Journal of the Korean Chemical Society
2006, *Vol. 50, No. 6*
Printed in the Republic of Korea

그리기를 활용한 다중 표상 학습에서 언어적 정보 형태와 언어적 학습 양식의 영향

강훈식† · 이병진 · 노태희*
서울대학교 화학교육과
†서울대학교 교육종합연구원
(2006. 6. 20 접수)

The Influences of the Forms of Verbal External Representations and Students' Verbal Learning Style in Learning with Multiple Representations Using Drawing

Hunsik Kang†, Byoungjin Lee, and Taehee Noh*
Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea
†Center for Educational Research, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea
(Received June 20, 2006)

요 약. 이 연구에서는 언어적 정보의 형태가 화학 개념 학습에서 제공되는 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진하는 방안으로 도입된 그리기에 미치는 영향을 학생들의 언어적 학습 양식에 따라 조사하였다. 남녀공학 중학교 1학년 133명을 선정하여 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태로 제공하는 FD(formal drawing) 집단과 개인화된 형태로 제공하는 PD(personalized drawing) 집단으로 배치한 후, '보일의 법칙'과 '샤를의 법칙'에 대하여 2차시 동안 수업을 실시하였다. 연구 결과, 개념 이해도 검사에서 PD 집단의 점수가 FD 집단의 점수보다 통계적으로 유의미한 차이로 높았다. 상황 흥미 검사에서는 두 집단에서 모두 언어적 학습 선호 학생들의 점수가 비선호 학생들의 점수보다 통계적으로 유의미한 차이로 높았다. 수업에 대한 인식 검사 결과에서는 많은 학생들이 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인화된 형태로 제공하는 것을 선호하였으며, 이에 대해 인지적, 정의적, 동기적 측면에서 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 특히, 언어적 학습 선호 학생들이 비선호 학생들보다 정의적, 동기적 측면에서 좀 더 긍정적으로 인식하는 경향이 있었다.

주제어: 다중 표상, 그리기, 개인화, 언어적 학습 양식

ABSTRACT. This study investigated the influences of the forms of verbal external representations and students' verbal learning style in learning chemical concepts with drawing as a method to assist students in connecting and integrating multiple external representations. Seventh graders (N=133) at a coed middle school were assigned to formal drawing (FD) and personalized drawing (PD) groups. Students in the PD group were provided words at personalized style as verbal external representations for drawing, while those in the FD group were provided words at formal style. All students were taught about Boyle's Law and Charles's Law for two class hours. Results revealed that the scores of a conception test for the PD group were significantly higher than those for the FD group. In a situational interest test, students with strong verbal learning style preference scored significantly higher than students with weak verbal learning style preference in the two groups. Most PD group students were found to prefer to read verbal external representations at personalized style for drawing rather than at formal style, and perceived their activities positively upon

cognitive, affective and motivational aspects. Students with strong verbal learning style preference had more positive perceptions about their activities than students with weak verbal learning style preference especially upon affective and motivational aspects.

Keywords: Multiple Representations, Drawing, Personalization, Verbal Learning Style

서 론

최근에는 여러 교과 영역에서 다양한 외적 표상들을 함께 제공하는 다중 표상 학습의 필요성이 강조되고 있다.[1] 화학 개념 학습에서도 학생들이 이해하기 어려워하는 물질의 입자성을 강조하기 위해 글이나 말 등의 언어적 정보와 그림, 애니메이션 등의 시각적 정보들, 즉 다양한 외적 표상들을 함께 제공하는 다중 표상 학습을 활용하고 있는 추세이다.[2,3] 그러나 다양한 외적 표상들을 제공받으면 학생들은 이들을 연계하고 통합하는 과정을 거치게 되는데,[4] 많은 학생들이 이 과정들을 성공적으로 수행하지 못하는 것으로 나타났다.[5,6] 따라서 다중 표상 학습이 효과를 거두기 위해서는 학생들이 효과적으로 다양한 외적 표상들을 연계하고 통합할 수 있도록 도와주는 방안을 마련해야 할 것이다.[1,6,7]

학생들이 언어적 정보에 대한 학습자의 정신 모형(mental model)을 시각적 정보의 형태인 그림으로 그린 후 시각적 정보와 비교하는 활동인 '그리기'는 이를 위한 한 가지 방안이 될 수 있다. 즉, 그리기는 작동 기억 내의 언어적 표상과 시각적 표상 간의 조직화 및 통합 과정을 촉진할 수 있으므로, 학생들은 그리기를 통해 언어적 정보와 시각적 정보를 보다 효과적으로 연계·통합할 수 있을 것이다.[8-10] 또한, 그리기가 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진하는 과정에 대한 경로 모형을 조사한 결과[11]에 의하면, 그리기에 대한 상황 흥미와 주의집중을 보다 잘 유발하고, 인지적 부담을 줄여줌으로써 그리기의 효과를 높일 수 있는 것으로 나타났으므로, 이에 기초하여 그리기를 효과적으로 활용하는 방안을 모색할 필요가 있다.

