비형식적 조작 수준의 응답자는 정보가 자신의 논리적 조작 수준에 맞을 때에만 평형화할 수 있다. 그러므로 형식적 조작 수준의 응답자는 언어적, 영상적, 정성적인 표현 양식에서 비형식적 조작 수준 응답자에 비해 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 반면에 정량적인 정보는 비형식적 조작 수준 응답자도 인지 구조와 평형화할 수 있기 때문에 형식적 조작 수준 응답자에 비해 약간 긴 학습 지속 기간을 나타냈다. 형식적 조작 수준 응답자는 학습 정보를 자신의 인지 구조와 평형화할 수 있는 능력이 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해 우수하다. 따라서 학습 지속후 성취도 감쇠율도 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해서 작다.

학습 지속 효과와 관련된 정보 처리 이론으로는 생리적인 이론, 이중 부호화 이론 및 인지 양식 이론을 제시하였다. 이들 이론을 사용하여 연구 결과를 해석하였다.

생리학적인 이론의 핵심은 학습에 의해 뇌시냅스가 구조적, 물리 화학적으로 변한다는 것이다. 학습에 의해 뇌시냅스의 통로 구조가 변하며 시냅스의 밀도가 변하는 것과 같은 구조적 변화가 생긴다. 학습에 의해서 정보의 기억과 학습을 가능하게 하도록 뇌의 화학적인 변화도 일어난다. 어떤 개념에 대한 시냅스 회로가 형성되면 이 회로는 그 뒤에도 같은 개념의 자극에 의해 쉽게 흥분된다. 이렇게 개념에 대한 시냅스 회로가 형성되면 이것은 학습이 이루어진 것이다. 학습자의 뇌신경이 구조적, 물리 화학적으로 변화를 일으키기 위해서는 시간이 필요하며 이 때의 필요한 시간이

학습 지속 기간이라고 볼 수 있다.

논리 조작 수준은 학습자의 뇌신경 구조와 뇌신경 조직이 구조화된 정도를 의미한다. 외부의 정보를 받아들일 때 뇌신경에서 정보가 원활하게 처리되며 신경 조직이 잘 연결되면 정보는 제대로 분석될 것이다. 그러나 외부의 정보를 받아들일 때 관련된 신경 조직이 제대로 작동하지 않으면 정보는 인지 구조내에서 처리될 수 없다. 학습에 의해 뇌신경이 구조적으로 변하고 신경 조직에서 정보의 전달을 도와 주는 화학 물질의 분비가 촉진되면 뇌신경은 물리, 화학적으로 변한 것이다. 이러한 변화는 논리 조작 수준의 미세한 발달을 가져오며 이렇게 되는 데는 시간이 필요하다. 이 시간을 학습 지속 기간이라고 보아야 한다. 형식적 조작 수준의 응답자는 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해 뇌신경을 구조화하는 정도가 우수하다. 따라서 외부의 정보를 자신의 인지 구조에 맞게 잘 처리한다. 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해 형식적 조작 수준의 응답자는 자신의 인지 구조를 외부의 정보에 맞게 구조화시키는 능력이 우수하다. 형식적 조작 수준의 응답자는 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해 많은 정보를 제대로 처리할 수 있기 때문에 처리해야 할 시간도 오래 걸린다. 이러한 결과로 학습 지속 기간도 형식적 조작 수준의 응답자가 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해 길게 나타난 것이다. 그러나 비형식적 조작 수준의 응답자라도 정량적인 정보와 같이 학습자가 처리할 수 있는 수준이면 처리해야 할 정보의 양이 많아지기 때문에 학습 지속 기간이 길게 나타난다. 실제로 비형식적 조작 수준의 응답자는 정량적인 표현 양식에서 형식적 조작 수준의 응답자보다 학습 지속 기간이 약간 길게 나타났다.

이중 부호화 이론이란 인간의 오른쪽 뇌와 왼쪽 뇌의 처리 과정이 다르다는 것이다. 오른쪽 뇌는 정보를 종합적이며 도식적으로 처리하는 표상 시스템이며 왼쪽 뇌는 순차적이며 논리적으로 처리하는 언어 시스템이다. 어떤 정보를 대할 때 왼쪽 뇌와 오른쪽 뇌가 정보를 분담해서 따로 처리하고 얼마 후에는 이들 정보를 서로 교환하여 조화를 이루게 된다. 이렇게 되는 데는 시간이 필요하며 이 때의 기간이 학습 지속 기간이라고 볼 수 있다. 학습자의 지적 발달 단계는 두 개의 정보 시스템에서 정보를 처리하고 이를 교환하는 능력이라고 할 수 있다.

