

## The Effects of Complex Task Presentation Strategies and Test Formats on Learning Outcomes, Cognitive Load, and Instructional Efficiency

**Hyun Joo** (Hanyang University)

**Chungsoo Na** (Hanyang University)

**Dongsik Kim**<sup>†</sup> (Hanyang University)

The purpose of this study is to investigate the effects of complex task presentation strategies and test format on learning outcomes (retention and transfer), perceived cognitive load, and instructional efficiency. 155 middle school students were participated in the study, and were randomly assigned to two complex task presentation strategies (presenting task element interactivity simultaneously and presenting isolated element gradually) and each of the groups were divided into different test formats (restudy, completion task, and conventional problem solving). The results are as follow: for the transfer test, the completion task group showed significantly higher outcomes than the conventional problem solving and restudy groups, and the presenting isolated element gradually group showed significantly higher outcomes than the presenting element interactivity simultaneously group. Furthermore, the conventional problem solving group showed significantly lower cognitive load than the completion task and restudy groups. Lastly, the groups which engaged in the completion task showed significantly higher instructional efficiency than the conventional problem solving and restudy groups. These findings of the study partially support the testing effect, demonstrated by the group with completion task. Based on these findings, a conclusion could be made that the scaffolded test such as completion task would work as an effective stepping stone between the learning phase and the final test phase.

*Key words* : Complex task presentation strategy, Testing effect, Retrieval practice, Instructional efficiency, Cognitive load

---

<sup>†</sup> Correspondence : Dongsik Kim, Hanyang University, kimdsik@hanyang.ac.kr

## I. 서 론

시험은 학습자의 학습 성과를 평가하기 위한 수단을 넘어 또 다른 하나의 학습전략으로 주목 받고 있다(Endres, Carpenter, Martin, & Renkl, 2017; Karpicke & Grimaldi, 2012). 시험효과란 “학습이 이루어진 후, 학습자에게 재학습보다 시험의 형태로 학습한 내용을 인출하고 적용하도록 요구하는 것이 과지 및 전이에 효과적임”을 의미한다(Roediger & Karpicke, 2006, p.249). 정보처리이론에서는 학습을 시연과 부호화하는 단계를 거쳐 장기 기억에 저장하는 과정으로 바라본 반면, 시험효과에서는 장기기억에 저장된 정보를 인출하는 과정에서 학습이 일어난다고 보고 있다(최효식, 신태섭, 연은모, 2015; Karpicke & Grimaldi, 2012). 최근 Adesope, Trevisan과 Sundararajan(2017)의 118편의 시험효과와 관련된 논문의 메타분석에서도 비교적 높은 수준의 효과크기( $g=0.51$ )를 보이며 시험효과의 그 효과성을 지지하고 있다.

그동안 시험효과에 대한 연구는 텍스트 기반의 학습(Roediger & Karpicke, 2006; Zaromb & Roediger, 2010), 단어 쌍 회상 학습(Karpicke & Roediger, 2008) 등과 같이 낮은 수준의 부호화와 인출을 요구하는 단순한 과제를 중심으로 이루어져 왔다(Roelle & Berthold, 2017). 그러나 학교 교육 현장에서 학습자에게 보다 높은 수준의 인지처리과정을 요구하는 복합적 과제의 중요성이 증대되고 있다는 점을 고려하면, 복합적 과제에서 시험효과의 적용 가능성에 주목할 필요가 있다.

van Gog 등(2015)은 예제-문제 교대 전략(example-problem pairs)을 활용하여 복합적 과제에서 시험효과를 검증하고자 하였다. 예제-문제 교대 전략은 WOE(Worked-Out Example)<sup>1)</sup>를 학습하는 과정에서 문제 해결에 필요한 해결절차를 습득하고, 문제를 해결해 나가면서 학습한 내용을 인출한다는 점에서 시험효과에서 요구하는 학습 과정과 유사하다. 낮은 수준의 회상을 요구하는 시험의 경우, ‘예제-문제’ 형태처럼 시험을 경험하는 것이 효과적이거나 추론 및 전이 등 고차원적인 사고를 요구하는 복합적 과제의 경우, WOE를 반복하여 학습하는 것이 학습 성과에 효과적이라고 주장한다(van Gog et al., 2015; van Gog & Sweller, 2015). 반면에 일부 학자들은 WOE를 활용한 복합적 과제에서도 시험효과는 여전히 존재하며(Karpicke & Aue, 2015), 시험효과는 과제의 복잡성 정도와 무관하게 나타난다고 주장한다(Smith, Blunt, Whiffen, & Karpicke, 2016). 즉, 복합적 과제에서 시험효과에 대한 상반된 연구 결과가 존재하는 가운데, 본 연구에서는

1) ‘WOE’ (Worked-Out Example)란 간혹 ‘해결된 예’, ‘모범 해결책’, ‘모범 답안’, ‘예제’ 등 다양한 방식으로 표현한 예로 볼 수 있다. 그러나 이것은 정답이나 예가 아니라 문제해결을 가르치기 위한 하나의 방식으로 볼 수 있기 때문에 이 논문에서는 ‘WOE’ 라고 표현하기로 한다.

재학습과 전통적 문제해결 과제를 시험 유형으로 제시하여, 복합적 과제에서 그 효과를 규명하고자 한다. 나아가 WOE와 전통적 문제해결 과제의 중간 형태인 완성하기 과제를 통하여 복합적 과제에서 효과적인 시험 유형을 규명하고자 한다.

완성하기 과제란 WOE의 내의 해결 단계의 일부분을 소거하여 빈칸으로 제시하고, 학습자로 하여금 소거된 부분을 스스로 채워보도록 하는 과제 제시 형태를 의미한다(van Merriënboer & Sweller, 2005). 즉, 학습자는 WOE 내에 빈칸을 완성하는 과정을 통해 WOE에서 습득한 문제해결기술을 적용해볼 수 있다. 예제-문제 교대전략을 활용하여 시험 유형은 전통적 문제해결과제로 제시할 경우, 학습자는 WOE를 통해 학습한 직후 전통적 문제해결 형태의 문제를 해결해야 하므로, 갑작스러운 과제 유형의 변화로 인해 학습자의 인지 구조 내에 과도한 인지적 부담을 야기할 수 있다(Renkl, Atkinson, Maier, & Staley, 2002). 반면, 시험 유형을 완성하기 과제를 통해 제시할 경우, 학습자는 WOE와 전통적 문제해결 방식의 중간 형태로 학습자의 점진적인 인지적 변화를 유도 하며, 학습자가 복합적 과제 수행 중에 발생하는 인지적 부담을 효과적으로 조절할 수 있다(Renkl & Atkinson, 2010).

한편, 복합적 과제를 수행하는 과정에서 학습자의 성공적인 학습에 영향을 미치는 요인 중 하나는 과제 내의 복합적인 요소들을 효과적으로 제시하는 것이다(Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011). 복합적 과제는 과제 내의 학습 요소 간 상호작용 수준이 높기 때문에 작동 기억에서 이러한 요소들이 동시에 처리되어야 학습이 가능하다(Kalyuga, 2011). 인지부하이론(Cognitive Load Theory)에 따르면, 학습자의 작동기억의 용량은 제한적이어서 한 번에 처리할 수 있는 정보의 양을 초과할 경우, 학습자의 인지 과부하가 발생하여 효율적인 학습을 방해한다(Sweller et al., 2011). 즉, 효과적인 교수설계를 통하여 불필요한 인지 처리를 최소화 하더라도 복합적 과제의 경우 과제 자체에서 발생하는 내재적 인지부하가 높기 때문에 과제 내에 요소 간 상호작용을 조절할 수 있는 설계 전략이 요구된다. 선행연구에 의하면, 과제를 해결하는 데 필요한 학습 요소들을 동시적으로 제시하는 것에 비해 단순한 과제로부터 복합적 과제로 과제 복잡성을 점진적으로 증가시키면서 학습 과제를 제시할 때 학습자의 인지 구조 내에 인지 부하를 효과적으로 관리할 수 있는 것으로 나타났다(i.e., 고립된 요소 효과, Ayres, 2013; Pollock, Chandler, & Sweller, 2002). 반면, 복합적 과제를 수행하는 과정에서 요구되는 요소들을 동시적으로 제시할 경우, 학습자는 높은 인지적 부하를 경험하지만 전체적인 관점을 획득한다는 점에서 학습 성과에 효과적일 수 있다(van Merriënboer, & Kischner, 2012). 학습자의 제한된 작동 기억을 용량을 초과하지 않는 범위 내에서 복합적 과제를 제시해야만 학습한 과제를 성공적으로 인출 및 적용할 수 있을 것이다. 따라서 복

합적 과제 내의 학습 요소와 상호작용 수준을 점진적으로 제시하는 전략과 동시에 제시하는 전략을 비교하여, 효과적으로 인지부하를 관리하는 동시에 학습 성과를 극대화할 수 있는 복합적 과제 제시 전략이 필요하다.

복합적 과제의 효과적인 학습이 이루어지기 위해서는 특정 교수방법과 함께 학습자의 인지구조를 고려해야 한다(Paas, Tuovinen, Tabbers, & van Gerven, 2003). 교수효율성은 학습 성과와 인지부하 두 가지 측면을 동시에 고려한다는 점에서 특정 학습 상황에서 보다 효율적인 교수·학습전략을 제공할 수 있다(Tuovinen & Paas, 2004). 따라서 본 연구에서는 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형을 제공하였을 때 구체적으로 어떠한 교수전략이 낮은 인지적 노력으로 긍정적인 학습 성과를 얻을 수 있는지에 대한 실증적 근거를 얻고자 한다. 본 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

[연구문제 1] 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 학습 성과에 미치는 영향은 어떠한가?

[연구문제 2] 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 인지부하에 미치는 영향은 어떠한가?

[연구문제 3] 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 교수효율성에 미치는 영향은 어떠한가?