심리학에서는 오래전부터 자신과 관련이 있는 정보들이 기억과 이해를 촉진한다는 자기 관련 효과(self-reference effect)에 대해 관심을 가져왔다. 개인화된 언어적 정보는 정보 처리 과정을 보다 조직화·정교화시키고, 정보에 대한 학생들의 흥미를 증가시켜 학생들이 정보 처리 과정에 보다 능동적으로 참여할 수 있도록 유도한다.[12-14] 또한, 학생들은 친숙하지 않은 형태의 언어적 정보보다 친숙한 형태의 언어적 정보를 처리할 때 인지적 부담이 감소되어 인지적 노력을 더 적게 들여도 된다.[13,15,16] 따라서 개인화된 언어적 정보는 개인화되지 않은 형식적인 언어적 정보보다 언어적 정보와 시각적 정보의 연계와 통합에 더 효과적일 것으로 기대된다. 예를 들어, Moreno와 Mayer[12]는 34-44명의 대학생들을 대상으로 한 일련의 실험 연구를 통해 개인화된 언어적 정보가 다중 표상 학습의 효과에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과, 140초 동안 번개가 생성되는 과정을 묘사하는 애니메이션을 보면서, 교과서 등에서 주로 사용되는 3인칭 독백 형태의 형식적인 언어적 정보를 제공받은 학생들보다 형식적인 언어적 정보 중 일부가 2인칭으로 바뀌어 제공되거나(예: 구름→여러분의 구름), 문장 앞에 '여러분이' 등과 같이 2인칭 주어가 추가로 제공되거나, '여러분이 본대로 머리를 하늘로 기울여보세요' 등과 같이 일부 담화체 문장이 추가로 제공된 개인화된 언어적 정보를 제공받은 학생들이 외적 표상들 간의 연계와 통합 정도를 측정하는 문제 해결 전이 검사에서 통계적으로 유의미하게 높은 점수를 받았다. 신체 순환계의 작동 원리에 대해 60초 동안 진행되는 애니메이션과 함께 형식적인 언어적 정보에 포함된 100개의 단어 중 12개 단어 앞에 '당신의'란 단어가 추가(예: 폐→당신의 폐)된 개인화된 언어적 정보를 제공한 경우[18]에도 결과는 유사하였다.

반면, 언어적 정보의 형태는 다양한 외적 표상들의 연계와 통합에 별 영향을 주지 못할 수도 있다. 전송 가설(transmission hypothesis)에서는 인간의 의사소통에서 중요한 요소를 개념이나 생각들이 송신자에 의해 신호로 부호화되는 과정, 그 신호가 수신자에게 전달되는 과정, 수신자에 의해 그 신호가 해석되는 과정으로 보고 있다.[17] 이 가설을 학습 상황에 적용하면, 교사의 역할은 정보를 제공하는 것이고 학생의 역할은 정보를 받아 처리하는 것이다. 따라서 다중 표상 학습의 성공 정도는 제공되는 언어적 정보의 형태보

다 그 정보에 포함된 내용이나 학생들의 정보 처리 능력에 더 많은 영향을 받을 것이다. 즉, 언어적 정보에 포함된 내용과 제공되는 시각적 정보가 동일할 경우 다중 표상 학습의 효과는 언어적 정보의 형태에 의해 달라지지 않을 수도 있다.

이처럼 언어적 정보의 형태가 다중 표상 학습의 효과에 미치는 영향에 대해서는 일관되지 않은 주장이 있다. 그러나 지금까지 과학 개념에 대한 다중 표상 학습에서 언어적 정보의 형태에 따른 효과를 조사한 연구는 매우 적고, 그 연구도 주로 대학생 및 번개 생성 원리나 신체 순환계 등의 특정 개념에 제한되어 이루어졌으므로,[12,13,18] 아직은 그 효과를 일반화하기 어렵다. 또한, 언어적 정보에 대한 정신 모형을 그리는 활동이 주가 되는 그리기를 성공적으로 수행하기 위해서는 언어적 정보에 대한 이해가 우선되어야 하므로, 언어적 정보의 형태에 따라 그리기의 효과가 다를 가능성이 있으나 지금까지 이에 대한 연구는 진행된 바 없다. 특히, 글을 읽고 해석하는 능력은 과학 탐구 능력 및 성취도와 밀접한 관련이 있다고 보고되므로,[19] 독해 능력이 부족[20]하고 자신의 생각을 언어보다 그림으로 표현하는 활동에 더 흥미를 느끼는 저학년 학생들[21,22]의 경우 고학년 학생들보다 언어적 정보 형태의 영향을 더 많이 받을 가능성이 있다. 또한, 개인화된 언어적 정보가 학생들의 흥미나 주의집중을 유발하여 학습을 촉진할 수 있다고 주장됨에도 불구하고, 지금까지 언어적 정보의 형태가 과학 개념에 대한 다중 표상 학습의 효과에 미치는 영향을 정의적, 동기적 측면에서 조사한 연구[12,13,18]는 많지 않다. 그리기의 경우에도 그 효과는 주로 인지적 측면에서 조사되었고,[8-10] 정의적, 동기적 측면에서 조사된 경우는 상대적으로 매우 부족한 실정이다. 따라서 저학년 학생들을 대상으로 언어적 정보의 형태가 그리기의 효과에 미치는 영향을 인지적 측면과 함께 정의적, 동기적 측면에서도 조사할 필요가 있다.

한편, 언어적 정보를 제공하는 학습의 효과는 학생들의 언어적 학습 양식에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 언어적 학습을 선호하지 않는 학생들보다 선호하는 학생들이 언어적 정보나 학습이 중요시되는 교수 방법을 통해 학업 성취도와 과학 학습에 대한 태도가 더 향상된다고 보고되었다.[23-25] 따라서 언어적 정보에 대한 정신 모형을 그리는 활동이 주가 되는 그리기에서도 학생들의 언어적 학습 양식에 따라 그 교수 효과가 다를 수 있을 것이다.