논리 조작 수준에 따른 학습 지속 효과를 이중 부호화 이론을 사용하여 다음과 같이 해석할 수 있다. 논리 조작 수준은 왼쪽 뇌의 정보와 오른쪽 뇌의 정보를 교환하는 능력이다. 정보의 수준이 학습자의 논리 조작 수준에 맞을 때는 정보를 교환하여 조화를 이룰 수 있지만 정보의 수준이 학습자의 논리 조작 수준과 맞지 않으면 왼쪽 뇌의 정보와 오른

쪽 뇌의 정보를 교환할 수 없다. 형식적 조작 수준 응답자는 왼쪽뇌와 오른쪽 뇌로 다르게 처리된 대부분의 정보를 교환할 수 있다. 그러나 비형식적 조작 수준 응답자는 학습자의 수준에 맞는 정보만을 교환할 수 있다. 그러므로 대부분의 정보에서 형식적 조작 수준 응답자는 비형식적 조작 수준의 응답자에 비해 정보를 교환하는 시간이 길며 학습 지속 기간도 길게 나타난 것이다. 다만 정량적인 정보는 비형식적 조작 수준의 응답자라도 교환할 수 있는 능력이 있기 때문에 학습 지속 기간이 형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간에 비해 길게 나타났다. 인지 양식은 학습자가 왼쪽 뇌와 오른쪽 뇌에서 따로 처리된 정보를 교환하려는 경향으로 볼 수 있다. 장의존적인 응답자는 외부 정보의 특성에 따라 정보를 교환하려는 경향이 달라지며 장독립적인 응답자는 외부 정보의 특성에 관계없이 정보를 교환하려는 경향이 강하다. 따라서 대부분의 정보에서 장독립적인 응답자는 장의존적인 응답자에 비해 학습 지속 기간이 길게 나타난 것이다. 그러나 정성적인 표현 양식에서는 장의존적인 응답자도 정보를 교환하려는 경향이 강하며 이러한 이유로 장독립적인 응답자의 학습 지속 기간과 비슷해진다. 이상의 설명과 같이 설명으로 학습 지속 효과는 이중 부호화 이론을 이용해서도 설명될 수 있다.

인지 양식에 대한 이론을 정리하고 이를 학습 지속 효과에 적용하면 다음과 같다. 인간은 정보를 처리하는 특성이 다르며 이것은 사고 유형의 차이 때문이다. 어떤 정보나 자극이 똑같이 주어질 때에도 그것을 처리하는 방식은 개인별로 차이가 있다. 어떤 개인이 정보를 처리하는 방식이 일관되게 어떤 특성을 보일 때 이것을 인지 양식이라 한다. 인지 양식은 사물의 배경이나 상황에 영향을 받는 장의존적 인지 양식과 별로 영향을 받지 않는 장독립적 인지 양식으로 분류할 수 있다. 장독립적인 사람은 자신의 증거 체계에 주로 의존하기 때문에 외부의 영향을 많이 받지 않는다. 반면에 장의존적인 사람은 외부의 영향을 많이 받는다. 외부의 정보가 구조화되어 있지 않을 때 장독립적인 사람은 이를 구조화 시키려 하지만 장의존적인 사람은 그대로 두려는 경향이 강하다. 장의존적인 응답자는 학습 정보의 특성에 따라 정보를 재조직하지만 장독립적인 응답자는 외부의 정보 특성에 관계없이 재조직하려는 경향이 강하기 때문에 장의존적인 응답자에 비해 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 장의존적인 응답자는 정량적인 표현 양식에서의 학습 지속 기간보다 정성적인 표현 양식에서의 학습 지속 기간이 아주 길게 나타났는데 장독립적인 응답자는 정량적인 표현 양식과 정성적인 표현 양식에서의 학습 지속 기간이 모두 길게 나타났다. 이것으로 보아 장독립적인 응답자는 외부의 정보

특성에 관계없이 정보를 재조직하려는 경향이 강하며 장의 존적인 응답자는 정성적인 정보 형태만을 재조직하려 한다는 것을 알 수 있다. 이상과 같이 인지 양식 이론을 이용하여 학습 지속 효과를 설명할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

결과를 토대로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다. 연구의 결과가 주는 시사점과 향후의 연구 과제는 제언에 제시하였다.