## II. 이론적 배경

### 1. 복합적 과제와 인지부하

#### 1) 인지부하 이론의 기본 가정

인지부하이론에 따르면, 교수방법을 선택하거나 가르칠 내용을 설계 할 때 학습 내용과 인간의 인지 구조를 동시에 고려해야 한다고 주장한다(Sweller, van Merriënboer, & Paas, 1998). 학습자가 처리해야 하는 학습 요소가 제한된 작동 기억의 용량을 초과할 경우, 아무리 학습 과제를 효과적으로 설계하더라도 학습에 실패하게 되기 때문이다(van Merriënboer & Sweller, 2010).

인지부하는 내재적(intrinsic cognitive load), 외재적(extraneous cognitive load), 본유적(germane cognitive load) 인지부하로 구분되며, 각 인지부하의 총합을 학습자가 지각하는 인지부하라고 가정한다(Paas et al., 2003). 내재적 인지부하는 학습과제 그 자체로

인해 발생되며, 과제 내의 학습 과제 내의 요소(element)의 수와 요소 간의 상호작용(element interactivity) 정도에 따라 학습자가 경험하는 인지 부하의 양이 결정된다(Sweller, 1994, 2010). 외재적 인지부하는 부적절하게 설계된 학습과제 또는 교수활동절차에서 발생하는 학습에 불필요한 인지적 노력으로 학습 과제 제시 방법과 같은 효율적인 교수설계 전략을 통해 개선될 수 있다(Sweller, 2010). 반면, 본유적 인지부하는 스키마를 획득하는 과정에서 발생하는 것으로 학습과 직접적으로 관련이 있는 정신적 노력을 의미 한다(Sweller, 2010). 학습자의 효과적인 스키마 획득을 위해서 학습에 불필요한 외재적 인지부하를 최소화하는 동시에 학습 과제 내의 학습 요소의 습득을 유도하는 본유적 인지부하를 극대화시키는 설계 전략이 요구된다.

## 2) 복합적 과제에서의 인지부하 조절 전략

실제적 과제를 다루는 복합적 과제는 다른 과제에 비해 과제 복잡성 정도가 높기 때문에 제한된 작동기억 용량 내에서 인지 과부하를 막는 교수 설계 전략이 필요하다(Sweller, 2010). 학습 과정에서 발생하는 불필요한 외재적 인지부하를 감소시키는 전략 중 하나로 학습 과정에서 WOE를 활용하는 해결된 예제 효과(Worked-out example Effect)를 들 수 있다(Atkinson, Derry, Renkl, & Wortham, 2000; Renkl, 2014). 기존의 전통적 문제해결(conventional problem solving)의 경우, 초보 학습자들은 문제를 해결하기 위하여 수단-목적 분석(means-ends analysis)을 사용한다(Greeno, 1978). 그러나 문제 공간(problem space) 내에 문제 해결 탐색하는 과정에서 학습자들은 불필요한 인지적 자원을 낭비하게 되며, 이로 인해 과도한 외재적 인지부하의 발생하여 긍정적인 학습 성과를 기대할 수 없다(Sweller, 2006). 반면, WOE는 현재 학습자의 상태와 해결해야 할 문제 간에 해결책(solution step)과 해결책을 활용하는 원리(how information)와 활용 시점(when information)을 제공해주는 해결 정보(commentary)를 제공한다. 문제와 함께 제시된 해결책과 해결 정보는 문제 해결 탐색 과정에서 발생하는 불필요한 인지 처리 과정을 최소화하고, 학습자로 하여금 효과적으로 스키마를 형성하도록 한다. 이러한 전통적인 문제 해결에 비해 WOE가 보다 학습 성과에 효과적이라는 주장은 수학, 과학, 컴퓨터와 같이 구조화된 문제(Sweller & Cooper, 1985) 뿐만 아니라 비구조화된 문제영역으로 확장되고 있다(Rourke & Sweller, 2009). 또한, 컴퓨터 기반 협력 학습(Computer Supported Collaboration Learning) 환경에서도 WOE 제시가 학습자 간의 지식 공유 과정을 촉진(정효정, 김동식, 2006)하며, 협력 과정에서 발생하는 협력 부하를 조절(이효진, 김동식, 2013)하는데 효과적이라 제안하고 있다.

그러나 종종 학습자가 WOE를 그대로 따라하여 수동적인 학습이 일어나거나 새로운

문제해결 상황에 WOE에서 학습한 내용을 적용시키지 못하는 현상이 발생한다(Sweller et al., 2011). 이러한 WOE의 단점을 보완하는 방법으로 완성하기 과제를 제공할 수 있다. 완성하기 과제란 WOE의 일부분을 빈칸을 제시하여 학습자 스스로 문제해결 상황에 참여할 수 있는 기회를 제공하는 것을 말한다(Renkl & Atkinson, 2010). Renkl 등(2002)에 의하면 예제-문제 교대 전략과 같이 WOE를 학습한 후 전통적 문제풀이 방식의 문제를 제시하는 것보다 완성하기 과제를 거쳐 전통적 문제풀이 방식의 과제를 제공하는 것이 학습자의 인지부하 관리 측면에서 효과적이라고 밝히고 있다.

한편, 복합적 과제의 경우 WOE와 같은 형태의 과제 제시를 통하여 외재적 인지부하를 감소시켜도, 과제 자체에서 발생하는 내재적 인지부하로 학습자에게 인지과부하를 유발할 수 있다(van Merriënboer & Sweller, 2005, 2010). 이를 위해 학습 초기에는 과제 내의 제시된 요소 간의 상호작용의 정도를 제한한 후, 학습이 진행됨에 따라 과제 내의 제시된 요소 간의 상호작용 수준을 점진적으로 증가시키는 고립된 요소 전략(isolated element strategy)을 통해 내재적 인지부하를 조절할 수 있다(Lee, Plass, & Homer, 2006). Pollock 등(2002)의 연구 결과에 따르면, 전기안전검사를 수행하는 방법을 배우기 위한 훈련을 대상으로 상호작용 정도가 낮은 비교적 간단한 과제를 먼저 제시하고, 점차 과제의 상호작용 수준이 높아지도록 과제를 제시하는 고립된 요소 전략을 활용한 집단이 학습 초기부터 과제의 모든 요소를 학습한 집단보다 검사 점수 및 인지부하 측면에서 효과적이었다. Blayney, Kalyuga와 Sweller(2010)의 연구에 따르면, 회계 개념을 배우는 수업에서 고립된 요소 전략의 효과성을 검증하였으며 특히, 사전지식이 낮은 초보학습자의 경우 그 효과가 명확히 나타났다. 이와 유사한 맥락에서 Lee 등(2006)의 연구에서는 컴퓨터 기반 시뮬레이션 수업에서 복잡성이 높은 과제를 하나의 스크린에 제시한 그룹보다 복합적 과제를 요소 간 상호작용을 제한한 형태로 두 개의 스크린으로 분리하여 제시한 그룹이 높은 학습 이해도와 낮은 수준의 인지부하를 보였다.

## 2. 시험효과

시험효과(testing effect)란 일정한 학습이 이루어진 후, 학습 내용에 대한 인출(retrieval)을 경험하도록 하는 것이 재학습(restudy)보다 학습 성과에 긍정적 영향을 미치는 것을 의미한다(Roediger & Karpicke, 2006). 시험효과는 인출연습(retrieval practice)으로 불리기도 하며, 학습 성과에 대한 평가의 수단을 넘어 학습을 증진시킬 수 있는 학습전략으로 제안되기도 한다(최효식, 2016; Fiorella & Mayer, 2016). 학습 단계와 시험 간의 간격의 비교적 짧은 즉시 검사(immediate test)의 경우, 재학습이 학습 후 시험을 제공하는 것보

다 큰 차이가 없으나(Coppens, Verkoeyen, & Rikers, 2011), 학습과 시험 간의 간격이 큰 지연 검사의 경우 그 효과는 명확하게 나타난다. 시험효과가 입증된 학습 과제의 유형을 살펴보면 단어 학습(Zaromb & Roediger, 2010), 단어 쌍 학습(Karpicke & Roediger, 2008) 등 비교적 과제 복잡성 정도가 낮은 과제에서 그 효과성이 일관되게 나타났으나, 학습 요소 간의 상호 작용이 높은 복합적 과제에서는 시험효과에 대하여 <표 1>과 같이 상반된 결과가 나타났다.

<표 1> 복합적 과제에서의 시험효과

출처	학습과제		요소 간 상호작용 정도	시험효과 유무
	내용	제시형태		
De Jonge, Tabbers, & Rikers(2015; 실험1)	블랙홀 관련 내용 (1070개 단어, 60개 문장)	논리적 일관성이 있는 텍스트	높음	×
De Jonge 등 (2015; 실험2)		순서가 뒤섞인 텍스트	높음	○
Leahy, Hanham, & Sweller(2015)	버스 타임 테이블 적용하여 문제풀이	타임 테이블	높음	×
Rohrer, Taylor, & Sholar(2010)	20개 지역구 중 10개 지역명 채우기	지도 그림	높음	○
Tran, Rohrer, & Pashler (2015; 실험2, 3)	7-9개 가설 포함된 시나리오 읽고 추론	텍스트	높음	×

van Gog, Kester와 Paas(2011)는 예제-문제 교대 전략을 활용하여 WOE 기반의 복합적 과제에서 시험효과를 입증하고자 하였다. 예제-문제 교대 전략(example-problem pairs)이란 학습자에게 해결된 예제를 ‘예제-문제풀이’의 형태로 제공하는 것으로, WOE를 먼저 학습한 후 이를 바탕으로 유사한 내용을 다룬 문제풀이를 수행하도록 하는 것을 의미한다(Sweller & Cooper, 1985). 기존의 전통적인 문제해결방식에 비하여, 문제 해결 탐색 과정을 통해 발생하는 불필요한 인지적 자원 낭비를 최소화하며, 문제 해결 스키마를 적용하는 기회를 학습 직후에 제공하기 때문에 학습 성과에 효과적일 뿐만 아니라 (Rourke & Sweller, 2009), 단순히 예제를 반복하여 학습하는 것(예제-예제)과 비교하여 학습한 내용을 적용해 볼 기회를 제공함으로써 동기 측면에서 효과적이라고 주장한다 (Sweller et al., 1998). 예제-문제 교대 전략은 WOE를 학습하는 과정에서 문제 해결 스키마를 습득한 후, 제공되는 문제를 해결하는 과정에서 저장된 스키마를 인출한다는 측

