

## RESEARCH ARTICLE

# Analysis of Elementary Students' Attention in Video-Based Review and Preview for Science Classes

Sojung Lee<sup>1</sup>, Ilho Yang<sup>2</sup>, Seongun Kim<sup>3\*</sup><sup>1</sup>Yangpo Elementary School<sup>2</sup>Korea National University of Education<sup>3</sup>Chungbuk Carbon Neutrality support Center

## 동영상을 활용한 과학교과의 복습과 예습에서 나타나는 초등학생의 주의집중 분석

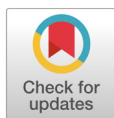
이소정<sup>1</sup>, 양일호<sup>2</sup>, 김성운<sup>3\*</sup><sup>1</sup>양포초등학교, <sup>2</sup>한국교육대학교, <sup>3</sup>충청북도탄소중립지원센터,

\*Corresponding Author: auul@naver.com

### ABSTRACT

The use of videos for review and preview has been widely adopted as a strategy to complement classroom instruction. The purpose of this study is to analyze elementary school students' attention and gaze allocation in science review and preview situations using video-based learning by extracting mind wandering (MW) and gaze attention through eye-tracking methods. The study participants were 13 sixth-grade elementary school students. The tasks for review and preview were selected based on the class curriculum and involved editing EBS educational videos into 10-minute segments. Data collection was conducted using Tobii's X2-60 eye-tracking device. The review task was performed after the classroom lesson, whereas the preview task was performed before the classroom lesson. For data analysis, MW occurrences were identified and extracted based on fixation durations of over 400 ms that lasted for at least 2 seconds. Fixation duration for AOIs (Areas of Interest) was also extracted and analyzed. The results showed that MW, indicating disengagement of attention, occurred at an average rate of 3.09% in the review task and 2.54% in the preview task, with no significant difference in MW time and frequency between the two conditions. Additionally, there was no significant difference in MW time between the review-preference and preview-preference groups during task performance. The frequency of MW occurring in each TOI (Time of Interest) segment of the review and preview tasks also showed no significant difference. Regarding gaze attention allocation, students paid more attention to lecture slides in the review condition, while they focused more on the teacher in the preview condition. These findings suggest that although there is no significant difference in the level of attention between review and preview tasks, different cognitive processing patterns emerge in each condition.

**Key words:** Video-based learning, eye-tracking method, review, preview, mind wandering



### OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning  
2025, Vol. 15, No. 1, 109-127<https://doi.org/10.31216/BDL.2025.15.1.7>**Received:** February 25, 2025**Revised:** March 14, 2025**Accepted:** March 26, 2025© 2025. Institute of Brain based Education,  
Korea National University of Education

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## Introduction

동영상 활용 학습은 학교에서의 공식적 학습에서 뿐만 아니라 학생들의 개인 학습, 각종 교육 프로그램 등의 비공식 학습에도 활용되고 있으며, 최근 웹 활용 교육기술의 발전과 COVID-19 팬데믹기간 비대면 온라인 학습 확장으로 점차 확대되어 왔다(Guo et al., 2014; Seaman et al., 2018; Turnbull et al., 2021). 동영상 활용 학습은 다수를 대상으로 개발되어 온라인에서 배포하므로 학생들은 비교적 적은 비용으로 시간과 장소에 구애없이 쉽게 학습이 가능하고(Njie-Carr et al., 2017; Sharples, 2000), 학습 내용을 반복적으로 검토가능하며(Terras & Ramsay, 2015), 멀티미디어 사용으로 학습 동기 유발 및 성취도 향상에도 효과적임을 보고하고 있다(Vogt et al., 2010). 이러한 장점으로 동영상 활용 학습은 MOOC, 칸아카데미 등과 같은 평생교육 온라인 교육 서비스에서 주요 강의 자료로 활용될 뿐만 아니라, 교육방송, e학습터와 같이 교실 수업을 보완하기 위한 도구로도 널리 활용되고 있다(Barranquero-Herbosa et al., 2022; Gorissen et al., 2012).

학교현장에서 교실 수업 보완을 위해 동영상을 활용하는 전략으로는 크게 복습과 예습으로 나타난다. 동영상 활용 복습은 교실 수업 후에 학습 내용과 관련된 동영상이나 녹화된 수업을 이용해서 학습하는 일반적인 학습전략이다(Palmer et al., 2019). 이러한 동영상 활용 복습은 학생들이 수업 내용을 완전히 이해할 수 있는 추가 시간을 얻어 내용에 대한 친숙도를 높일 수 있다(Palmer et al., 2019; Terras & Ramsay, 2015). 또한, 동영상을 활용한 예습은 복습과 마찬가지로 흔히 사용되는 전략으로, 교실 수업 전에 학습과 관련된 내용으로 학생들의 선행지식과 경험을 충분히 끌어낼 수 있게 하는 전략이다(Hong & Park, 2024), 특히 최근 주목받고 있는 거꾸로 수업에서 수업 전 예습을 위한 자료로 동영상이 널리 활용되고 있다(Liu et al., 2024).