1. 결 론

학습자의 인지 특성에 따라 학습 지속 효과를 분석한 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

학습 지속 효과는 논리 조작 수준에 따라 다르게 나타났다. 형식적 조작 수준 응답자에서의 학습 지속 기간이 비형식적 조작 수준 응답자에서의 학습 지속 기간보다 길게 나타났다. 그러나 정량적인 표현 양식에서는 비형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 기간이 길게 나타났다. 형식적 조작 수준의 응답자는 미세한 지적 발달로도 대부분의 과학 개념을 이해할 수 있지만 비형식적 조작 수준의 응답자는 미세한 지적 발달로 정량적인 과학 개념만을 이해할 수 있다. 이로보아 Piaget는 불연속적인 인지 발달 단계를 제시했지만 이들 단계 사이에는 미세한 발달 단계가 존재한다고 볼 수 있다. 학습이 진행된 후에는 망각과 학습이 동시에 진행된다고 볼 수 있다. 그러므로 회귀 분석에 나타난 성취도는 학습량에서 망각된 양을 뺀 값이라고 보아야 한다. 학습이 끝난 후 성취도의 감쇠율은 논리 조작 수준에 의해 결정된다고 보아야 한다. 형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 후 성취도 감쇠율이 비형식적 조작 수준 응답자의 학습 지속 후 성취도 감쇠율보다 작게 나타났다. 특히 정성적인 표현 양식에서는 형식적 조작 수준의 응답자보다 비형식적 조작 수준 응답자의 성취도 감쇠율이 크게 나타났다. 이로보아 인지 발달과 함께 성취도의 감쇠율도 작아진다고 보아야 한다. 형식적 조작 수준 응답자는 새로운 정보를 좀더 의미 있게 구조화할 수 있기 때문에 망각되는 비율도 적다.

인지 양식에 따라서 학습 지속 효과는 달라진다. 장독립적인 응답자에서의 학습 지속 기간이 장의존적인 응답자에서의 학습 지속 기간보다 매우 길게 나타났다. 이러한 결과는 장독립적인 응답자가 외부의 정보를 재조직하려는 경향이 강하기 때문에 나타난 현상이다. 그러나 정성적인 표현 양식에서는 인지 양식에 관계없이 학습 지속 기간이 모두

길게 나타났다. 이것은 외부의 상황에 크게 의존하는 장의 존적인 응답자가 정성적인 표현에서만 개념을 재구성하려 하기 때문이다.

학습이 지속되는 기간은 논리 조작 수준보다는 인지 양식에 의해 결정된다. 장독립적인 응답자는 외부의 환경에 의해 지배되기보다 자신의 인지 구조 특성에 영향을 받기 때문에 외부 정보를 스스로 재조직하려는 특성이 장의존적인 응답자에 비해 강하다. 그러므로 학습 지속 기간도 장의존적인 응답자들보다 길다. 인지적인 특성은 개별적으로 학습 지속 효과의 특성을 결정하기보다는 결합되어 학습 지속 효과의 특성을 결정짓는다고 보아야 한다. 인지 구조가 단일한 인지 특성만을 소유한 것이 아니고 복합적이고도 다양한 특징을 갖고 있기 때문이다. 형식적 조작 수준이면서 장독립적인 응답자들의 학습 지속 기간이 가장 길고 학습 지속 후 성취도도 가장 높았다.

학습 지속 후의 성취도 감쇠율은 인지 특성중 논리 조작 수준에 크게 의존한다. 학습 지속 후의 성취도는 학습이 지속되는 기간이 길면 높아진다. 또 감쇠하는 비율이 작으면 성취도가 높다고 볼 수 있다. 형식적 조작 수준이면서 장독립적인 응답자들은 학습 지속 기간이 가장 길고 망각되는 비율도 다른 인지 특성 응답자들에 비해서 작기 때문에 학습 지속 후의 성취도도 높게 나타난다.