면에서 시험효과와 유사한 측면이 있다고 볼 수 있다(van Gog & Kester, 2012; van Gog et al, 2015).

van Gog과 Kester(2012)의 연구에 따르면, 학습자가 복합적 과제를 해결하는 것은 추론과 문제해결 절차에 대한 스키마를 요구하기 때문에, 예제-문제 교대 전략을 활용하는 것보다 학습단계에서 제시된 WOE를 재학습하는 것이 장기적인 파지 및 전이에 효과적이라고 주장한다. 반면, Karpicke와 Aue(2015)는 학습자가 학습한 내용을 바탕으로 장기적인 파지 및 전이 수행을 하기 위해서 학습과 시험 사이의 시간 간격이 제공되어야 하지만, van Gog와 Kester(2012)의 연구에서는 이러한 간격을 제공하지 않았기 때문에 시험효과가 나타나지 않았다고 지적한다. 오히려 학습자가 수행하는 과제의 유형과 과제 내의 복잡성과 무관하게 시험효과는 존재한다는 것이다.

한편, 시험 유형(test format)은 시험효과에 영향을 미치는 중요한 요인이다(Adesope et al., 2017). 시험효과는 자유연상시험(Roediger & Karpicke, 2006), 단서회상시험(Coppens et al., 2011), 선다형 시험(Butler, & Roediger, 2008) 등 다양한 시험 유형에서 효과가 확인되었다. 그러나 완성하기 과제의 형태로 제시된 시험 유형의 경우 학습 과제의 유형과 요구되는 인지 처리과정에 따라 상반된 결과를 보여준다. 짧은 텍스트 내에 완성하기 과제를 시험 유형으로 제시한 연구결과에 따르면, 완성하기 과제를 통해 인출을 경험한 집단은 더 많은 인지적 노력을 요구하는 주관식 시험 유형보다 전이 수행이 낮았으며, 재학습 집단과 학습 성과 측면에서 유의한 차이가 없었다(De Jonge et al., 2015; 실험1; Hinze, & Wiley, 2011). 시험 형태로 제시된 완성하기 과제의 경우 자유연상, 단답형 유형에 비해 학습자에게 통합적 사고를 요구하지 않기 때문이라고 밝히고 있다. 반면, 동일한 학습 내용이지만 과제 내의 학습 요소들 간의 복잡성이 높게 제시될 경우, 완성하기 과제 형태의 시험 유형이 재학습에 비해 효과적으로 나타났다(De Jonge et al., 2015; 실험2). 즉, 완성하기 과제의 형태로 제공된 시험은 학습자에게 문제 해결 절차를 주의 깊게 살펴볼 수 있는 기회를 제공한다는 측면에서 WOE를 재학습하는 것이 효과적이며(Renkl & Atkinson, 2010), 문제 해결과정 내에 중요한 단계들을 점검할 수 있다는 점(van Merriënboer & Sweller, 2005)에서 효과적인 시험 유형이라고 볼 수 있다.

### 3. 교수효율성

교수효율성(Instructional efficiency)은 학습자의 수행성과와 인지부하 측정값을 동시에 고려하여, 특정 교수조건 of 효율성을 측정하기에 적합한 개념이다(류지현, 2012; Paas & van Merriënboer, 1993; Tuovinen & Paas, 2004). 특히, 과제의 특성상 학습자에게 과도한

인지부하를 유발할 수 있는 복합적 과제에서 특정 교수·학습방법의 효율성을 측정하기에 적합하다. 특정 교수조건으로 학습 후 높은 수행점수를 낮은 인지적 노력으로 획득했다면 높은 교수효율성을 보이는 것이고 이와 반대의 경우 낮은 교수효율성을 보인다고 할 수 있다(Paas & van Merriënboer, 1993). Paas와 van Merriënboer(1993)가 제안한 교수효율성 공식은 학습자의 학습 수행점수와 그 수행점수를 얻기 위한 인지부하 측정값을 고려하였으며, 이후 학습자의 학습상황에서 학습자가 투입한 인지부하 값을 활용한 수정된 교수효율성 공식이 등장하였다(Tuovinen & paas, 2004). 즉, 기존의 교수효율성 공식은 학습이 종료된 후 수행점수 획득에 필요한 인지부하 값에, 수정된 교수효율성 공식은 학습 과정 중 투입된 인지부하 값에 보다 초점을 맞추고 있다. 각각의 교수효율성은 각기 다른 정보를 제시해 주기 때문에 목적에 적합한 교수효율성 공식을 사용할 필요가 있다(시지현, 2013).

$$E = \frac{Z_{performance} - Z_{mental\ effort}}{\sqrt{2}}$$

(그림 1) 교수효율성 공식(Tuovinen & paas, 2004)

### III. 연구 방법

#### 1. 연구대상

본 연구는 실험연구로서 서울 소재 M 중학교 1학년 6개 학급 총 172명이 연구에 참여하였다. 이 중 인지부하검사에 불성실하게 응답한 학생 8명과 전이 검사에 불참한 학생 9명을 제외한 총 155명의 자료를 분석하여 사용하였다. 참여 학생들의 성별을 살펴보면, 남학생 83명(53.5%), 여학생 72명(46.5%)으로 구성되어 있다. 중학교 1학년 학생을 연구 대상으로 선정한 이유는 교육과정에 중학교 사회(I) 마지막 단원인 ‘9. 시장경제의 이해’를 처음으로 접하여 학습자 간의 학습 과제에 대한 선수 지식에 영향을 덜 받기 때문이다. 학습 성과와 인지부하 결과에 영향을 미치는 주요 변인인 사전지식(Plass, Moreno, & Brünken, 2010)에 대한 처치집단(총 6집단) 간의 동질성을 확인하기 위해 일원 분산분석을 실시한 결과 동질적임을 확인할 수 있었다( $F(5, 149)=1.679, p=.143$ ).

## 2. 연구 설계

본 연구는 복합적 과제 제시 전략(동시적 제시 vs. 점진적 제시)와 시험 유형 (재학습 vs. 완성하기 vs. 문제풀이)에 의한 2×3 요인설계로 구성되었다. 즉, 동시적 제시-재학습, 점진적 제시-재학습, 동시적 제시-완성하기, 점진적 제시-완성하기, 동시적 제시-문제풀이, 점진적 제시-문제풀이 집단으로, 총 여섯 개의 처치집단으로 구분하였다. 본 연구의 독립변수와 종속변수에 대한 구체적인 설명은 다음과 같다.

### 1) 독립변수

본 연구의 첫 번째 독립변수는 복합적 과제 제시 전략으로, 학습 과제 내에 학습 요소 간의 상호작용을 통제하는 방식에 따라 ‘동시적 제시’ 와 ‘점진적 제시’로 구분하였다. WOE기반의 복합적 과제에서 학습할 요소들을 학습내용 순서에 따라 동시에 제공하는 방식을 ‘동시적 제시’ 로, 학습요소들을 분리하여 과제 복잡성이 낮은 수준부터 높은 수준으로 점진적으로 학습과제를 계열화하여 제공하는 방식은 ‘점진적 제시’ 로 명명하였다.

또 다른 독립변수는 학습자가 WOE를 통해 학습이 이루어진 후 제시되는 시험 유형에 따라 ‘재학습(통제집단)’, ‘문제풀이’, ‘완성하기’ 로 명명하였다. ‘재학습’의 경우 WOE를 통해 학습한 후 동일한 WOE를 학습하며, ‘완성하기’의 경우 WOE를 통해 학습한 후 WOE의 해결절차의 핵심 개념을 소거하여 제시하고, 학습자가 스스로 완성하도록 한다. ‘문제풀이’의 경우 WOE를 통해 학습한 후 WOE에서 학습한 내용을 바탕으로 전통적 문제해결과제 형태의 과제를 수행 한다.

### 2) 종속변수

본 연구의 종속변수는 파지 및 전이 검사로 나누어 학습 성과를 측정하고, 학습자가 학습 수행 중에 자신이 투입한 인지적 노력을 의미하는 인지부하를 측정하였다. 이와 더불어 학습 성과와 인지부하 결과를 통해 교수 효율성을 살펴보았다.

## 3. 연구도구

### 1) 학습 자료

본 연구에서는 중학교 사회(I) 교과서 대단원 9. 시장 경제의 이해 중 1) 시장의 수요와 공급과 2) 시장 가격의 결정에 관한 내용을 기반으로 학습 자료가 구성되었다.

해당 단원은 수요와 공급이 시장 가격을 결정하는 원리와 시장 가격이 변동하는 원리를 탐구하는 것을 목표로 하며, 기본적인 학습 개념과 일상생활에서의 경제적 상황과 실제 경제 뉴스 기사 등을 통해 배운 내용을 적용하도록 구성되어 있다. 시장 가격은 수요와 공급의 변동을 통해 결정되며, 이를 이해하기 위해서는 수요와 공급의 개념과 법칙, 수요와 공급 그래프 의미 및 이동을 함께 고려해야 한다. 따라서 시장 가격이 결정되는 원리를 이해하기 위해서는 작동기의 내에서 동시에 처리 할 학습 요소의 수와 요소 간의 상호작용 정도가 높다고 볼 수 있다. 또한, 실생활의 문제해결력 향상을 목적으로 하는 실제적 학습 과제라는 측면에서 본 연구의 학습 과제로 적합하다고 할 수 있다.