이에 이 연구에서는 다중 표상을 활용하는 중학교 1학년 화학 수업에 그리기를 도입하는 전략에서 언어적 정보를 개인화된 형태(담화체 또는 2인칭)로 제공하는 경우와 형식적인 형태(3인칭 또는 무인칭)로 제공하는 경우의 교수 효과를 비교하였다. 또한, 학생들의 언어적 학습 양식에 따라 그 교수 효과가 다른지도 조사하였다.

연구 내용 및 방법

연구 대상

서울시에 소재한 남녀공학 중학교의 1학년 학생들 중에서 1학기 중간고사 과학 성적(MS=276.97, F=.902, p=.344)과 언어적 학습 양식 검사 점수(MS=78.95, F=2.48, p=0.117)가 유사한 4학급 133명을 선정한 후, 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태로 제공하는 FD(formal drawing) 집단과 개인화된 형태로 제공하는 PD(personalized drawing) 집단으로 배치하였다. 언어적 학습 양식 검사 점수의 중앙값(median)에 기초하여 학생들을 상대적으로 언어적 학습 선호·비선호 학생으로 구분하였으며, 이에 따른 집단별 사례 수는 *Table* 1과 같다.

연구 절차

선행연구[8,12,18]를 검토하여 교수 방법을 고안한 후, 교과서 내용 분석과 중학교 과학 교사와의 논의를 통해 구체적인 교수-학습 자료를 개발하였다. 사전 검사로 언어적 학습 양식 검사를 실시한 후, 중학교 1학년 '5. 분자의 운동' 단원의 '보일의 법칙'과 '샤를의 법칙'에 대한 본 차시 수업을 각각 1차시씩 총 2차시 동안 진행하였다. 실제 학교 현장에서도 공식에 대한 설명이나 직접 실험하는 시간을 제외하면 각 개념을 1차시 동안 가르치고 있고, 이 연구와 유사하거

Table 1. Subjects of two groups by verbal learning style preference

	FD group	PD group	Total
Strong	38	30	68
Weak	29	36	65
Total	67	66	133

FD group: formal drawing group, PD group: personalized drawing group.

나 더 짧은 기간으로 과학 개념에 대한 다중 표상 학습의 효과를 조사하는 연구들이 많이 보고되고 있으므로,[9,10,12,18] 이 연구의 결과는 그리기를 활용하는 본 차시 수업을 통해 나타난 것이라고 생각할 수 있다. 참여 교사는 연구 대상이 아닌 학급에서 1회 이상 연습한 후 본 차시 수업을 실시하였고, 연구자는 수업 처치가 의도대로 진행되는지 점검하기 위해 각 집단의 첫 번째 수업을 참관하였다. 사후 검사로 모든 집단 학생들에게 개념 이해도 검사와 상황 흥미(situational interest) 검사를 실시하였고, PD 집단에는 수업에 대한 인식 검사도 실시하였다.

수업 과정

교사는 수업 시작 전에 두 집단 학생들에게 수업 과정 및 방법에 대해 간단히 설명한 후, 활동지를 배부하였다. 학생들은 매 차시 교사의 시범 실험을 본 후, 활동지를 작성하였다. 두 집단의 활동지는 학생들이 관찰한 현상을 입자 수준으로 설명한 글(언어적 정보)을 스스로 읽으면서 학습한 후, 자신이 이해한 것을 입자 수준의 그림으로 그리도록 구성하였다.[11] 이 때, 선행연구[12,18]를 참고하여 FD 집단에는 언어적 정보를 '~다', '~까' 등과 같이 교과서에서 주로 사용되는 3인칭 또는 무인칭 독백 형태의 문장으로 제공하였다. 반면, PD 집단에는 FD 집단의 언어적 정보 중에서 '~다', '~까' 형태로 구성된 문장을 '~요'의 대화체 문장으로 바꾸어 제공하였고(예: 빨라진다→빨라져요, 어떻게 될까?→어떻게 될까요?), 일부 문장 앞에 '여러분은 이 실험에서', '자 그러면 여러분', '여러분이 플라스크를 가열하면' 등과 같이 2인칭 주어나 대화체 어구를 추가로 제공하였으며, '잘 들어 보세요' 등의 대화체 문장도 1~2회 추가로 제공하였다. 결과적으로 PD 집단의 언어적 정보가 FD 집단의 언어적 정보보다 1.3배~1.5배 더 길었지만, 두 집단의 언어적 정보에 동일한 내용을 포함시킴으로써 학습 내용에 의한 차이를 통제하고자 하였다. 그러나 언어적 정보의 분량 차이가 연구 결과에 미치는 영향을 완전히 배제할 수는 없으므로, 결과 및 해석을 이해하는데 주의해야 할 것이다. 부록에 형식적인 언어적 정보와 개인화된 언어적 정보의 예시를 제시하였다.

활동이 끝나면 교사는 학생들에게 활동에 대한 정답 그림(시각적 정보)을 파워 포인트로 제시하여 자신이 그린 그림과 비교하도록 하였다. 이어서 교사는 학생 활동과 유사한 방식, 즉 언어적 정보를 읽고 입자 수준의 그림을 그리면서 정답 그림을 설명하는 방식으로 정답을 설명한 후, 학생들에게 적용 문제를 제공하여 같은 방법으로 한 번 더 해결하도록 하였다.