동영상을 활용한 학습이 폭넓게 활용되고 있지만 두드러진 단점으로 주목되어 온 것이 있는데, 이는 학습 중에 학생들의 주의가 산만해질 위험이 크다는 것이다(Risko et al., 2012; Schacter & Szpunar, 2015; Szpunar et al., 2013). 교실 수업에서는 질문과 답변, 피드백 같은 교사와 학생사이의 물리적인 대면 상호작용이 존재하는 반면, 동영상 활용 학습에서는 교사나 동료와의 즉각적인 상호작용이 없다(Ilgaz et al., 2014). 또한, 동영상 활용 학습은 교실 수업보다는 상대적으로 단조로워 인지적 노력이 덜 필요하므로(Smeekens & Kane, 2016), 화면 외 환경의 자극에 노출되기 쉽다(Korving et al., 2016). 때문에 학생들은 동영상 활용 학습 중에 높은 수준의 주의를 지속적으로 유지해야 하지만(Ren et al., 2013; Steinmayr et al., 2010), 쉽게 산만해지므로 낮은 성취도를 보이게 될 수 있다(Schacter & Szpunar, 2015; Smallwood & Schooler, 2006; Szpunar et al., 2013). 이에 이번 연구에서는 동영상 활용 복습과 예습에서 나타나는 학생들의 주의집중에 초점을 맞추고자 한다. 동영상을 활용한 복습과 예습에서 주의집중을 지속적으로 유지하는 것은 효과적인 학습을 결정하는 중요한 조건으로 볼 수 있으므로(Chen, 2012), 교실학습의 보완책으로써 복습과 예습 전략에 동영상을 활용하는 것의 효과성에 대해서 알아볼 수 있는 기초적인 접근이 될 수 있다.

동영상을 활용한 복습 및 예습의 효과와 관련된 선행연구는 몇 차례 이루어져 왔다. Meija & Dunkelb (2020), Kim (2016)의 연구에서는 동영상을 활용한 복습을 통해 자기 효능감과 성취도의 향상이 나타났고 Almuslamani et al. (2020)의 연구에서는 동영상을 활용한 예습에서 수업참여도의 향상이 나타났다. 그러나 Palmer et al. (2019)은 동영상으로 녹화된 강의를 이용한 복습이 학습 내용의 기억과 관련된 이점이 없으며 비효율적이라고 보고했고, Li (2021)는 동영상을 활용한 예습이 이후의 실제 교실 학습을 촉진시키지 못했다고 보고했다. 또한, Seo & Kim (2020), Ilgaz et al. (2014)은 동영상을 활용한 예습과정에서 학생들의 주의집중이 낮아 예습을 충실히 수행하기가 어려웠음을 보고하고 있다. 이처럼 동영상을 활용한 복습과 예습은 사람들

에게 익숙하면서도 중요한 학습 전략이지만 그 효과성에 대해서는 확답하지 못했다. 이에 본 연구에서 복습과 예습의 효과에 대한 과학적 증거를 제시하기 위해 동영상 활용 학습의 효과성을 판별하는 중요한 요소 중의 하나인 주의집중의 관점에서 살펴보는 것은 의미가 있다.

이번 연구에서는 동영상 시청 중 학생들의 주의집중을 정량적으로 평가하기 위해 마인드윈더링(Mind Wandering, 이하 MW)을 판별하여 분석하고자 한다. MW란 정신적 방향을 의미하며 학생들이 현재 과제와 관련 없는 생각을 하는 현상으로 정의된다(Feng et al., 2013). 학생들은 동영상 시청에서 학습 내용에 지속적으로 주의를 기울여야 한다. 그러나 다양한 외부 및 내부 요인에 의해 종종 MW를 경험하게 되며 학습에 주의집중하지 못하여(Smallwood & Schooler, 2006; Smallwood, 2013) 내용 이해에 부정적인 영향을 미치게 된다(Szpunar et al., 2013; Unsworth et al., 2012). 동영상 시청 중 학생들에게서 나타나는 MW를 판별하는 것은 학생들의 주의집중을 정량화 할 수 있고 이를 바탕으로 동영상 활용 복습과 예습의 효과성을 탐구할 수 있을 것으로 생각된다.

MW의 판별에는 두가지 방법이 있다. 과제 수행 중 연구참여자 자신이 MW를 경험하게 되면 즉각 연구자에게 보고하는 자가 포착 방식이 있고, 과제 수행 중 정기적 또는 간헐적인 시간 간격이나 특정 조건에서 연구참여자에게 현재의 MW 여부를 보고하게 하는 탐침방식이 있다(Smallwood & Schooler, 2015). 이러한 방법들은 MW를 타당하게 판별하는 것으로 여겨지고 있다(Varao-Sousa & Kingstone, 2019; Zhang et al., 2020). 그러나 이러한 MW포착방식을 사용한 연구는 초등학생 보다 메타인지능력이 큰 성인 대학생 또는 고등학생을 대상으로 주로 이루어졌고, MW경험의 빈도는 추적 가능하나 MW 시간은 측정하기 어렵다는 단점이 있다. 또한, 대면강의 보다 길이가 상대적으로 짧은 동영상 활용 학습에서는 MW판별 행위 자체가 학생들의 학습에 영향을 미칠 가능성이 높다. 이에 이번 연구에서는 기존의 MW포착방식의 단점을 보완하기 위해서 시선추적방법을 도입하고자 한다. 최근 여러 선행연구에서 MW포착을 위해 시선추적방법을 활용하고 있으며, 눈깜빡임 속도, Fixation duration의 길이, Fixation dispersion 등을 활용하여 타당하게 MW를 판별해 왔다(Hutt et al., 2016; Hutt et al., 2017; Jang et al., 2020; Lee et al., 2023; Lim et al., 2021; Zhang et al., 2020).