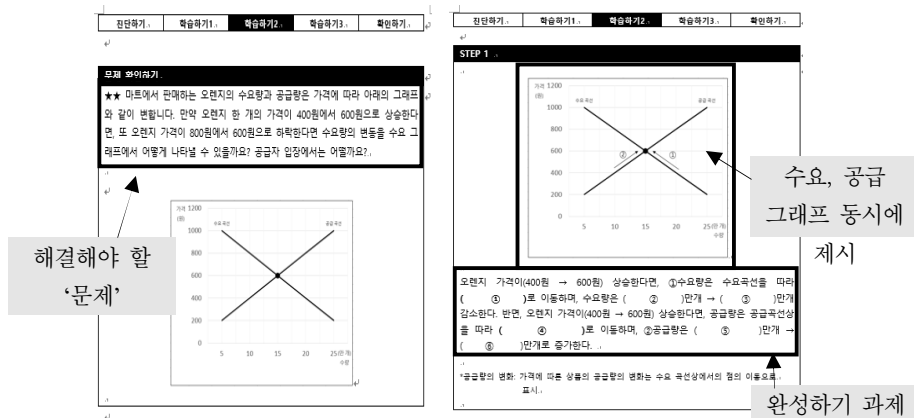
본 연구의 실험 자료는 본 연구자와 중등 일반사회과 5년, 7년 경력의 현직 교사가 함께 개발하였다. 학습 자료의 난이도, 실험 시간 등의 적절성을 확인하기 위하여 중학생 3인을 대상으로 파일럿 테스트를 시행하여 난이도 및 실험 시간 등을 점검하였다. 학습 자료는 진단하기(사전지식 검사), 학습하기 3단계, 인지부하 측정, 그리고 확인하기(파지 검사)로 구성하였다. 먼저, 학습하기 각 단계는 복합적 과제 제시 전략에 따라 ‘동시적 제시’와 ‘점진적 제시’로 구성된 WOE를 각 집단별로 제공하였다. 시장가격의 결정 원리를 알기 위해서는 수요와 공급을 동시에 고려해야 하므로 학습 요소를 크게 수요와 공급, 두 가지 개념으로 설정하였다. ‘점진적 제시’인 경우는 학습 요소의 내용과 그래프를 하나씩 점진적으로 제시하였으며, ‘동시적 제시’인 경우에는 두 가지 개념을 동시에 제시하였다. 예를 들어, ‘점진적 제시’의 경우 WOE의 경우 학습하기 1

〈표 2〉 복합적 과제 제시 전략에 따른 학습 자료(소책자) 구성 내용

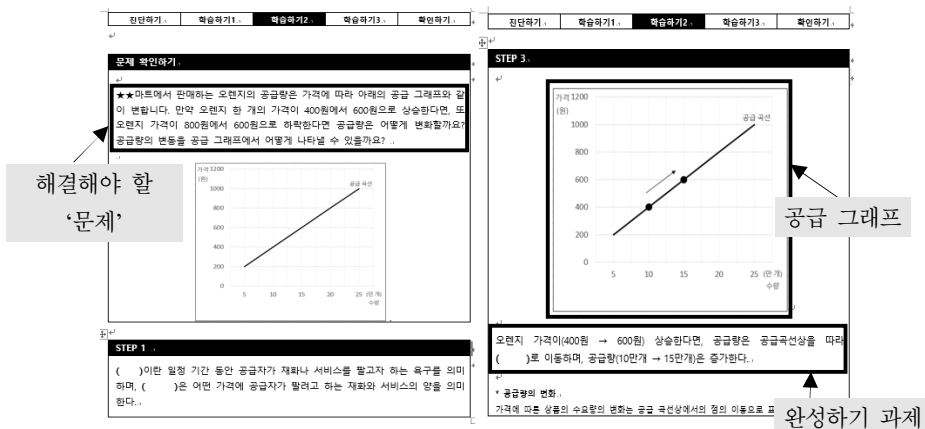
학습 과제 요소	동시적 제시			점진적 제시		
	학습하기	학습하기	학습하기	학습하기	학습하기	학습하기
	1	2	3	1	2	3
수요와 공급 개념	수요의 개념	●		●		
	공급의 개념	●			●	
	수요와 공급의 법칙	●				
수요, 공급 그래프	수요량의 변화		●	●		
	공급량의 변화		●		●	
	수요, 공급 그래프와 이동		●	●	●	
균형가격			●			●

에서는 수요에 대한 내용으로 ‘오렌지의 가격이 400원에서 600원으로 상승할 때, 수요량과 수요 그래프의 변화’에 대한 문제를 제시하고, 정답을 찾기 위한 해결절차가 제시되었다. 학습하기 2에서는 공급에 대한 문제, 학습하기 3에서는 수요와 공급을 한꺼번에 고려해야 풀 수 있는 문제로 진행된다. 반면, ‘동시적 제시’인 WOE의 경우 학습하기 1에서는 수요와 공급 개념 및 법칙에 대한 내용으로 ‘오렌지 가격이 변할 때 수요와 공급의 변화’에 대한 문제와 해결절차가 제시되었다. 이에 대한 구체적 내용은 <표 2>과 같다.

다음으로 시험 유형(재학습, 완성하기, 문제풀이)이 해당 집단의 조건에 맞게 구성되었다. 재학습 집단의 경우 학습하기 각 단계마다 동일한 WOE가 반복하여 제공되며,



(그림 2) ‘동시적 제시-완성하기’ 집단 학습 자료(학습하기 2단계) 예시



(그림 3) ‘점진적 제시-완성하기’ 집단 학습 자료(학습하기 2단계) 예시

문제풀이 집단의 경우 WOE와 WOE에서 학습한 내용을 적용할 수 있도록 비슷한 수준의 문항으로 구성되었다. 완성하기 집단의 경우 WOE와 해결절차의 주요 개념을 빈칸으로 제시하는 완성하기 과제로 구성하였다(그림 2, 3).

인지부하의 경우 [그림 4]와 같이 학습하기 3단계 이후 측정되었으며, 학습 내용과 페이지를 분리하여 제시하였다.

발급 여러분이 해결한 문제가 ..  
여러분이 느끼기에 얼마나 쉬웠는지 혹은 얼마나 어려웠는지에 관한 질문입니다..  
..  
아래의 "대단히 쉬웠다"에서 "대단히 어려웠다"까지의 ..  
9점 척도 중에서 하나를 체크하세요..  
..  
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.  
대단히 쉬웠다. 쉽지도 어렵지도 않았. 대단히 어려웠다.

(그림 4) 인지부하 측정 학습자료 예시

## 2) 검사 도구

### (1) 사전지식 검사

사전지식 검사는 학습자의 선수 지식을 측정하여 집단 간 동질성을 확인하기 위한 것으로 학습자가 수행하게 될 학습 과제에 관한 내용으로 구성되었다. 구체적으로 수요·공급 법칙과 수요·공급 그래프에 관한 기본 개념 중심으로 제시하였으며, 검사문항은 총 13문항으로 진위형 6문항, 관련 개념 이어보기 3문항, 단답형 4문항으로 구성되었으며, 13점 만점으로 평가하였다. 검사문항은 학습 자료와 마찬가지로 본 연구자와 중등 일반사회과 7년, 5년 교직경력을 가진 현직 교사와 함께 개발하였고, 교육공학과 박사학위 소지자 1인의 검증을 받은 후 사용하였다. 본 연구의 사전지식 측정도구의 신뢰도는 Cronbach's alpha .608이다.

### (2) 학습 성과

#### 가. 파지 검사

파지 검사 문항은 총 8문항으로 객관식 1문항, 진위형 4문항, 서술형 1문항, 수요-공급 그래프를 직접 그리는 1문항, 그래프의 이동을 직접 표시해보는 문항 1문항으로 구성되었다. 파지란 이전에 배웠던 학습 내용을 매우 유사한 방법으로 단순히 기억하는 것을 의미한다(Mayer, 2002). 따라서 파지 문항의 난이도는 EBS 출판사에서 제공하는

지습서를 참고하여 학습 수행 단계에서 배웠던 학습 내용과 유사한 수준으로 연구자와 현직 교사(2인)에 의하여 개발하였다. 총 12점 만점으로 평가하였으며, 서술형 문항만 5점 만점, 나머지 문항의 배점은 1점씩으로 하였다. 서술형 문항 채점의 경우, 현직 교사가 정답의 핵심 개념을 중심으로 채점 기준을 제공하였으며, 본 연구의 연구자 2명이 그 기준에 따라 각자 채점하고, 일치하지 않은 부분은 재확인 한 후, 현직 교사에게 최종적으로 검토를 받는 형식으로 진행되었다. 신뢰도 Cronbach's alpha는 .769이다.

#### 나. 전이 검사

전이 검사 문항은 하위문항 2문항 포함하여, 총 3문항으로 구성되었으며, 하위 2문항은 각 1점씩, 나머지 문항의 배점은 3점으로, 5점 만점으로 평가하였다. 전이란 학습한 내용을 실제 문제해결에 적용할 수 있는 문제를 의미한다(Johnson & Mayer, 2009). EBS 출판사에서 제공하는 지습서 문제 중 수준이 높은 문제를 기반으로 신문기사의 일부분을 인용하거나 실제 생활에서 접할 수 있는 사례를 중심으로 문항을 구성하였다. 전이 검사는 서술형 문항으로, 학습자가 배운 학습 요소를 모두 적용해야만 문제해결이 가능한 수준으로 구성하였다. 전이 검사 문항 역시 과제 검사 문항과 동일한 과정을 거쳐 개발하였으며, 교육공학과 박사학위 소지자 1인의 검증을 받은 후 내용타당도를 확보하였다. 평정자 간 신뢰도 Cohen Kappa(k) 값은 .908를 보였다.