두 집단에 제공된 활동지의 내용 수준, 어휘, 난이도, 수업 진행 방법 및 시간의 적절성은 과학 교육 전문가 3인과 중학교 과학 교사 3인의 검토 및 중학교 과학 교사와 과학 교육 전공 대학원생들로 구성된 수차례의 소모임을 통해 수정·보완한 후 사용하였다.

검사 도구

다양한 외적 표상들 간의 연계와 통합 정도를 측정하기 위한 개념 이해도 검사지는 선행연구[11]의 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 본 차시 수업에서 배운 내용을 다른 상황에 적용하는 문제 유형으로, 목표 개념을 입자 수준에서 이해한 정도를 측정하기 위해 화학 현상에 대한 예측을 거시적 수준에서 표현하고, 이를 입자 수준의 그림으로 그리고 글로 설명하도록 하는 주관식 서술형 3문항으로 구성되어 있다. 이 연구에서 구한 검사지의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 0.63이었다.

언어적 학습 양식 검사지는 Learning Preferences Questionnaire[24] 중에서 '언어적 학습 양식' 범주에 해당하는 10문항을 번안하여 사용하였다. 이 검사지는 '나는 어떤 일을 배울 때, 다른 사람이 하는 것을 보고 배우는 것보다 내가 직접 설명서를 읽고 배우는 것을 더 좋아한다', '나는 새로운 단어나 말을 배우는 것을 좋아한다' 등과 같이 언어적 정보를 통한 학습을 선호하는 정도를 측정하기 위한 문항으로 구성되어 있다. 모든 문항은 5단계 리커트 척도로 구성하였으며, 이 연구에서의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 0.65였다.

상황 흥미 검사지는 학생들이 특정한 학습 과제나 활동에 대해 느끼는 상황 흥미를 측정하기 위해 Chen 등[26]이 개발한 Situational Interest Scale 중에서 '전체 흥미(total interest)'에 해당하는 4문항을 번안하여 사용하였다. '이 활동은 흥미롭다.', '나는 이 활동을 해보는 것이 재미있다.'가 검사지 문항의 예이며, 이 연구에서는 모든 문항을 5단계 리커트 척도로 구성하여 사용하였다. 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 0.83이었다.

수정, 번안한 검사지는 과학 교육 전문가 3인과 중학교 과학 교사 3인의 검토 및 연구 대상이 아닌 학

생들을 대상으로 실시한 예비 연구를 통해 수정·보완한 후 사용하였다.

수업에 대한 인식 검사는 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인화된 형태로 제공하는 것에 대한 선호도를 3단계 리커트 척도로 묻는 문항에 답하고, 그렇게 답한 이유를 장단점으로 나누어 자세히 서술하도록 하는 문항으로 구성하였다. 이때, PD 집단의 학생들은 형식적인 언어적 정보를 직접적으로 경험하지 않았지만 이전에 과학이나 다른 과목의 교과서와 참고서 등에서 많이 접하였으므로, 이 연구에서는 이 학생들이 수업에 대한 인식 검사에 응답하는 것에 무리가 없다고 판단하였다. 그러나 형식적인 언어적 정보를 직접적으로 경험하지 않은 것과 개인화된 언어적 정보가 형식적인 언어적 정보와 단지 다르다는 것만을 인식했을 가능성이 학생들의 응답에 영향을 미쳤을 수 있으므로, 결과 및 해석을 이해하는데 주의가 필요하다.

분석 방법

개념 이해도 검사는 각 문항마다 4개(입자 보존, 운동 속도, 충돌 횟수, 분포) 또는 5개(피스톤 위치, 입자 보존, 운동 속도, 충돌 횟수, 분포)의 목표 개념을 설정한 후, 학생들의 응답을 달성한 목표 개념과 오개념 개수에 따라 채점하였다. 즉, 4점 만점 문항(1문항)의 경우 완전한 이해는 4점, 부분적인 이해는 1~3점, 무응답 및 비과학적 이해는 0점으로, 5점 만점 문항(2문항)의 경우 완전한 이해는 5점, 부분적인 이해는 1~4점, 무응답 및 비과학적 이해는 0점으로 채점하였다.[8] 분석의 신뢰도를 높이기 위해 2인의 분석자가 무작위로 선정한 20명의 답안지를 각각 채점하고 비교하는 과정을 반복하여 분석자간 일치도가 3회 연속 .95이상이 된 후, 분석자 중 1인이 모든 답안지를 채점하였다. 채점이 애매한 답안지의 경우에는 다른 분석자와 논의하여 채점하였다.

개념 이해도 검사 점수에 대한 통계 분석으로는 수업 처치를 독립 변인, 언어적 학습 양식을 구획 변인, 개념 이해도 검사 점수와 유의미한 상관이 있는 1학기 중간고사 과학 성적($r = .47$, $p<0.001$)을 공변인으로 하는 이원 공변량 분석을 실시하였다. 특정 상황에 대한 흥미를 측정하는 상황 흥미 검사는 그 특성상 공변인이 의미 없으므로, 수업 처치를 독립 변인, 언어적 학습 양식을 구획 변인으로 하는 이원 변량 분석으로 분석하였다. (공)변량 분석을 위한 가정은 모두 만족하였으며, 모든 통계 분석에는 SPSS 통계 프로그램을 사용하였다. 수업에 대한 인식 검사는 언어적 학습 양식에 따른 응답 빈도와 백분율(%)로 분석하였다.