시선추적방법을 활용하면 연구의 생태학적인 타당도를 높일 수 있을 것이다. 이번 연구에서는 시선추적방법을 활용한 MW추출로 복습과 예습에서 나타나는 주의집중 정도에 대해서 정량적으로 분석하고, 시선추적방법을 통한 시선주의 위치의 분석으로 복습과 예습에서 나타나는 시선주의의 배분에 대해서 분석하고자 한다. 이 연구는 일반적으로 널리 활용되는 동영상을 활용한 복습과 예습의 효과성을 주의집중의 관점에서 검토하게 하여, 동영상을 활용한 복습과 예습에서 나타나는 주의집중 양상과 어떤 전략이 더 효과적일 수 있는지에 대해 살펴볼 것이다. 또한 동영상 활용 복습과 예습의 효과성을 높이기 위한 방안을 도출할 수 있을 것이다.

이번 연구의 목적은 시선추적방법으로 MW와 시선주의를 추출하여 초등학생들의 동영상을 활용한 과학 교과 복습과 예습 상황에서의 주의집중을 분석하는 것이다. 이에 연구의 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

1. 초등학생들의 동영상 활용 복습과 예습에서 나타나는 MW은 어떠한가?
2. 초등학생들의 동영상 활용 복습과 예습에서 강사와 강의슬라이드에 대한 시선주의의 배분은 어떠한가?

## Methods

### Participants

이 연구의 연구참여자는 연구자 중 1인이 담임교사를 맡고 있는 우리나라의 중부지방 소재 초등학교 6학년 한 학급의 학생들이다. 학생들을 대상으로 손잡이 검사를 실시하여 손잡이를 확인하였다. 연구참여자로 오른손잡이이며 안구 병력 및 시력 이상이 없는 학생 중 연구에 자발적으로 참여하고자 하는 학생을 모집하였다. 본 연구의 특성상 동영상 통해 복습과 예습의 학습이 이뤄져야 하는 만큼 기초적인 과학학습능력을 갖추는 것이 필요하며, 과제에 대한 선행학습 여부가 동영상 활용 학습에 영향을 미칠 것이므로 이를 고려했다. 모집된 연구참여자는 학기초 실시한 과학과 진단평가 결과, 보통이상의 수준(100점 만점에 61점 이상)임을 확인했고, 식물의 구조와 기능 및 빛과 렌즈 단원의 선행학습을 하지 않은 것을 확인하였다. 선정된 연구참여자는 15명이며 시선추적연구에 대한 설명과 함께 학생 본인과 학부모의 동의를 받았다. 시선추적 결과, 시선추적율이 70% 이하인 학생 2명을 분석에서 제외하고 총 13명(남 8, 여 5)의 자료를 분석하였다. 연구는 K대학교의 생명윤리심의위원회의 사전 승인을 받았다.

### Tasks

과제개발을 위해 복습과 예습 과제 적용을 위한 차시를 선정하였다. 차시 선정은 학급 교육과정에 따라 6학년 1학기 6월 이후에 배정된 차시 중 복습과 예습 과제 중 한 과제의 수행이 다른 과제 수행에 영향을 미치지 않도록 각각 다른 단원의 차시로 선정하였다. 그리고 각 과제가 서로 영향을 미치지 않도록 복습과 예습 과제의 사이에는 보름 이상의 공백을 두었다. 또한 복습과 예습 과제에서 다루는 내용이 학생들의 흥미, 학습량, 난이도, 시각적 정보량에서 유사한 것으로 정했다. 복습과제로는 6학년 1학기 3단원 식물의 구조와 기능 단원 중 “줄기의 구조와 기능은 무엇일까요”를 선정하였으며, 예습과제로는 6학년 1학기 4단원 빛과 렌즈 단원 중 “빛이 볼록 렌즈를 통과할 때 어떻게 나아갈까요”를 선정하였다. 또한 선정된 차시에 따라 학생들의 복습과 예습과제 수행을 위한 동영상을 선정하였다. 동영상은 EBS교육방송에서 2024년에 제작되었으며 해당 차시의 내용을 다루며 동일한 강사가 강의하는 교육영상으로 선정하였다. 동영상은 10분 가량으로 편집하였으며 차시의 핵심 내용을 중심으로 강사와 슬라이드가 지속적으로 노출되는 부분을 발췌하여 사용하였다. 차시 선정과 동영상 선정 및 편집의 모든 과정에서는 두 과제의 과학교육전문가 2인과 협의하여 결정하였다.

연구 참여자들이 속한 학급의 과학수업은 모두 과학전담교사가 진행하였으므로 복습에 앞서 진행될 과학수업과 예습 이후에 진행될 과학수업 역시 과학전담교사가 진행하였다. 복습과 예습을 위한 수업은 학생중심의 탐구활동을 실시하는 형태로 수업지도안을 작성하였고, 사전에 수업진행에 대해서 과학전담교사와 논의하여 연구자의 의도를 전달하였다.