#### (3) 인지부하

인지부하 검사는 인지부하를 측정하기 위해서 Paas와 van Merriënboer(1994)가 제안한 9점 척도 자가 설문지를 이용하였다. 본 연구에서의 인지부하는 학습 과정에서 학습자가 학습 내용을 습득하기 위하여 지각된 인지적 노력(mental effort)을 의미한다. 인지적 노력이란 인지부하의 한 측면이므로 실제적인 인지부하를 반영한다고 볼 수 있다(Paas et al., 2003). 검사도구의 측정 척도는 9점 척도로 '대단히 어려웠다'에 9점을 '대단히 쉬웠다'에 1점을 선택하도록 하였다. '대단히 어려웠다' 인 경우 '대단히 높은 인지적 노력을 투입하였다'로 해석할 수 있다(Paas, van Merriënboer, & Adam, 1994). 인지부하 측정의 내적 신뢰도는 Cronbach's alpha .82 (Paas & van Merriënboer, 1994)로 나타났으며, 본 연구의 인지부하 검사 내적 신뢰도 계수는 Cronbach's alpha는 .769를 보였다.

#### (4) 교수 효율성

학습 수행 단계가 종료된 직후에 측정한 인지부하와 학습자의 전이 검사 점수를 바탕으로 교수효율성을 계산하였다. 복합적 학습의 최종 목적은 학습 전이이며(van

Merriënboer & Sweller, 2005), 과제 검사의 경우 단순히 이전에 배웠던 내용을 기억하는 수준에 그치기 때문에 교수효율성 공식에서 학습 성과의 기준을 전이 검사 결과를 활용하는 것이 보다 적합하다고 판단하였다. 본 연구의 경우 Tuovinen과 Paas (2004)가 제안한 수정된 공식에 따라 학습과정에서 학습자가 지각한 인지부하 값과 학습자의 전이 검사 점수를 표준화 점수(z값)로 변환시킨 후 [그림 1]의 공식에 따라서 산출하였다.

#### 4. 실험절차

본 연구는 학습자들의 출석번호를 기준으로 동시적 제시-문제풀이(n=26), 점진적 제시-문제풀이(n=29), 동시적 제시-완성하기(n=22), 점진적 제시-완성하기(n=23), 동시적 제시-재학습(n=26), 점진적 제시-재학습(n=29), 총 여섯 집단 중 하나로 무작위 배정을 하였다. 실험은 총 2차시에 걸쳐 이루어졌으며, 구체적인 실험 절차는 <표 2>와 같다. 1차시는 학습 수행 단계로 소책자를 통해 학습 내용을 익히고, 각 집단에 할당된 시험 유형을 경험하는 단계로 진단하기, 학습하기, 인지부하 측정, 과제 검사로 이루어졌다.

<표 3> 실험 절차

실험 단계	절차						차시	소요 시간
	동시-재학습	점진-재학습	동시-완성하기	점진-완성하기	동시-문제풀이	점진-문제풀이		
	실험 소개 및 사전 검사 실시							5:30
	WOE 학습							9:00
	미로 풀기							1:30
	재학습		완성하기		문제풀이		9:00	
	WOE 학습							9:00
	미로 풀기						1차시	1:30
	재학습		완성하기		문제풀이	9:00		
	WOE 학습							9:00
	미로 풀기							1:30
	재학습		완성하기		문제풀이		9:00	
	인지부하 측정							2:00
학습	과제 검사							10:00
성과	전이 검사						2차시	10:00

먼저, ‘동시적 제시’, ‘점진적 제시’에 따라 학습 내용이 구성된 WOE를 통해 각 집단은 할당된 조건에 적합한 과제를 학습하였다. 다음으로 본 학습 과제와 관련이 없는 미로 찾기 활동을 2분간 시행하였다. 학습과 시험 중간에 이 활동을 추가한 이유는 WOE를 통해 학습한 후, 어떠한 간격(interval)없이 문제풀이를 제공하는 예제-문제 교대 전략의 특징으로 시험효과가 나타나지 않았다는 선행연구(Karpicke & Aue 2015)의 한계점을 보완하기 위함이다. 다음으로 학습자는 각 집단에 할당된 조건에 적합한 시험 유형을 경험하였다. 인지부하의 경우 학습 과정 중 학습자가 겪은 인지부하를 측정하기 위하여 학습 종료 직후 이루어졌으며, 마지막 단계로 학습한 내용을 점검하는 파지 검사가 이루어졌다. 2차시는 학습 성과 점검 단계로서 1차시가 이루어진 일주일 후, 여섯 집단 모두에게 동일한 전이 검사가 이루어졌다.

## 5. 분석 방법

본 연구의 독립변수는 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이며, 종속변수는 학습 성과(파지, 전이 검사), 인지부하, 교수효율성이다. 수집한 자료는 SPSS 21.0을 활용하여 분석하였으며, 유의수준은 .05이다.

# IV. 연구 결과

## 1. 기술통계 및 기초자료 분석

연구의 종속 변인과 관련하여 155명의 학습 성과, 인지부하 및 교수효율성을 분석한 결과는 <표 5>과 같다. 이원 분산 분석을 실시하기 위하여 정규성 가정 충족 여부를 확인한 결과, 모든 변인에서 왜도 및 첨도 값이  $-2.58 \sim +2.58$  내에 분포하였으므로 정규성 가정을 충족하였다(Hair, Black, Babin, & Anderson, 2006).

## 2. 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에 따른 학습 성과 분석

첫 번째 연구문제와 관련하여 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에 따른 학습 성과의 차이를 분석하였다. Levene의 등분산 검정 결과, 파지 및 전이 검사에 대한 유의수준 .05 수준에서 집단 간 분산 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났으므로(파지 검

복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 학습 성과, 인지부하, 교수효율성에 미치는 영향

〈표 4〉 처치조건에 따른 학습 성과, 인지부하 및 교수효율성의 평균 및 표준편차

	사례 수	학습 성과				인지부하		교수효율성		
		과지검사		전이검사		M	SD	M	SD	
		M	SD	M	SD					
‘동시적 제시’ 제시전략	재학습	26	2.38	2.14	3.42	2.40	6.19	2.83	-.59	.10
	완성하기	26	2.95	2.36	4.86	2.25	5.27	1.28	.15	.70
	문제풀이	22	3.46	2.40	4.58	2.42	4.88	2.27	.20	1.10
	합계	74	2.93	2.31	4.26	2.42	5.46	2.30	-.10	1.02
‘점진적 제시’ 제시전략	재학습	29	2.93	3.05	4.38	2.66	6.21	1.95	-.32	.98
	완성하기	29	3.13	2.60	5.83	2.06	5.22	1.28	.45	.88
	문제풀이	23	3.83	2.70	4.93	2.20	5.14	1.88	.21	.93
	합계	81	3.31	2.80	4.99	2.38	5.54	1.81	.09	.98
전체	재학습	55	2.67	2.65	3.93	2.57	6.20	2.38	-.45	.99
	완성하기	55	3.04	2.46	5.36	2.19	5.24	1.26	.30	.80
	문제풀이	45	3.65	2.55	4.76	2.29	5.02	2.06	.20	1.01
	합계	155	3.13	2.58	4.64	2.42	5.50	2.05	.00	1.00

사  $p=.634$ , 전이 검사  $p=.566$ ), 이원분산분석을 실시하기 위한 등분산성 가정을 충족하였다.

과지검사의 경우, 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에는 유의한 상호작용이 없었고( $F(2, 149)=.06, p=.938$ ), 복합적 과제 제시 전략( $F(1, 149)=.76, p=.385$ )과 시험 유형에 따른 과지 검사 결과에 대하여 통계적으로 유의한 차이( $F(2, 149)=2.04, p=.134$ )를 발견하지 못했다. 전이 검사의 경우, 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형 간에 유의한 상호작용이 없었다( $F(2, 149)=.31, p=.732$ ). 그러나 복합적 과제 제시 전략( $F(1, 149)=4.10, p=.011, \eta_p^2=.06$ )과 시험 유형( $F(2, 149)=4.67, p<.001, \eta_p^2=.03$ )에 따른 전이검사 결과에 유의한 차이가 있었다. 시험 유형에 따른 집단 간 차이를 살펴보기 위하여 Scheffe 방법에 의한 사후 검정을 실시하였다. 재학습 집단과 완성하기 집단 간에는 유의한 차이가 있었으나(완성하기>재학습, 차이=1.41,  $p=.013, d=.55$ ), 재학습 집단과 문제풀이 집단 간(차이=1.41,  $p=.193$ )과 문제풀이 집단과 완성하기 집단 간(차이=.59,  $p=.458$ )에는 유의한 차이를 발견하지 못했다.

### 3. 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에 따른 인지부하 분석

두 번째 연구문제와 관련하여 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에 따른 인지부하의 차이를 여부를 분석하였다. Levene의 등분산 검정 결과, 집단 간 분산 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났으므로( $p=.071$ ), 이원분산분석을 실시하기 위한 등분산성 가정을 충족하였다.

복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에는 유의한 상호작용이 없었다( $F(2, 149)=.08, p=.920$ ). 복합적 과제 제시 전략에 따라 인지부하에는 유의한 차이가 없었으나( $F(1, 149)=.05, p=.828$ ), 시험 유형에 따른 인지부하에는 유의한 차이가 나타났다( $F(2, 149)=5.28, p=.006, \eta_p^2=.07$ ). 인지부하에서 시험 유형 간에 유의미한 차이가 있는지 확인하기 위하여 Scheffe 방법에 의한 사후 검증을 실시하였다. 재학습 집단과 문제풀이 집단 간에는 유의한 차이가 있었으나(재학습>문제풀이, 차이=1.18,  $p=.008, d=.59$ ), 재학습 집단과 완성하기 집단(차이=.96,  $p=.059$ ), 그리고 문제풀이 집단과 완성하기 집단(차이=.23,  $p=.856$ )에는 유의한 차이를 발견하지 못하였다.