학습 지속 효과는 관련 인지 심리학 및 정보 처리 이론을 사용하여 설명할 수 있다. 그러나 학습 지속 효과를 하나의 이론으로 완벽하게 설명할 수는 없으며 여러가지 이론이 결합되어야 설명할 수 있다. 학습이 진행된다면 인지 구조는 물리적, 구조적인 변화를 한다. 이렇게 인지 구조가 물리적, 구조적인 변화를 하기 위해서 필요한 시간을 학습 지속 기간으로 볼 수 있다. 인지 구조는 정보를 수동적으로 받는 저장고가 아니고 정보를 스스로 재조직하며 인지 구조 자체도 변화한다. 정보를 재조직하는 시간을 학습 지속 기간으로 볼 수 있다. 인지 특성에 따라 정보가 처리되는 특성도 달라진다. 장의존적인 응답자보다 장독립적인 응답자가 정보를 재조직하려는 경향이 강하다. 형식적 조작 수준 응답자들이 좀 더 정보를 유의미하게 처리한다. 형식적 조작 수준이면서 장독립적인 응답자의 학습 지속 효과가 가장 두드러지게 나타난다. 제시되는 정보의 형태에 따라 처리되는 인지 과정도 달라진다. 모든 정보는 특성에 따라 다르게 처리된다. 언어적인 정보와 영상적인 정보는 다르게 처리된다. 다르게 처리되는 정도는 인지 특성에 따라 달라진다. 언어와 영상으로 각각 입력된 정보라도 나중에는 두개의 정보가 결합된 형태로 발전하며 이렇게 발전되는 경향은 인지 특성에 좌우된다.

2. 제 언

학습 지속 효과는 학습자의 특성에 따라 달라진다는 것이 본 연구의 결과이다. 학습 지속 효과는 학생들의 과학 개념이 학습에 의해 변화하는 특징을 설명하기 때문에 과학 교육학의 중요한 연구 분야가 되어야 한다. 본 연구에서 나타난 바와 같이 성취도는 검사 시기와 학습자 특성에 따라 달라진다. 따라서 차후 학습자의 성취도를 조사하는 다른 연구에서는 연구 시기, 연구 방법, 학습자의 특성을 고려해야 한다. 수업이 끝난 후에도 학습이 지속되기 때문에 교과 의 구성이나 수업에서 개념의 제시 순서를 정할 때 이러한 점을 고려해야 한다.

본 연구에서 자세히 규명하지 못했지만 학습 지속 효과에 대한 향후의 연구 과제를 다음과 같이 제시한다.

본 연구에서는 수업의 방법을 동일한 형태로 하고 학습 지속 효과를 조사하였다. 그러나 수업의 방법도 학습 지속 효과에 많은 영향을 줄 것으로 생각된다. 수업 방법과 학습자의 특성을 모두 고려한 학습 지속 효과의 연구는 향후의 연구 과제이다.

연구 결과 학습전에 검사가 계속되면서 성취도가 감소하였다. 아무런 처치를 하지 않고 단순히 카드식의 시험을 보았는데도 검사가 계속되면서 성취도가 감소한 것은 학습자의 인지 특성 연구에 중요한 시사점을 줄 수 있기 때문에 향후의 연구 과제이다.

학습 지속후 성취도의 감소율이 학습자의 인지적 특성 에 따라 달라졌다. 그러므로 이러한 현상을 좀 더 정밀하게 연구하고 원인을 규명할 필요가 있다.

參 考 文 獻

강봉규(1992). 발달심리학. 서울: 정훈출판사.

구윤모(1991). 논리 사고 수준과 문제 맥락에 따른 물리 개념의 위계 구조. 한국교원대학교 석사학위논문.

권재술(1985). 학습지속효과를 설명하기 위한 몇가지 모델. 물리교육 3.

권재술(1989). 과학 개념 형성의 한 인지적 모형. 물리교육, 7(1).

권재술, 김준태(1992). 과학개념 학습지속 효과의 유형과 그 특성 분석. 화학교육, 12(1)

김범기(1989). 물리교육의 한·일 비교 연구. 일본 광도대학교 대학원 박사학위논문.

이석규(1992). 물리교과내용의 인지요구수준과 고등학생들의 지적발달수준과의 관계 분석. 한국교원대학교 석

사학위논문.

이원식, 최병순, 최영준(1986). 중·고등학생들의 논리적 사고력 형성에 관한 연구 II, III. 과학교육연구논총, 11(1), 17 - 38.

임규호(1991). 고등학생의 논리적 사고와 물리개념 이해와의 관계. 한국교원대학교 석사학위논문.

임선하(1984). 학습자의 인지양식과 자료의 제시형태가 개념획득에 미치는 효과. 서울대학교 교육대학원 석사학위논문.

장남기, 임영득, 강호갑 편(1989). 과학교육심리학. 서울: 교육과학사

장혁표(1980). 인지양식과 그 관련 변인에 대한 연구. 동아대학교 박사학위 논문.

장현갑 역(1990). 생리심리학. 서울: 교육과학사.

전윤식(1991). 학습자. 김순택 등, 현대수업원론. 서울: 교육과학사.

조복희, 정옥분, 류가효(1992). 인간 발달. 서울: 교문사.