결과 및 논의

개념 이해도에 미치는 효과

개념 이해도 검사 점수(14점 만점)의 평균과 표준편차, 교정 평균은 *Table* 2와 같다. 이원 공변량 분석 결과, PD 집단의 교정 평균(11.43)이 FD 집단의 교정 평균(10.71)보다 높았으며, 그 차이가 통계적으로 유의미하였다($MS=17.97$, $F=4.55$, $p=0.035$). 수업 처치와 언어적 학습 양식 사이의 상호작용 효과는 없었다($MS=0.02$, $F=0.00$, $p=0.948$). 이런 결과는 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인화된 형태로 제공하는 것이 언어적 학습 양식과 관계없이 학생들이 언어적 정보와 시각적 정보를 연계하고 통합하는 과정을 촉진하는데 더 효과적임을 의미한다. 이는 형식적인 언어적 정보보다 개인화된 언어적 정보가 학생들이 그 정보를 보다 조직적이고 정교하게 처리하도록 하는데 도움이 되었을 뿐만 아니라 그 과정에서의 인지적 부담을 감소시켜 인지적 노력을 더 적게 들이도록 유도했기 때문이라고 해석할 수 있다.[12-14,18]

한편, 언어적 학습 선호 학생들의 교정 평균(11.17)이 비선호 학생들의 교정 평균(10.99)보다 높았으나, 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다($MS=2.51$, $F=0.64$, $p=0.426$). 즉, 언어적 학습 양식에 따라 언어적 정보에 대한 학생 자신의 정신 모형을 그린 후 시각적 정보와 비교하는 그리기의 효과가 다르지 않았다. 이런 결과는 학생들이 선호하는 학습 양식에 따라 교수 방법을 개별화하여 적용하였을 때 학생들의 학업 성취도가 증가한다는 주장[25]과는 다른 결과로,

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

	FD group (n = 67)		PD group (n = 66)	
	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M
Strong	11.16 (2.37)	10.83	11.93 (1.57)	11.60
Weak	10.00 (2.58)	10.56	11.19 (2.05)	11.29
Total	10.66 (2.51)	10.71	11.53 (1.88)	11.43

언어적 학습 선호 학생들뿐만 아니라 비선호 학생들도 그리기를 통해 화학 개념을 잘 이해했음을 의미한다.

상황 흥미에 미치는 효과

상황 흥미 검사 점수(5점 만점)의 평균과 표준 편차는 *Table* 3과 같다. 이원 변량 분석 결과, 수업 처치의 주효과 및 수업 처치와 언어적 학습 양식 사이의 상호작용 효과가 없었다(주효과: MS=0.01, F=0.01, p=0.920; 상호작용 효과: MS=0.00, F=0.00, p=0.996). 즉, 그리기에서 언어적 정보를 개인화된 형태로 제공하는 경우가 형식적인 형태로 제공하는 경우보다 언어적 학습 양식과 관계없이 학생들의 흥미를 유발하는데 효과적이지는 않았다. 그러나 두 집단의 평균이 모두 중립에 해당하는 점수(3점)보다 높은 3.7이상인 것으로 보아 학생들이 그리기 활동 자체에 흥미를 느껴 개인화된 언어적 정보의 영향이 상대적으로 줄어들었을 수 있으므로, 해석에 주의를 요한다. 또한, 이 연구에서는 상황 흥미를 단지 5단계의 리커트 척도 문항만으로 측정하였으므로, 개인화된 언어적 정보가 상황 흥미에 미치는 영향을 민감하게 측정하지 못했을 가능성도 있다.[18]

한편, 언어적 학습 선호 학생들의 평균(3.96)이 비선호 학생들의 평균(3.51)보다 높았으며, 그 점수 차이가 통계적으로 유의미하였다(MS=6.74, F=11.73, p=0.001). 집단별로 언어적 학습 선호·비선호 학생들의 평균 차이를 독립 표집 t 검증으로 검증한 결과, 두 집단에서 모두 언어적 학습 선호 학생들의 평균이 비선호 학생들의 평균보다 통계적으로 유의미한 차이로 높았다(FD 집단: t=2.37, p=0.021; PD 집단: t=2.47, p=0.016). 즉, 언어적 정보의 형태와 관계없이 언어적 학습 선호 학생들이 비선호 학생들보다 언어적 정보에 대한 자신의 정신 모형을 그리는 활동이 주가 되는 그리기에 보다 많은 흥미를 느꼈음을 알 수 있다.

Table 3. Means and standard deviations of the scores of a situational interest test

	FD group (n = 67)		PD group (n = 66)	
	M	SD	M	SD
Strong	3.95	0.74	3.97	0.76
Weak	3.50	0.82	3.51	0.72
Total	3.76	0.80	3.72	0.77

이런 결과는 비록 개인화된 언어적 정보가 언어적 학습을 선호하지 않는 학생들보다 선호하는 학생들의 개념 이해도를 의미있게 향상시키지는 못했지만, 그리기에 대한 흥미를 유발하는 데에는 효과적일 가능성을 시사한다.

수업에 대한 인식 검사 결과

수업에 대한 인식 검사 결과를 *Table* 4에 정리하였다. 대부분의 학생들이 '그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인화된 형태로 제공하는 것이 더 좋다고 생각하십니까?'라는 선호도 질문에 대해 '더 좋다(선호 62.1%, 비선호 44.1%)'거나 '보통이다(선호 31.0, 비선호 38.2%)'고 응답하였다. 특히 언어적 학습 선호 학생들보다 비선호 학생들 중에서 '더 좋지 않다(선호 6.9%, 비선호 17.6%)'라고 응답하는 경우가 좀 더 많았다.