〈표 5〉 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에 따른 학습 성과에 대한 이원분산분석 결과

		분산원	제곱합	자유도	평균제곱	F값	유의도	효과의 크기( $\eta_p^2$ )
과제 검사	제시전략		5.04	1	5.04	.76	.385	
	시험유형		27.07	2	13.54	2.04	.134	
	제시전략*시험유형		.85	2	.43	.06	.938	
	오차		988.18	149	6.63			
	전체		1021.42	154				
전이 검사	제시전략		22.67	1	22.67	4.10*	.011	.06
	시험유형		51.59	2	25.80	4.67***	.000	.03
	제시전략*시험유형		3.45	2	1.72	.31	.732	
	오차		823.48	149	5.52			
	전체		899.48	154				

\* $p<.05$ , \*\* $p<.01$ , \*\*\* $p<.001$

복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 학습 성과, 인지부하, 교수효율성에 미치는 영향

〈표 6〉 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에 따른 인지부하에 대한 이원분산분석 결과

분산원	제곱합	자유도	평균제곱	F값	유의도	효과의 크기( $\eta_p^2$ )
제시전략	.19	1	.19	.05	.828	
시험유형	42.86	2	21.43	5.28**	.006	.07
제시전략*시험유형	.68	2	.34	.08	.920	
오차	605.18	149	4.06			
전체	652.89	154				

\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

#### 4. 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에 따른 교수효율성 분석

세 번째 연구문제와 관련하여 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에 따른 인지부하의 차이를 여부를 분석하였다. Levene의 등분산 검정 결과, 집단 간 분산 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났으므로( $p=.387$ ), 이원분산분석을 실시하기 위한 등분산성 가정을 충족하였다.

〈표 7〉 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에 따른 교수효율성에 대한 이원분산분석 결과

분산원	제곱합	자유도	평균제곱	F값	유의도	효과의 크기( $\eta_p^2$ )
제시전략	1.49	1	1.49	1.66	.200	
시험유형	17.56	2	8.78	9.78***	.000	.12
제시전략*시험유형	.65	2	.32	.36	.697	
오차	133.78	149	.89			
전체	153.16	154				

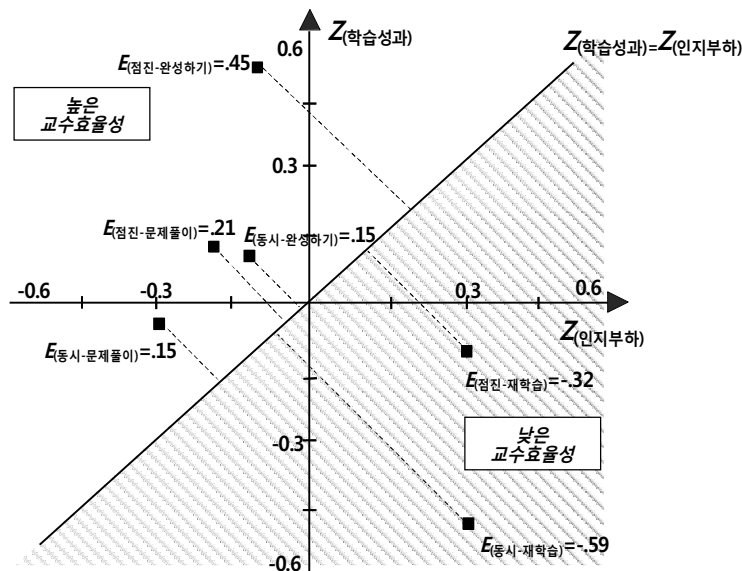
\*p<.05, \*\*p<.01, \*\*\*p<.001

교수효율성의 경우, 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에는 유의한 상호작용이 없었다( $F(2, 149)=.36, p=.697$ ). 복합적 과제 제시 전략에 따른 교수효율성에는 유의한 차이가 없었으나( $F(1, 149)=1.66, p=.200$ ), 시험 유형에 따른 교수효율성에는 유의한 차이

가 있었다( $F(2, 149)=9.78, p=.001, \eta_p^2=.12$ ). 교수 효율성의 관점에서 세 집단 간의 유의미한 차이를 확인하기 위하여 Scheffe 방법에 의한 사후 검증을 실시하였다.

재학습 집단과 완성하기 집단 간에는 유의한 차이가 있었으나(완성하기>재학습, 차이=1.85,  $p=.018, d=.58$ ), 재학습 집단과 완성하기 집단(차이=.80,  $p=.428$ ), 그리고 문제풀이 집단과 완성하기 집단 간(차이=1.05,  $p=.269$ )에는 유의한 차이를 발견하지 못하였다.

과제 수행과 수행 과정 중 수반되는 정신적 노력을 동시에 고려하는 교수효율성은 인지부하의 Z값을 X축으로, 학습 성과의 Z값을 Y축으로 하는 좌표 평면을 통해 확인할 수 있다(그림4). 좌표 평면에 제시된 교수 효율성은 ‘인지부하의 Z값 = 학습 성과의 Z값’의 함수식을 기준으로 교수 효율성의 정도를 판단할 수 있다. 함수식 하단에 제시된 영역은 낮은 과제 수행에 비해 높은 정신적 노력으로 ‘낮은 교수 효율성’을 의미하며, 상단에 제시된 영역은 높은 과제 수행에 비해 낮은 정신적 노력을 요구하는 ‘높은 교수 효율성’을 의미한다(Paas et al., 2003). 점진적 제시-완성하기( $Z_{\text{인지부하}}=-.14, Z_{\text{학습성과}}=.49$ ), 점진적 제시-문제풀이( $Z_{\text{인지부하}}=-.18, Z_{\text{학습성과}}=.12$ ), 동시적 제시-완성하기( $Z_{\text{인지부하}}=-.11, Z_{\text{학습성과}}=.09$ ), 동시적 제시-문제풀이( $Z_{\text{인지부하}}=-.30, Z_{\text{학습성과}}=-.03$ ), 집단은 교수 효율성의 관점에서 효율적인 학습을 하고 있는 반면 점진적 제시-재학습( $Z_{\text{인지부하}}=-.34, Z_{\text{학습성과}}=-.11$ ), 동시적 제시-재학습( $Z_{\text{인지부하}}=.34, Z_{\text{학습성과}}=-.50$ ) 집단은 비효율적인 학습을 수행하는 것으로 나타났다.



## V. 결론 및 논의

본 연구를 통해 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 학습 성과와 인지부하, 그리고 교수 효율성에 미치는 영향을 살펴보았다. 복합적 과제는 중학교 사회과 ‘시장 가격 결정의 원리’ 내용을 WOE 형태로 제시하였고, 과제 제시 전략에 따라 ‘동시적 제시’와 ‘점진적 제시’로 구분하였으며, 시험 유형은 ‘재학습’, ‘문제풀이’, ‘완성하기’로 구분하였다.

### 1. 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 학습 성과에 미치는 영향

복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 학습 성과에 미치는 영향을 분석한 결과, 두 독립변수 간 상호작용 효과는 없었고, 주효과가 일부 존재하였다. 먼저, 복합적 과제 제시 전략의 경우 과제 검사에서는 ‘동시적 제시’와 ‘점진적 제시’ 집단 간 차이는 없었으나, 전이 검사에서는 학습 요소를 차례대로 제시한 ‘점진적 제시’ 집단이 과제의 학습 요소를 동시에 제시한 ‘동시적 제시’ 집단에 비해 학습 결과가 유의하게 높게 나타났다. 이는 초보 학습자에게 복합적 과제를 제시할 때, 학습 초기에는 분리된 형태의 학습 요소를 제시하지만, 점진적으로 요소 간 상호작용 정도를 증가시키는 형태로 제시하는 것이 학습 성과에 효과적이라는 선행연구 결과를 부분적으로 지지한다 (Blayney et al., 2010; Pollock et al., 2002). 이를 통해 초보 학습자의 장기적인 과제 수행이나 고차원적인 문제해결력 향상을 위해서는 학습 과제의 일부분을 먼저 학습한 후, 단계적으로 과제 복잡성을 증가시키는 것이 학습에 효과적임을 알 수 있다.

시험 유형의 경우 과제 검사에서는 시험 유형 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 학습과 시험 간격이 짧을 때는 복습과 시험 간의 학습 성과에 차이가 없으므로 시험효과가 나타나지 않는다는 선행연구 결과와 일치한다(Roediger & Karpicke, 2006; Johnson & Mayer, 2009). 전이 검사에서는 ‘완성하기’ 집단이 ‘재학습’ 집단보다 유의미한 긍정적 효과가 있었지만, ‘문제풀이’ 집단의 경우 ‘재학습’ 집단보다 평균 점수는 높았지만, 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 복합적 과제에서 시험 효과가 나타난다는 선행연구(Rohrer et al., 2010; Smith et al., 2016)를 부분적으로 지지하는 결과이다. 먼저, ‘완성하기’ 집단에서 시험효과가 나타난 이유는 ‘완성하기’ 집단의 경우 학습자 스스로 문제 해결절차의 주요 개념을 채워가면서, 그 해결과정을 의미 있게 인식할 수 있는 기회가 되었던 것으로 판단할 수 있다(van Merriënboer & Sweller, 2005). 또한, 논리적 순서가 뒤섞인 텍스트 기반 학습 과제에서 빈칸 채우기 과제를 시

험 유형으로 활용하였을 때, 시험효과가 나타났던 선행연구(De Jonge et al., 2015)와 유사한 결과이다. 이는 완성하기 과제가 복합적 과제를 기반으로 하는 교육 현장에서 긍정적 학습 성과를 이끌어 낼 수 있는 시험 유형임을 시사해준다. 다음으로 '문제풀이' 집단에서 시험효과가 나타나지 않은 결과는 선행연구와 상반되는 결과이다(van Gog & Kester, 2012). 이와 같은 결과가 도출된 원인은 본 연구의 전이 검사 문항의 특성 때문으로 판단된다. 전이 검사 문항은 과제 검사와 내용 및 난이도 측면에서 상이하게 구성되었고, WOE를 통해 배운 지식을 실제적 사례에 적용해야만 해결이 가능한 수준으로 구성되었다. 따라서 학습자에게 고차원적 문제해결을 위한 지원 및 도움이 필요했던 것으로 보인다. '완성하기' 집단의 경우 소거된 부분을 직접 채워보면서 학습과 전이 수행 수준을 연결시킬 수 있는 인지적 도움을 받았지만, '문제풀이' 집단의 경우 학습 후 어떠한 지원 없이 전통적 문제풀이 형태의 학습 과제 수행이 이루어졌으므로, 학습자에게 효율적인 전이 수행을 위한 일련의 준비 단계가 없었던 것으로 보인다. 마지막으로 학습 성과 측면에서 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형 간의 유의미한 상호작용은 나타나지 않았다. 본 연구는 학습자의 제한된 작동 기억을 용량을 초과하지 않는 범위 내에서 복합적 과제가 제시되어야 학습한 과제를 성공적으로 인출할 수 있다고 가정하였다. 즉, 과제 제시 전략을 통한 부호화 과정과 시험을 통한 인출 과정 간 상호작용이 나타날 것으로 예상했지만, 이와 다른 결과가 나타났다. 이는 과제 제시 전략과 시험 유형이 서로 영향을 주지 않고, 각기 다른 과정을 통해 개별적으로 학습 성과에 영향을 미치는 것을 의미한다.