### Data Collection

자료의 수집은 2024년 6월 초부터 7월 말까지 이루어졌다. 복습과 예습 과제 수행은 외부광원과 소음이 최소화된 학교 내 별도 교실 공간에서 연구참여자가 한 사람씩 이루어졌다. 시선자료는 연구참여자가 과제를 수행하는 동안 Tobii사의 리모트형 시선추적장치인 Tobii X2-60 장비와 26인치 모니터를 활용하여 수집되었다. 복습과 예습 과제의 시선추적 과제 패러다임은 Fig. 1과 같다. 자리에 착석한 연구참여자는 과제에 대한 설명

을 듣고 9점 Clibration을 실시하였다. 이후 머리와 얼굴의 움직임을 자제할 것을 당부하는 텍스트가 10초 제시되고, 이후 실험 과제인 학습동영상을 약 10분간 시청하도록 하였다. 복습 과제 수행에서는 “즐거워하는 일” 동영상을 시청하도록 하였고 예습 과제 수행에서는 “볼록 렌즈의 특징” 동영상을 시청하도록 하였다. 예습 과제 수행 이후에는 앞서 복습과제와 예습과제 동영상 중 어떤 것이 더 주의집중이 용이했는지에 대한 의견을 물어보았다.

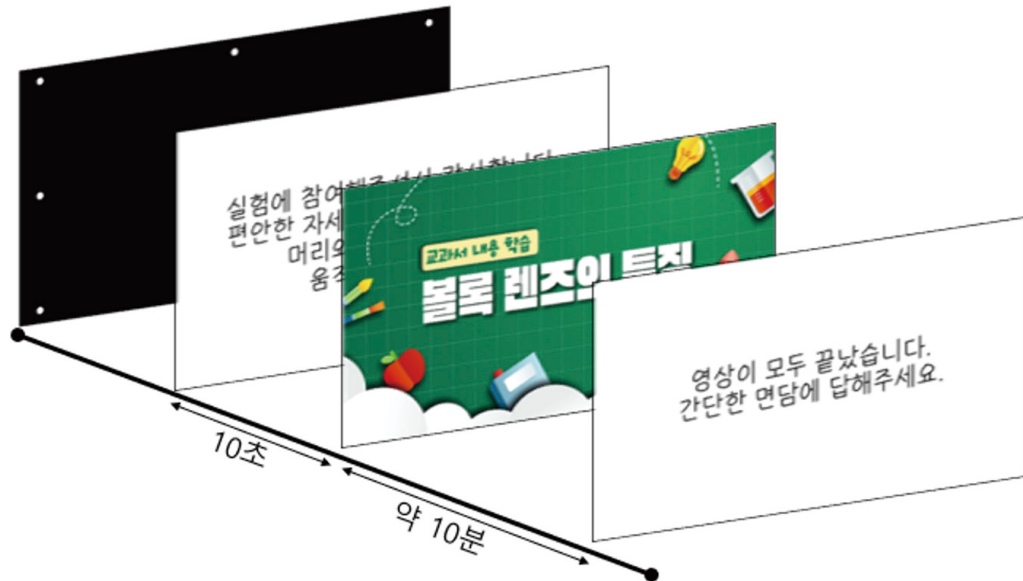


Fig. 1. Eye-tracking task paradigm

## Data Analysis

자료 분석을 위해 먼저 복습과 예습 동영상을 각 구간별로 TOI (Time of Interest)를 설정하였다. 복습과 예습 동영상은 각각 내용과 순서에 따라 동기유발, 설명1, 설명2, 설명3, 퀴즈로 구분하여 TOI로 설정하였다. 또한, 연구참여자의 MW를 분석하기 위해서 MW의 판별 기준을 설정하였다. MW구간에서는 Fixation duration이 증가하고 Fixation dispersion이 감소하는 특징이 나타남에 따라(Zhang et al., 2020), 여러 선행연구(Jang et al., 2020; Lee et al., 2023; Lim et al., 2021)에서 활용했던 MW 판별기준인 400ms 이상의 Fixation duration이 2초 이상 지속될 때를 MW 구간으로 판별하였다.

과제 수행 중 연구참여자들의 시선자료는 Tobii Pro Lab 프로그램을 이용하여 분석하였다. Minimum fixation duration은 MW판별과 분석을 했던 선행연구(Jang et al., 2020; Lee et al., 2023; Lim et al., 2021)와 마찬가지로 60ms로 설정하였고 Tobii Pro Lab의 Data export 기능을 이용해 과제 수행 중인 연구 참여자의 모든 수행 과정을 타임스탬프와 함께 Eye movement type, Gaze event duration과 같은 MW추출을 위한 시선이동 데이터를 추출하였다. 추출한 자료는 엑셀프로그램으로 MW 판별 기준에 따라 MW 발생구간을 설정하는데 활용하였다.

첫 번째 연구문제인 연구참여자의 동영상 활용 복습 과제와 예습 과제 수행에서 나타나는 MW를 비교분석하기 위하여 연구참여자들의 복습과 예습에서 나타난 MW의 총시간과 빈도를 추출하여 Wilcoxon 부호순위검정을 이용하여 통계적으로 비교하였다. 또한 MW이 처음 발생한 시간을 추출하여 복습 과제와 예습 과

제 수행에서 MW이 처음 발생한 시간을 Wilcoxon 부호순위검정을 이용하여 통계적으로 비교하였다. 그리고 앞서 기술한 것과 같이 연구참여자들이 생각한 복습과 연습 중 주의집중이 더 용이했던 과제 한 가지를 정하도록 하였고, 이에 따라 복습에서 주의집중이 잘 된 그룹과 연습에서 주의집중이 잘 된 그룹으로 구분한 뒤, 각 그룹별로 복습과제와 연습과제를 수행할 때 나타난 MW 총 시간을 통계적으로 비교 분석하기 위해 Mann-Whitney U 검정을 실시하였다. 추가적으로 복습과제와 연습과제의 수행 중 어떤 TOI구간에서 MW이 많이 나타나는지를 분석하였다.