개인화된 언어적 정보를 선호하는 이유로 많은 학생들이 '개념 이해가 더 잘 된다(선호50.0%, 비선호 50.0%)'고 응답하였으며, '친근감이 든다(선호 40.0%, 비선호 19.4%)', '더 재미있다(선호 26.7%, 비선호 19.4%)', '집중이 더 잘 된다(선호 30.0%, 비선호 11.1%)'고 응답한 학생들도 적지 않았다. 일부 학생들은 '글을 읽기가 더 쉽다(선호 10.0%, 비선호 13.9%)', '학습 내용에 대해 한 번 더 생각하게 한다(선호 3.3%, 비선호 5.6%)', '기억이 더 잘 된다(선호 3.3%, 비선호 2.8%)'고 응답하기도 하였다. 이런 결과는 학생들이 형식적인 언어적 정보보다 개인화된 언어적 정보를 자신과 좀 더 관련이 있는 정보라고 인식하여, 학생들의 정보 처리 과정이 보다 조직화·정교화될 뿐만 아니라 정보 처리 과정에서의 흥미나 주의집중이 증가하고 인지적 부담이 감소함으로써, 언어적 정보와 시각적 정보를 더 잘 연계·통합할 수 있다는 선행연구[12-16]의 주장과 일맥상통한 결과라 할 수 있다. 또한, 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인화된 형태로 제공하는 것이 언어적 정보와 시각적 정보의 연계와 통합을 촉진하는데 더 효과적이라는 이 연구의 주장을 뒷받침해준다. 단점으로는 '내용과 무관한 내용이 많아 산만하다(선호 20.0%, 비선호 22.2%)'는 응답이 가장 많았다. '글이 너무 길어서 읽기가 귀찮고 지루하다(선호 3.3%, 비선호 5.6%)', '글을 읽는데 시간이 오래 걸린다(선호 3.3%)'는 응답도 있었다.

수업에 대한 인식 검사에서 주목해야 할 점은 언어

적 학습 선호 학생들이 비선호 학생들보다 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인화된 형태로 제공하는 것에 대해 정의적, 동기적 측면에서 좀 더 긍정적으로 인식한다는 것이다. 이는 상황 흥미 검사 결과와 관련이 있는 결과로, 단어나 언어로 정보를 표상하고 언어로 학습하는 것을 선호하는 학생들보다 선호하지 않는 학생들[23,24]이 형식적인 언어적 정보보다 다소 분량이 많은 개인화된 언어적 정보를 읽고 이해하는 것을 좀 더 어려워하고 지루해했기 때문에 나타난 것으로 보인다.

결론 및 제언

이 연구에서는 물질의 입자성을 강조하기 위해 제공되는 다양한 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진하는 방안으로 그리기를 도입하는 전략에서 언어적 정보를 개인화된 형태로 제공하는 경우와 형식적인 형태로 제공하는 경우의 교수 효과를 비교하였다. 또한, 학생들의 언어적 학습 양식이 그 교수 효과에 어떤 영향을 미치는지도 함께 조사하였다.

연구 결과, 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인화된 형태로 제공하는 것이 언어적 학습 양식과 관계없이 학생들이 언어적 정보와 시각적 정보를 연계하고 통합하는 과정을 촉진하는데 더 효과적인 것으로 나타났다. 수업에 대한 인식 검사에서도 많은 학생들이 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인화된 형태로 제공하는 것이 인지적 측면에서 도움이 된다고 응답하였다.

상황 흥미 검사 결과에서는 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인화된 형태로 제공하는 것이 언어적 학습 양식과 관계없이 학생들의 흥미 유발에는 크게 효과적이지 않은 것으로 나타났다. 이는 이 연구에서 사용한 상황 흥미 검사 도구가 리커트 척도 문항으로만 되어 있어 개인화된 언어적 정보가 상황 흥미에 미치는 영향을 민감하게 측정하지 못했기 때문일 수 있으므로, 면담이나 보다 민감한 검사 도구를 활용하여 개인화된 언어적 정보가 상황 흥미에 미치는 영향을 심층적으로 조사할 필요가 있다.

그러나 학생들, 특히 언어적 학습 선호 학생들이 비선호 학생들보다 언어적 정보의 형태와 관계없이 그리기에 비교적 흥미를 느끼는 것으로 나타났다. 또한, 수업에 대한 인식 검사 결과에서는 대부분의 학생들이 그리기에서 언어적 정보를 형식적인 형태보다 개인화된 형태로 제공하는 것에 대해 정의적, 동기적 측

Table 4. Student perceptions of drawing using verbal external representations at personalized style

	Response		Number[1] (%)		
			Strong	Weak	Total
Preference[2]	Did you prefer to read verbal external representations at personalized style in drawing rather than at formal style?	Yes	18 (62.1)	15 (44.1)	33 (52.4)
		Yes/No	9 (31.0)	13 (38.2)	22 (34.9)
		No	2 (6.9)	6 (17.6)	8 (12.7)
Positive	I could easily understand the concept.		15 (50.0)	18 (50.0)	33 (50.0)
	I could memorize the learning content better.		1 (3.3)	1 (2.8)	2 (3.0)
	I could reflect on the learning content.		1 (3.3)	2 (5.6)	3 (4.6)
	I could have the feeling of closeness about the activity.		12 (40.0)	7 (19.4)	19 (28.8)
	I could feel more interest in the activity.		8 (26.7)	7 (19.4)	15 (22.7)
	I could concentrate more attention on the activity.		9 (30.0)	4 (11.1)	13 (19.7)
	It was easier for me to read verbal external representations at personalized style in drawing rather than at formal style.		3 (10.0)	5 (13.9)	8 (12.1)
Negative	Sometimes I payed attention to other aspects of verbal external representations at personalized style because they included many irrelevant words.		6 (20.0)	8 (22.2)	14 (21.2)
	I was bored with verbal external representations at personalized style because they included many words.		1 (3.3)	2 (5.6)	3 (4.5)
	It took a long time to read verbal external representations at personalized style.		1 (3.3)	-	1 (1.5)

[1]The number of answer is above or below the number of subjects in each group because some participants responded two or no response.