## 2. 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 인지부하에 미치는 영향

복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 인지부하에 미치는 영향을 분석한 결과, 두 독립변수 간 상호작용 효과는 없었고, 주효과만 일부 존재하였다. 먼저, 복합적 과제 제시 전략의 경우 집단 간 유의한 차이가 없었다. 이는 '점진적 제시'의 경우 내재적 인지부하를 조절 할 수 있는 전략이므로 학습자가 인식하는 인지부하가 낮았다는 선행연구와 상반되는 결과이다(van Merriënboer & Sweller, 2005). 이는 학습자 입장에서 복합적 과제 제시 전략인 '점진적 제시'와 '동시적 제시'를 다르게 인식하지 못하였음을 의미한다. 또는, 과제 제시 전략의 효과가 교수적 처치 측면에서 그 효과가 없을 가능성 보다는 비교적 짧은 실험 기간 때문에 처치의 효과를 충분히 포착하기에 어려웠을 가능성이 있다.

다음으로 시험 유형의 경우 집단 간 유의한 차이가 있었다. 사후검증 결과 '문제풀이'

이' 집단이 '재학습' 집단의 인지부하와 비교하여 통계적으로 유의하게 낮았다. 이는 '재학습' 집단이 '문제풀이' 집단보다 인지부하 측면에서 효과적이라는 선행연구(van Gog & Kester, 2012)와 반대되는 결과이다. 또한, WOE를 통해 학습한 후 일반적인 문제해결로의 변화는 인지과부하를 초래할 수 있으므로, 그 중간에 완성하기 과제를 활용할 경우 인지부하가 조절될 수 있다는 기존 연구(Renkl et al., 2002)와도 상반되는 결과라 볼 수 있다. 이와 같은 결과가 나타난 것에 대하여 다음과 같은 원인을 고려해볼 수 있다. 본 연구의 경우 선행연구(van Gog et al., 2011; van Gog & Kester, 2012)에 비해, 피험자들의 연령이 낮을 뿐만 아니라, 학습 과정인 WOE와 문제의 반복 횟수가 비교적 많았기 때문에 학습 과정에서의 집중 정도가 낮았다. 그러므로 '재학습', '완성하기' 집단의 경우 학습 후 제공되는 처치에 대하여 유의미하게 받아들이기 보다는 동일한 내용을 반복하는 것으로 여겨 외재적 인지부하가 증가한 것으로 보인다. 자동화, 인지적 스키마 획득에 도움이 되지 않는 정보를 제시하는 것은 학습자의 인지구조 내에 불필요한 인지처리가 발생하여 외재적 인지부하를 유발하기 때문이다(Sweller, 2006).

마지막으로 인지부하에서 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형 간의 유의미한 상호작용은 나타나지 않았다. 이는 '동시적 제시' 전략에서 나타난 '재학습' 집단과 '문제풀이' 집단 간의 차이가 '점진적 제시' 전략에서도 그대로 유지되었다는 것을 의미한다. 즉, 인지부하 관점에서 볼 때, 복합적 과제 제시 전략에 비해 시험 유형의 주효과가 상대적으로 크게 나타나 두 변수 간 상호작용 효과를 상쇄한 것으로 판단된다.

### 3. 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형에 따른 교수효율성 효과

학습 과정 중에 지각한 인지부하와 전이 검사를 동시에 고려한 교수효율성의 관점에서 WOE를 통해 학습한 후 완성하기 과제 형태의 시험을 제시하는 방법이 가장 효율적인 교수 방법인 것으로 나타났다. 사후검증 결과 '완성하기' 집단과 '재학습' 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 비록 두 집단 간 인지부하 측면에서는 유의한 차이가 없었지만, '완성하기' 집단이 학습 성과 측면에서 이를 상쇄할 수 있는 결과를 획득하여, 이와 같은 결과가 나타난 것으로 볼 수 있다. 즉, WOE기반 복합적 과제에서 완성하기 과제 형태의 시험 유형을 학습자에게 제공한다면 학습자는 보다 낮은 인지적 노력으로 다른 집단과 동일한 수준의 학습 과제 수행이 가능하다는 것을 의미한다. 다음으로 복합적 과제 제시 전략의 경우 '동시적 제시'와 '점진적 제시' 집단 간 유의한 차이가 없었다. 이 같은 결과가 나타난 이유는 '점진적 제시' 집단의 경우 전이 검사에서 '동시적 제시' 집단보다 유의미한 학습 성과가 존재하였지만, 그 차이보다

학습자가 학습 과정 중 발생한 인지부하를 상대적으로 크게 인식하였기 때문에 판단된다. 마지막으로 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형 간의 유의미한 상호작용은 나타나지 않았다. 이는 과제 제시 전략이 교수효율성에 미치는 결과가 시험 유형의 차이에 따라 달라지지 않는다는 것을 의미한다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 시사점을 논의하면 다음과 같다. 먼저, 학습 전이를 위하여 학습자와 학습과제의 수준을 고려하여, 복합적 학습 과제를 점진적으로 제시하는 것이 필요하다. 이와 같은 제시 전략을 활용할 때, 단순히 과제 복잡성 정도를 낮추기 위하여 학습 요소를 분절화 하는 것이 아니라, 요소 간의 상호작용을 고려하여 유기적으로 제시해야 할 것이다.

또한, 복합적 과제에서 시험효과에 대한 상반된 연구결과가 존재하는 가운데, 복합적 과제에서 시험효과를 규명하고, 나아가 복합적 학습에서 완성하기 과제가 새로운 시험 유형으로 활용될 수 있음을 제시함으로써 시험효과 연구에 이론적 시사점을 제공하였다. 복합적 과제에서 시험은 학습자의 학습 성과를 유의미하게 설명하는 학습전략이다. 시험은 실제 학교 현장에서 단원평가, 쪽지시험, 형성평가 등 다양한 형태로 활용되고 있으나, 학습 성과 평가 수단에 그치고 있는 실정이다. 또한, 학습자 스스로 시험을 학습 성과를 높이기 위한 학습전략으로 선택하기는 쉽지 않다. 따라서 시험을 학습 성과를 향상시킬 수 있는 학습 기제로 여기고, 학습한 내용을 효과적으로 저장 및 인출할 수 있는 학습 환경 설계가 필요하다. 이에 지필검사 형태의 시험 대신 자기 설명하기 활동, 동료 학습을 통한 지식 인출 과정에 대한 대안적 접근이 필요하다.

#### 4. 연구의 제한점 및 제언

본 연구의 제한점과 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 인지부하 측정의 객관성을 높이고 각 부하별로 측정할 필요가 있다. 본 연구에서 인지부하 측정은 주관적 측정법을 활용하여 학습자가 인식하는 인지적 노력으로 인지부하의 총합만을 측정하였다. 이에 내재적, 외재적 인지부하가 최적화 되어 본유적 인지부하가 활성화 될 수 있는 학습 과정을 면밀히 파악할 수 없었다. 따라서 인지부하의 세 가지 종류를 각각 측정하기 위한 객관적인 측정지표를 사용할 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 복합적 과제의 '복합성'을 인지부하이론에 근거하여 정의하였다. 그러나 복합적 과제에서의 시험효과 관련한 선행연구에서 과제의 '복합성'에 대한 모호함을 지적하며(Fiorella & Mayer, 2016; Karpicke & Aue, 2015), 객관적인 지표로 '복합성'을 규정해야 함을 지적하고 있다. 본 연구는 그 부분을 명확히 밝히는데 한계가 있었으며,

복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 학습 성과, 인지부하, 교수효율성에 미치는 영향

후속연구에서는 cohmatrix tool 등을 활용하여 ‘복합성’을 양적인 측면으로 접근할 필요가 있다.

마지막으로, 학습자가 복합적 과제를 익히거나, 학습 요소를 점진적으로 제시하는 복합적 과제 제시 전략 효과가 충분히 드러나기에는 본 연구의 실험 기간이 비교적 충분하지 않았다. 이에 학습과 인출 과정을 장기적으로 분석할 수 있도록 실험 기간을 확보하는 문제를 후속연구에서 신중하게 검토할 필요가 있다.