두 번째 연구문제인 연구참여자의 동영상 활용 복습 과제와 연습 과제 수행에서 강사와 강의슬라이드에 대한 시선 주의의 배분은 어떠한지 분석하였다. 이를 위해 각 TOI 구간별로 강사와 강의슬라이드 위치에 따라서 강의슬라이드 AOI, 강사 AOI를 설정하였다(Fig. 2). 각 TOI 구간별로 각 AOI에 대한 Fixation duration을 추출하였고, 복습과제와 연습과제 수행에서의 시선 주의 배분의 차이를 분석하기 위해서 Wilcoxon 부호순위검정을 실시하였다.



Fig. 2. Example of AOI settings

## Results

### Mind Wandering in Elementary Students' Review and Preview Tasks Using Instructional Videos

#### Analysis of Total Duration and Frequency of Mind Wandering During Review and Preview Tasks

연구참여자 별로 복습과제와 연습과제 수행에서 나타난 MW의 총 시간과 빈도는 Table 1과 같다. MW은 연구참여자에 따라서 그 총 시간과 빈도에서 차이를 나타냈다. P3은 두 과제 모두에서 MW이 나타나지 않았고, P1과 P5의 경우에는 두 과제 중 한 과제에서만 MW이 나타났다. P8, P9는 복습과제와 연습과제 모두에서 MW의 시간과 빈도가 높게 나타났다. P2, P6, P7, P11의 경우는 복습과제에서 MW시간과 빈도가 높았고, 반대로 P4, P10, P12, P13의 경우는 연습과제에서 MW의 시간과 빈도가 높게 나타났다.

학생들의 MW 총 시간의 값 분포가 정규성을 만족하는지 확인하기 위해 Shapiro-Wilk 정규성 검정을 실시

하였다. 그 결과, 연습과제의 MW 총 시간은 정규분포를 따랐으나( $p=.528$ ) 복습과제의 MW 총 시간은 정규분포를 따르지 않았으므로( $p<.05$ ) 학생들의 MW 총 시간의 평균은 대표성을 가지지 않는 것으로 볼 수 있다.

복습과제와 연습과제에 따라서 MW의 시간과 빈도에 유의한 차이가 있는지를 분석하기 위해서 통계적 방법을 적용하였다. 연구참여자별 MW 총 시간과 MW 빈도는 자료의 정규성 가정을 만족하지 않았으므로 대

**Table 1.** MW total time and MW frequency observed in review and preview task

Participants	Review task			Preview task		
	MW total time		MW frequency	MW total time		MW frequency
	Time(ms)	%		Time(ms)	%	
P1	0	0.00	0	17718	2.72	7
P2	7917	1.35	3	4532	0.70	2
P3	0	0.00	0	0	0.00	0
P4	2217	0.38	1	22583	3.47	7
P5	9068	1.54	4	0	0.00	0
P6	14415	2.45	5	5583	0.86	2
P7	14700	2.50	6	10566	1.62	4
P8	30583	5.21	10	33896	5.20	10
P9	32956	5.61	13	29646	4.55	11
P10	7900	1.35	3	13117	2.01	5
P11	85048	14.48	9	10149	1.56	4
P12	24033	4.09	10	41024	6.30	17
P13	6800	1.16	3	26085	4.00	8
Average	18,125.92	3.09	5.92	16530.69	2.54	5.92

응 표본 비모수검정인 Wilcoxon 부호순위검정을 통해 분석하였다(Table 2). 분석결과, 복습과 연습 과제 수행에 따른 MW 시간과 빈도는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과로부터 MW 발생에 대한 연구참여자별 개인적 차이는 있었으나 복습과 연습에 따른 주의집중의 차이 정도는 크지 않다는 것을 알 수 있다.

**Table 2.** Results of the Wilcoxon signed-rank test on MW total time and frequency based on performance in review and preview task

Category	Preview - Review	N	Mean rank	Sum of ranks	Z	p(2-tailed)
MW total time	Negative Ranks	6	5.50	33.00	-.471	.638
	Positive Ranks	6	7.50	45.00		
	Ties	1				
MW frequency	Negative Ranks	6	4.83	29.00	-.357	.721
	Positive Ranks	5	7.40	37.00		
	Ties	2				

#### Analysis of the Onset Timing of the First Mind Wandering During Review and Preview Tasks

연구참여자별로 복습과제와 연습과제 수행에 따라서 첫 MW의 시점을 비교분석하기 위해 동영상 시청 중 첫 번째 MW이 나타난 시간을 추출하여 Table 3과 같이 나타냈다. 복습과 연습 과제에서 일부 연구참여자(P7의 복습, P10의 연습 등)에서는 동영상 초반부에 MW이 나타난 경우가 있었고 다른 일부참여자(P11의 연습, P13의 복습 등)에서는 동영상 후반부에 MW이 나타난 경우가 있었으며, 연구참여자 별로 복습 및 연습 과제에 따라 첫 MW 발생 시점이 다양한 구간에서 나타나고 있었다.