최병순(1987). 학생들의 인지 수준과 구체적 및 형식적 과학내용과의 관계 연구. 화학교육, 14(1), 30 - 42.

한중효(1990). 교육심리학의 구조연구. 서울: 교육과학사.

Ballard, P. B.(1913). Obliviscence and reminiscence. British Journal of Psychology: Monograph Supplement, 1(2).

Bartlett, F.C.(1932). Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Crawder, R. G.(1976). Principles of learning and memory. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Assoc..

Distefano, J. J.(1969). Interpersonal Perceptions of Field Independent and Field Dependent Teachers and Students. doctoral Dissertation, Cornell University.

Draper, N. R. and Stumth, H.(1981). Applied regression analysis (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc.

Ebbinghaus, H.(1964). Memory: A contribution to experimental psychology. New York: Dover.

Farnsworth, C. H., & Mayer, V. J.(1984). An assessment of the validity and precision of the intensive time-series design monitoring learning difference between students with different cognitive tendencies. Journal of Research in Science Teaching, 21: 345 - 355.

Farnsworth, C. J.(1981). Using an intensive time-series design to develop profiles of daily achievement and attitude of eighth-grade earth-science students at

- different cognitive levels during the study of plate tectonics*. Unpublished doctoral dissertation, The Ohio State University.
- Flavell, J. H.(1962). *The developmental psychology of Jean Piaget*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Flavell, J. H.(1977). *Cognitive development*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Kwon, J. S. & Mayer, V. J.(1983). *Segmented straight line regression analysis to identify the momentum effect for the intensive time-series design*. Paper presented at the 56th annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Dallas.
- Kwon, J. S. (1984). *An examination of theoretical bases and empirical evidence for the existence of the momentum effect in learning scientific concepts*. Unpublished doctoral dissertation, The Ohio State University.
- Kwon, J. S., & Mayer, V. J. (in press). Identification and description of the momentum effect in studies of learning an abstract science concept. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Mayer, V. J. & Kozlow, M. J.(1980). An evaluation of a time-series single-subject design used in an intensive study of concept understanding. *Journal of the Research in Science Teaching*, 17: 455-461.
- Mayer, V. J., & Lewis, D. K.(1979). An assessment of the validity of the use of a time-series single subject design. *Journal of Research in Science Teaching*, 16: 137-144.
- Mayer, V. J., & Pezaro, P. (1980). *Intensive time-series designs for studying development of science concepts in adolescents*. Study funded by the National Science Foundation, Grant #SED 8016589.
- Mayer, V. J., & Rojas, C. A.(1982). The effect of frequency of testing upon the measurement of achievement in an intensive time-series design. *Journal of Research in Science Teaching*, 19: 543-551.
- Osborne, R. J., & Wittrock, M. C.(1983). Learning Science: A generative model. *Science Education*, 67, 489-503.
- Paivio, A. & Begg, I.(1981). *Psychology of language*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Paivio, A.(1971). *Imagery and verbal process*. New York: Holt, Reinhart & Winston.
- Piaget, J.(1978). *The language and thought of the child* (3rd ed.). London: The Humanities Press Inc..
- Piaget, J. & Inhelder, B.(1973). *Memory and intelligence*. New York: Basic Books.
- Roadrangka, V., Yeany, R. H., & Padilla, M. J.(1983). *The Construction and Validation of Group Assessment of Logical Thinking(GALT)*. Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, Tx.
- Wittrock, M. C.(1977). *The human brain*. Englewood Cliffs, New Jersey: prentice-Hall.
- Wittrock, M. C.(1980). *The brain and psychology*. New York: Academic Press.

(ABSTRACT)

An Analysis of the Momentum Effect by Students' Cognitive Characteristics

Kim, Jun-Tae · Kwon, Jae-Sool
(Korea National University of Education)

This study tried to find the effect to cognitive structure upon the momentum effect. The previous studies showed that the momentum effect is influenced by students' cognitive levels and the abstractness of test items. The cognitive structure is examined by cognitive level and cognitive style. Cognitive levels and cognitive styles are determined by GALT and GEFT respectively. The research method used in this study is time series design. The period is 50 days. The period is divided into "pre-test", "intervention-test", "post-test". Pre-test period is 5 days and in this period class instruction does not exist. Intervention-test period is 30 days and in this period class instruction exist. Post-test period is 15 days and in this period class instruction does not exist. Field independent students showed longer momentum effect than field dependent students. Formal level students showed less ratio of decrease on post-test than nonformal level students. Momentum effects is not artifact but the essential characteristics of science study.