## 참고문헌

- 류지현 (2012). 그림과 텍스트의 이해과정에서 텍스트의 줄 길이와 교수효율성 수준의 상호작용 효과. *교육공학연구*, 28(1), 1-27.
- (Translated in English) Ryu, J. (2012). The interaction effect of instructional efficiency and line length in comprehension of picture and text. *Journal of Educational Technology*, 28(1), 1-27.
- 시지현 (2013). 인지부하이론의 관점에서 네 가지 교수효율성 비교 연구. *교육정보미디어연구*, 19(4), 881-903.
- (Translated in English) Si, J. (2013). A comparative study on four instructional efficiencies from the cognitive load perspective. *The Journal of Educational Information and Media*, 14(4), 881-903.
- 이효진, 김동식 (2013). CSCL에서 완성하기 과제의 소거 수준과 자신에게 설명하기 활동의 제공 방식이 협력부하 및 협력학습성과에 미치는 영향. *교육공학연구*, 29(3), 541-572.
- (Translated in English) Lee, H., & Kim, D. (2013). The effects of completion level of learning task and self-explanation strategies on collaboration load and collaboration outcomes in computer-supported collaborative learning. *Journal of Educational Technology*, 29(3), 541-572.
- 정효정, 김동식 (2006). CSCL에서 WOE의 유형이 지식 공유 과정에 미치는 영향. *교육공학연구*, 22(3), 23-56.
- (Translated in English) Jung, H., & Kim, D. (2006). The effects of the worked-out example types on knowledge sharing process in computer supported collaborative learning. *Journal of Educational Technology*, 22(3), 23-56.
- 최효식 (2016). 학업성취 수준에 따른 시험효과(Testing Effect) 연구: 기억, 유능감, 동기, 정서를 중심으로. *학습자중심교과교육연구*, 16(11), 731-758.
- (Translated in English) Choi, H. (2016). Study on testing effect according to academic achievement Level : Memory, competence, motivation and emotion. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 16(11), 731-758.
- 최효식, 신태섭, 연은모 (2015). 반복 인출을 촉진하는 문제집 풀이 방법이 기억과 메타인지적 판단에 미치는 영향. *아시아교육연구*, 16(2), 315-339.
- (Translated in English) Choi, H., Shin, T., & Yeon, E. (2015). The effects of screen design and motivational message on cognitive load in expository text. *Asian Journal of Education*, 16(2), 315-339.

- Adesope, O. O., Trevisan, D. A., & Sundararajan, N. (2017). Rethinking the use of tests: A meta-analysis of practice testing. *Review of Educational Research*, 87(3), Advance online publication.
- Atkinson, R. K., Derry, S. J., Renkl, A., & Wortham, D. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 70(2), 181-214.
- Ayres, P. (2013). Can the isolated-elements strategy be improved by targeting points of high cognitive load for additional practice?. *Learning and Instruction*, 23, 115-124.
- Blayney, P., Kalyuga, S., & Sweller, J. (2010). Interactions between the isolated - interactive elements effect and levels of learner expertise: Experimental evidence from an accountancy class. *Instructional Science*, 38(3), 277-287.
- Butler, A. C., & Roediger, H. L. (2008). Feedback enhances the positive effects and reduces the negative effects of multiple-choice testing. *Memory & Cognition*, 36(3), 604-616.
- Coppens, L. C., Verkoijen, P. P., & Rikers, R. M. (2011). Learning Adinkra symbols: The effect of testing. *Journal of Cognitive Psychology*, 23(3), 351-357.
- De Jonge, M. O., Tabbers, H. K., & Rikers, R. M. J. P. (2015). The effect of testing on the retention of coherent and incoherent text material. *Educational Psychology Review*, 27(2), 305-315.
- Endres, T., Carpenter, S., Martin, A., & Renkl, A. (2017). Enhancing learning by retrieval: Enriching free recall with elaborative prompting. *Learning and Instruction*, 49, 13-20.
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Eight ways to promote generative learning. *Educational Psychology Review*, 28(4), 717-741.
- Greeno, J. (1978). Natures of problem-solving abilities. In W. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes*, Vol.5 (pp. 239-270). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hair, J., Black, B., Babin, B., & Anderson, R. (2006). *Multivariate data analysis* (6th ed.). Saddle River: Prentice Hall.
- Hinze, S. R., & Wiley, J. (2011). Testing the limits of testing effects using completion tests. *Memory*, 19(3), 290-304.
- Johnson, C. I., & Mayer, R. E. (2009). A testing effect with multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 621-629.
- Kalyuga, S. (2011). Cognitive load theory: How many types of load does it really need? *Educational Psychology Review*, 23(1), 1-19.

- Karpicke, J. D., & Aue, W. R. (2015). The testing effect is alive and well with complex materials. *Educational Psychology Review*, 27(2), 317-326.
- Karpicke, J. D., & Grimaldi, P. J. (2012). Retrieval-based learning: A perspective for enhancing meaningful learning. *Educational Psychology Review*, 24(3), 401-418.
- Karpicke, J. D., & Roediger, H. L. (2008). The critical importance of retrieval for learning. *Science*, 319(5865), 966-968.
- Leahy, W., Hanham, J., & Sweller, J. (2015). High element interactivity information during problem solving may lead to failure to obtain the testing effect. *Educational Psychology Review*, 27(2), 291-304.
- Lee, H., Plass, J. L., & Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer-based science simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 902-913.
- Mayer, R. E. (2002). Rote versus meaningful learning. *Theory into practice*, 41(4), 226-232.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & van Gerven, P. W. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63-71.
- Paas, F. G., & van Merriënboer, J. J. (1993). The efficiency of instructional conditions: An approach to combine mental effort and performance measures. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 35(4), 737-743.
- Paas, F. G., & van Merriënboer, J. J. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6(4), 351-371.
- Paas, F. G., Van Merriënboer, J. J., & Adam, J. J. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and Motor Skills*, 79(1), 419-430.
- Plass, J. L., Moreno, R., & Brünken, R. (2010). *Cognitive Load Theory*. Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- Pollock, E., Chandler, P., & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12(1), 61-86.
- Renkl, A. (2014). Toward an institutionally oriented theory of example-based learning. *Cognitive Science*, 38(1), 1-37.
- Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2010). Learning from worked-out examples and problem solving. In J. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive load theory and research in educational psychology* (pp.91-108), New York: Cambridge University Press.

- Renkl, A., Atkinson, R. K., Maier, U. H., & Staley, R. (2002). From example study to problem solving: Smooth transitions help learning. *The Journal of Experimental Education*, 70(4), 293-315.
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning - Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17(3), 249-255.
- Roelle, J., & Berthold, K. (2017). Effects of incorporating retrieval into learning tasks: The complexity of the tasks matters. *Learning and Instruction*, 49, 142-156.
- Rohrer, D., Taylor, K., & Sholar, B. (2010). Tests enhance the transfer of learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(1), 233-239.
- Rourke, A., & Sweller, J. (2009). The worked-example effect using ill-defined problems: Learning to recognise designers' styles. *Learning and Instruction*, 19(2), 185-199.
- Smith, M. A., Blunt, J. R., Whiffen, J. W., & Karpicke, J. D. (2016). Does providing prompts during retrieval practice improve learning?. *Applied Cognitive Psychology*, 30(4), 544-553.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295-312.
- Sweller, J. (2006). The worked example effect and human cognition. *Learning and Instruction*, 16(2), 165-169.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York, NY: Springer.
- Sweller, J., & Cooper, G. A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 2(1), 59-89.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Tran, R., Rohrer, D., & Pashler, H. (2015). Retrieval practice: the lack of transfer to deductive inferences. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(1), 135-140.
- Tuovinen, J. E., & Paas, F. (2004). Exploring multidimensional approaches to the efficiency of instructional conditions. *Instructional Science*, 32(1-2), 133-152.
- van Gog, T., & Kester, L. (2012). A test of the testing effect: acquiring problem solving skills from worked examples. *Cognitive Science*, 36(8), 1532-1541.
- van Gog, T., Kester, L., Dirx, K., Hoogerheide, V., Boerboom, J., & Verhoeijen, P. P. J. L. (2015). Testing after worked example study does not enhance delayed problem-solving

- performance compared to restudy. *Educational Psychology Review*, 27(2), 265-289.
- van Gog, T., Kester, L., & Paas, F. (2011). Effects of worked examples, example-problem, and problem-example pairs on novices' learning. *Contemporary Educational Psychology*, 36(3), 212-218.
- van Gog, T., & Sweller, J. (2015). Not new, but nearly forgotten: the testing effect decreases or even disappears as the complexity of learning materials increases. *Educational Psychology Review*, 27(2), 247-264.
- van Merriënboer, J. J., & Kirschner, P. (2012). *Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design* (2nd Rev. ed.). New York, NY: Routledge/Taylor & Francis Group.
- van Merriënboer, J. J., & Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning: Recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147-177.
- van Merriënboer, J. J., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory in health professions education: design principles and strategies. *Medical Education*, 44, 85-93.
- Zaromb, F. M., & Roediger, H. L. (2010). The testing effect in free recall is associated with enhanced organizational processes. *Memory & Cognition*, 38(8), 995-1008.

# 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형이 학습 성과, 인지부하, 교수효율성에 미치는 영향

주 현 (한양대학교)

나 청 수 (한양대학교)

김 동 식\* (한양대학교)

## 〈요 약〉

본 연구는 복합적 과제에서 과제 제시 전략과 시험 유형이 학습 성과, 인지부하, 그리고 교수효율성에 미치는 영향을 규명함으로써 복합적 과제에서 효율적인 교수전략을 모색하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 복합적 과제 제시 전략에 따라 학습 요소를 동시에 제시하는 ‘동시적 제시’ 집단과 학습 요소들을 계열화하여 제시하는 ‘점진적 제시’ 집단으로 구분하였고, 시험 유형을 ‘전통적 문제풀이’, ‘완성하기 과제’, ‘재학습’으로 구분하였다. 서울 소재 M중학교 1학년 총 155명의 대상으로 실험을 진행하였다. 연구 결과에 따르면, 전이 검사에서 복합적 과제 제시 전략과 시험 유형의 주효과가 나타났으며, 인지부하에서는 시험 유형의 주효과만 나타났다. 마지막으로 완성하기 과제를 시험 유형으로 활용하였을 때 높은 교수효율성을 보였으며, 이는 낮은 인지적 노력으로 높은 학습 성과 획득이 가능함을 시사한다.

주요어 : 복합적 과제 제시 전략, 시험효과, 인출연습, 교수효율성, 인지부하

† 교신저자 : 김동식, 한양대학교, kimdsik@hanyang.ac.kr