**Table 3.** Time of first MW appearance during performance in review and preview task

Participant	Time of first MW in review task(ms)	Time of first MW in preview task(ms)
P1	-	141858
P2	17632	31027
P3	-	-
P4	11872	249137
P5	8776	-
P6	201671	258717
P7	7936	238587
P8	9068	26783
P9	13420	103879
P10	105498	7883
P11	125226	312300
P12	98539	75116
P13	264956	26880

연구참여자별로 복습과제와 연습과제에 따라서 첫 MW이 나타난 시간이 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 대응 표본 비모수검정인 Wilcoxon 부호순위검정을 통해 분석하였으며 분석결과, 복습과 연습 과제 수행에서 첫 MW이 나타난 시간은 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 4).

**Table 4.** Results of Wilcoxon signed-rank test on time of first MW in review and preview task

Category	Preview - Review	N	Mean rank	Sum of ranks	Z	p(2-tailed)
Time of first MW	Negative Ranks	4	5.75	23.00	-.889	.374
	Positive Ranks	7	6.14	43.00		
	Ties	0				

Analysis of Mind Wandering in Two Groups: High Attention in Review vs. High Attention in Preview Tasks

연구참여자들이 복습과 연습 중 주의집중이 더 용이했던 과제로 응답한 면담결과에 따라 복습에서 주의집중이 잘 된 그룹과 연습에서 주의집중이 잘 된 그룹으로 구분한 결과는 Table 5와 같다. 3명의 연구참여자가 복습에서 주의집중이 용이하다고 응답했고, 나머지 연구참여자들은 연습에서 주의집중이 용이했다고 응답했다.

**Table 5.** Task that was easier for maintaining attention: review or preview

Category	Participant
Responded that review was easier	P2, P7, P9
Responded that preview was easier	P1, P3, P4, P5, P6, P8, P10, P11, P12, P13

복습 과제에서 주의집중이 잘 된 그룹과 연습 과제에서 주의집중이 잘 된 그룹으로 연구 참여자들을 구분한 후, 각 그룹별로 복습 과제와 연습 과제 수행 시 나타난 총 MW시간을 비교하였다. 이때, 두 그룹 간의 데이터가 정규성을 만족하지 않았으므로 독립표본 비모수 검정 방법인 Mann-Whitney U 검정을 사용하여 통계적 분석을 실시하였으며 그 결과는 Table 6과 같다. 복습과 연습 과제 수행에서 각각 나타난 MW시간에서 복습 선호 그룹과 연습 선호 그룹 간에 유의미한 차이가 없었다.

**Table 6.** Results of Mann-Whitney U test on MW time during review and preview task based on preference for review or preview

Category	Group	N	Mean rank	Sum of ranks	Z	p(2-tailed)
Review task	Review preference	3	9.00	27.00	-1.016	.310
	Preview preference	10	6.40	64.00		
	Total	13				
Preview task	Review preference	3	6.67	20.00	-.169	.866
	Preview preference	10	7.10	71.00		
	Total	13				

Analysis of Mind Wandering Frequency by TOI Segments During Review and Preview Tasks

복습과제와 예습과제 수행 중 어떤 구간에서 MW이 나타나는지 분석하기 위해서 각 TOI 구간별로 MW이 나타난 빈도를 비교 분석했다. 먼저, 복습과제 수행에 대한 TOI 구간별 MW 빈도를 추출하여 나타냈다(Table 7, Fig. 3). 설명2 구간에서 31회의 MW가 발생하여 가장 높은 빈도를 보였고, 다음으로 퀴즈 구간에서 18회, 설명1 구간에서 16회가 발생하였다. 설명3 구간은 3회가 나타났으나 상대적으로 구간길이가 짧았기 때문에 빈도가 적은 것으로 생각되며, 설명1 구간은 과제 수행의 앞부분에 위치하여 주의를 유지했기 때문에 상대적으로 빈도가 적은 것으로 생각된다. 이러한 결과는 수업의 특정 구간에서, 수업의 후반부로 갈 수록 학생들의 주의를 더 쉽게 분산될 수 있음을 나타낸다.

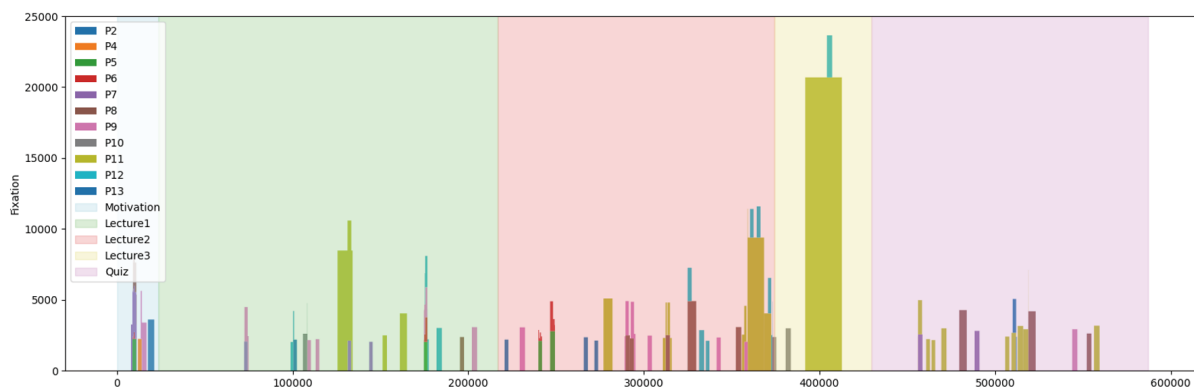
**Table 7.** MW frequency in each TOI during review task performance