[2]The number of all answers is below the number of subjects because three participants responded no response.

면에서 긍정적으로 인식하는 것으로 나타났다. 그리고 이런 경향은 언어적 학습 비선호 학생들보다 선호 학생들에게서 더 두드러졌다. 이는 그리기 또는 그리기에서 개인화된 언어적 정보를 제공하는 것이 학생들, 특히 언어적 학습 비선호 학생들보다 선호 학생들의 정의적, 동기적 측면에 긍정적인 영향을 미칠 가능성을 시사한다.

심리학에서는 오래전부터 개인화된 언어적 정보의 유용성에 대해 관심을 가져왔고, 최근 과학 개념에 대한 다중 표상 학습에서도 이에 대한 관심이 증가하고 있다. 그러나 개인화된 언어적 정보의 효과를 일반화시킬 정도로 지금까지 진행된 연구가 많지 않고, 일부 진행된 연구도 그 대상이 대학생이나 특정 개념에 한정되어 있다. 따라서 개인화된 언어적 정보가 다중 표상을 활용한 화학 개념 학습에 그리기를 도입하는 전략의 교수 효과에 미치는 영향을 조사한 이 연구의 결과는 다중 표상 학습에 미치는 개인화된 언어적 정보의 영향과 그리기를 활용한 다중 표상 학습의 효과를 높일 수 있는 방안에 대해 시사점을 제공해줄 수 있다. 즉, 개인화된 언어적 정보가 다중 표상 학습에서 제공되는 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진할 수 있음을 물질의 입자성이 강조되는 화학 개념 학습에까지 확장할 수 있을 것이다. 또한, 향후 교과서 등의 교수-학습 자료를 개발하거나 실제 수업에서 그리기를 활용할 때, 언어적 정보를 형식적인 형태보다는 개인화된 형태로 제공함으로써 학생들, 특히 언어적 학습 비선호 학생들보다 선호 학생들의 학습에 좀더 많은 도움을 줄 수 있을 것이다.

한편, 이 연구는 양적 연구 방법으로만 진행되어 그리기에서 개인화된 언어적 정보를 제공하는 것이 학생들의 외적 표상들 간의 연계와 통합을 촉진하는 과정 및 언어적 학습 선호 학생들의 흥미를 유발하는 과정과 상황을 구체적으로 아는 데에는 한계가 있었다. 따라서 질적 연구를 통해 이에 대해 심층적으로 조사할 필요가 있다. 또한, 이 연구는 2차시라는 비교적 짧은 수업 처치 기간 동안 이루어졌는데, 학습 시간이 다중 표상 학습의 효과에 영향을 미칠 가능성이 있으므로,[27] 이 연구의 결과를 일반화시키기 위해서는 처치 기간을 더 늘려 반복 연구를 진행할 필요가 있다. 이 연구에서는 개인화된 언어적 정보를 구성하기 위해 형식적인 언어적 정보에서 인칭을 3인칭에서 2인칭으로 바꾸는 것 이외에 '이해가 됐나요?', '잘 들어보세요.' 등과 같이 학습 내용에 대한 이해 정도의 확인이나 주의를 집중 또는 환기시키는 표현 등을 포함하였다. 그런데, 이런 표현들이 연구 결과에 영향을 미칠 가능성을 완전히 배제할 수 없으므로, 추후에는 이런 표현들을 제외한 상태에서 반복 연구를 진행할 필요도 있다.

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-10675-0)지원으로 수행되었음.

인 용 문 헌

1. Seufert, T. *Learning and Instruction*. **2003**, *13*, 227.
2. Ardac, D.; Akaygun, S. *Journal of Research in Science Teaching*. **2004**, *41*, 317.
3. Wu, H.-K.; Krajcik, J. S.; Soloway, E. *Journal of Research in Science Teaching*. **2001**, *38*, 821.
4. Ainsworth, S. E.; Bibby, P. A.; Wood, D. J. In *Learning with Multiple Representations*; van Someren, M. W.; Reimann, P.; Boshuizen, H. P. A.; de Jong, T., Eds.; Elsevier Science: Oxford, U. K., 1998; p. 120.
5. Kozma, R. B. *Learning and Instruction*. **2003**, *13*, 205.
6. Wu, H.-K.; Shah, P. *Science Education*. **2004**, *88*, 465.
7. Ainsworth, S. *Computers & Education*. **1999**, *33*, 131.
8. 강훈식; 김보경; 노태희. *한국과학교육학회지*. **2005**, *25*, 533.
9. Edens, K. M.; Potter, E. F. *School Science and Mathematics*. **2003**, *103*, 135.
10. van Meter, P.; Garner, J. *Educational Psychology Review*. **2005**, *17*, 285.
11. 강훈식; 노태희. *한국과학교육학회지*. **2006**, *26*, 510.
12. Moreno, R.; Mayer, R. E. *Journal of Educational Psychology*. **2000**, *92*, 724.
13. Moreno, R.; Mayer, R. E. *Journal of Educational Psychology*. **2004**, *96*, 165.
14. Symons, C. S.; Johnson, B. T. *Psychological Bulletin*. **1997**, *121*, 371.
15. Mayer, R. E. *Educational Psychologist*. **1984**, *19*, 30.
16. Spiro, R. In *Schooling and the acquisition of knowledge*; Anderson, R. C.; Spiro, R. J.; Montague, W. E., Eds.; Erlbaum: Hillsdale, U. S. A., 1977; p 137.
17. Reynolds, C. *SIGCHI Bulletin*. **1998**, *30*, 40.
18. Mayer, R. E.; Fennell, S.; Farmer, L.; Campbell, J. *Journal of Educational Psychology*. **2004**, *96*, 389.
19. 장명덕; 정철; 정진우. *한국지구과학회지*. **1999**, *20*, 137.
20. 김봉순. *국어교육*. **2000**, *102*, 27.
21. Glynn, S. *The Science Teacher*. **1997**, *64*, 30.
22. Stein, M.; McNair, S.; Butcher, J. *Science and Chil-*