Participant	MW Time	MW Frequency by TOI					
		Total	Motivation	Lecture 1	Lecture 2	Lecture 3	Quiz
P1	0	0					
P2	7917	3	1	1	1		
P3	0	0					
P4	2217	1	1				
P5	9068	4	1	1	2		
P6	14415	5		1	2	1	1
P7	14700	6	1	3			2
P8	30583	10	1	1	5		3
P9	32956	13	1	5	6		1
P10	7900	3		1	1		1
P11	85048	19		3	6	1	9
P12	24033	10	3		6	1	
P13	6800	3			2		1
Total	235637	77	9	16	31	3	18

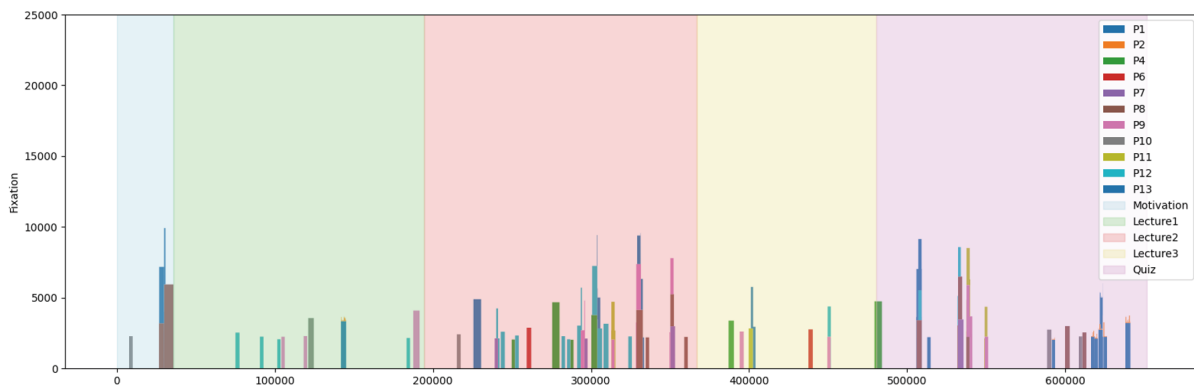
또한, 예습과제 수행에 대한 TOI 구간별 MW 빈도를 나타냈다(Table 8, Fig. 4). 설명2 구간에서 31회의 MW가 발생하여 가장 높은 빈도를 보였고, 다음으로 퀴즈 구간에서 23회, 설명1 구간에서 10회, 설명3 구간에서 8회, 동기유발 구간에서 5회가 발생하였다. 동기유발 구간과 설명3 구간은 상대적으로 구간길이가 짧았기 때문에 빈도가 적은 것으로 생각되며, 퀴즈구간에 높은 빈도를 보인 것으로 보아, 복습과제와 마찬가지로 수업의 후반부로 갈 수록 학생들의 주의를 더 쉽게 분산될 수 있음을 알 수 있다.

**Table 8.** MW frequency in each TOI during preview task performance

Participant	MW Time	MW Frequency by TOI					
		Total	Motivation	Lecture 1	Lecture 2	Lecture 3	Quiz
P1	17718	7		1			6
P2	4532	2	1	1			
P3	0	0					
P4	22583	6			4	2	
P5	0	0					
P6	5583	2			1	1	
P7	10566	4			3		1
P8	33896	10	2		3		5
P9	29646	11		3	4	2	2
P10	13117	5	1	1	1		2
P11	10149	4			1	1	2
P12	41024	17		4	10	1	2
P13	26085	9	1		4	1	3
Total	214,899	77	5	10	31	8	23



**Fig. 3.** MW frequency and magnitude by TOI during review task performance



**Fig. 4.** MW frequency and magnitude by TOI during preview task performance

복습과제와 예습과제에 따라서 각 TOI 구간별 MW 빈도에 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 분석하기 위해서 Wilcoxon 부호순위검정을 이용하였다(Table 9). 복습과 예습 과제 수행에서 각 TOI 구간별로 MW의 빈도는 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

**Table 9.** Results of Wilcoxon signed-rank test on MW frequency by each TOI during review and preview task

Category	Preview - Review	N	Mean rank	Sum of ranks	Z	p(2-tailed)
Motivation	Negative Ranks	0	.00	.00	-1.000	.317
	Positive Ranks	1	1.00	1.00		
	Ties	1				
Lecture 1	Negative Ranks	1	1.00	1.00	-1.000	.317
	Positive Ranks	0	.00	.00		
	Ties	2				
Lecture 2	Negative Ranks	4	3.25	13.00	-.530	.596
	Positive Ranks	2	4.00	8.00		
	Ties	1				
Lecture 3	Negative Ranks	0	.00	.00	-.000	1.000
	Positive Ranks	0	.00	.00		
	Ties	3				
Quiz	Negative Ranks	2	4.00	8.00	-.531	.595
	Positive Ranks	4	3.25	13.00		
	Ties	0				