dren. **2001**, *38*, 18.
23. 조경자; 한광희. *한국심리학회지: 실험 및 인지*. **2002**, *14*, 165.
24. Kirby, J. R.; Moore, P. J.; Schofield, N. J. *Contemporary Educational Psychology*. **1988**, *13*, 169.
25. Lovelace, M. K. *The Journal of Educational Research*. **2005**, *98*, 176.
26. Chen, A.; Darst, P. W.; Pangrazi, R. P. *British Journal of Educational Psychology*. **2001**, *71*, 383.
27. van Merriënboer, J. J. G.; Sweller, J. *Educational Psychology Review*. **2005**, *17*, 147.

부 록. 언어적 정보 예시(보일의 법칙)

<형식적인 언어적 정보>

같은 온도일 때, 추를 올려놓아 추가 실린더를 누르는 압력(외부 압력)을 2배로 하면 실린더 안에 있는 기체의 부피는 반으로 줄어들고, 추를 더 올려놓아 외부 압력을 4배로 하면 기체의 부피는 1/4로 줄어든다. 즉, 외부 압력이 커질수록 기체의 부피가 줄어든다.

이때, 실린더 안에 있는 기체의 압력은 어떻게 될까? 이런 현상을 기체 분자의 운동으로 설명해보자. 실린더 안의 기체 분자들은 모든 방향으로 끊임없이 운동하면서 실린더의 안쪽 벽에 충돌하므로 그 벽에 압력을 가하게 된다. 그리고 온도가 일정하면 기체 분자들은 일정한 속도로 운동하게 된다. 일정한 온도에서 외부 압력을 늘려 실린더 안의 부피를 줄이면, 온도가 일정하므로 기체 분자들의 운동 속도는 변하지 않지만 실린더 안의 부피가 줄었으므로 기체 분자들이 돌아다니는 공간은 그만큼 줄어든다. 따라서 기체 분자들이 실린더 안쪽 벽과 충돌하는 횟수가 많아지므로 기체 분자들이 그 벽에 가하는 압력도 커지게 된다. 즉, 기체의 부피가 작아질수록 기체의 압력은 커진다. 이때, 기체 분자의 크기나 모양, 개수는 변하지 않는다.

<개인화된 언어적 정보>

여러분은 위 실험에서 같은 온도일 때, 추를 올려놓아 추가 실린더를 누르는 압력(이 압력을 외부 압력이라고 해요)을 2배로 하면 실린더 안에 있는 기체의 부피는 반으로 줄어들고, 추를 더 올려놓아 외부 압력을 4배로 하면 기체의 부피는 1/4로 줄어드는 것을 보았어요. 여기서 여러분은 외부 압력이 커질수록 기체의 부피가 줄어든다는 것을 알 수 있을 거예요. 눈치 챘나요?

자 그럼 여러분! 이때, 실린더 안에 있는 기체의 압력은 어떻게 될까요? 이런 현상을 기체 분자의 운동으로 설명할 수 있겠어요? 어렵다고요? 잘 들어보세요. 실린더 안의 기체 분자들은 모든 방향으로 끊임없이 돌아다니면서 실린더의 안쪽 벽에 충돌하므로 그 벽에 압력을 가하게 되요. 그리고 여러분이 온도를 변화시키지 않으면 기체 분자들이 움직이는 속도도 변하지 않아요. 그러면 여러분! 일정한 온도에서 외부 압력을 늘려 실린더 안의 부피를 줄이면 기체 분자들의 운동이 어떻게 되는지 설명할 수 있겠어요?

우선, 온도가 변하지 않았으니까 기체 분자들의 운동 속도는 변하지 않을 거예요. 그리고 실린더 안의 부피가 줄었으니까 기체 분자들이 돌아다니는 공간도 그만큼 줄어들 거예요. 그러면 기체 분자들이 실린더 안쪽 벽에 가하는 압력은 어떻게 될까요? 그렇죠. 기체 분자들이 실린더 안쪽 벽과 더 자주 충돌하게 되니까 기체 분자들이 그 벽에 가하는 압력도 더 커지게 될 거예요. 여러분은 이제 기체의 부피가 작아질수록 기체의 압력이 커진다는 것을 알 수 있을 거예요. 그리고 이때에도 기체 분자의 크기나 모양, 개수는 변하지 않아요. 이해가 됐나요? 이해가 안 된 부분은 다시 한 번 차근차근 읽어 보세요.