### Distribution of Visual Attention Between Instructor and Lecture Slides During Video-Based Review and Preview Tasks in Elementary Students

연구참여자의 동영상 활용 복습과 예습 과제 수행에서 강사와 강의슬라이드에 대한 시선 주의의 배분이 어떠한지 분석하기 위해 복습과제와 예습과제에서 연구참여자별로 TOI 구간별 강의슬라이드 AOI와 강사 AOI에 대한 Total fixation duration 을 추출했다(부록 1, 2). 또한, 복습과제와 예습과제는 각 TOI 구간의 길이가 다르다. 따라서 복습과제와 예습과제에 따라서 각 TOI 구간별 AOI Total fixation duration에 통계적으로 유의한 차이가 있는지를 분석하기 위해서는 각 TOI 구간에 대한 AOI의 Total fixation duration의 비율을 이용하여 분석할 필요가 있다. 이에 AOI의 Total fixation duration의 비율로 Wilcoxon 부호순위검정을 실행하여 나타났다(Table 10). 분석결과, 일부 TOI 구간에서 유의한 차이가 나타났다. 동기유발 구간의 강의슬라이드 AOI는 복습과제와 예습과제 간에  $p < .05$  수준에서 유의미한 차이를 보여 예습과제 보다 복습과제에서 강의슬라이드에 대한 주의가 더 큰 것으로 나타났다. 설명1 구간의 강의슬라이드 AOI 역시 복습과제와 예습과제 간에  $p < .05$  수준에서 유의미한 차이를 보여 예습과제 보다 복습과제에서 강의슬라이드에 대한 주의가 더 큰 것으로 나타났다. 반면 설명1 구간의 강사 AOI는 복습과제와 예습과제 간에  $p < .01$  수준에서 유의미한 차이를 보여 예습과제에서 주의가 더 큰 것으로 나타났다. 또한 설명3 구간의 슬라이드 AOI는 두 과제 간에  $p < .05$  수준에서 유의미한 차이를 보여 예습과제 보다 복습과제에서 강의슬라이드에 대한 주의가 더 큰 것으로 나타난 반면, 설명3 구간의 강사 AOI는 두 과제 간에  $p < .01$  수준에서 유의미한 차이를 보여 예습과제에서 주의가 더 큰 것으로 나타났다.

**Table 10.** Results of Wilcoxon signed-rank test on the proportion of AOI total fixation duration by each TOI during review and preview task

TOI	AOI	Preview - Review	N	Mean rank	Sum of ranks	Z	p(2-tailed)
Motivation	Lecture slide	Negative Ranks	11	7.27	80.00	-2.411	.016*
		Positive Ranks	2	5.50	11.00		
		Ties	0				
	Teacher	Negative Ranks	3	6.00	18.00	-1.922	.055
		Positive Ranks	10	7.30	73.00		
		Ties	0				
Lecture 1	Lecture slide	Negative Ranks	9	8.56	77.00	-2.201	.028*
		Positive Ranks	4	3.50	14.00		
		Ties	0				
	Teacher	Negative Ranks	2	2.50	5.00	-2.830	.005**
		Positive Ranks	11	7.82	86.00		
		Ties	0				
Lecture 2	Lecture slide	Negative Ranks	7	7.43	52.00	-.454	.650
		Positive Ranks	6	6.50	39.00		
		Ties	0				
	Teacher	Negative Ranks	6	8.83	53.00	-.524	.600
		Positive Ranks	7	5.43	38.00		
		Ties	0				
Lecture 3	Lecture slide	Negative Ranks	10	7.70	77.00	-2.202	.028*
		Positive Ranks	3	4.67	14.00		
		Ties	0				
	Teacher	Negative Ranks	1	4.00	4.00	-2.900	.004**
		Positive Ranks	12	7.25	87.00		
		Ties	0				
Quiz	Lecture slide	Negative Ranks	9	6.22	56.00	-.734	.463
		Positive Ranks	4	8.75	35.00		
		Ties	0				
	Teacher	Negative Ranks	5	7.20	36.00	-.664	.507
		Positive Ranks	8	6.88	55.00		
		Ties	0				

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

두 과제에 대한 주위의 경향성을 살펴보면 복습과제에서는 슬라이드에 대한 주위가 더 크고 연습과제에서는 강사에 대한 주위가 더 큰 것을 알 수 있다. 슬라이드는 학습한 내용을 시각적으로 요약한 것으로 학생들은 복습과제 수행에서 학습했던 내용을 재확인하고 요점을 정리하는데 중점을 두는 것으로 보인다. 반면, 연습과제는 학생들이 처음 접하는 내용을 포함하고 있으므로 과제 수행에서 슬라이드에만 의존하기 보다는 강사의 설명과 해석을 더 중요하게 처리하는 것으로 생각된다. 이러한 학생들의 시선주위의 차이로부터 복습과 연습에서 다르게 인지처리를 하며, 이에 따라 교수학습 전략이 달라져야 함을 알 수 있다. 연습에서는 교사의 설명 또는 질문을 중심으로 하고 복습에서는 차시의 핵심 내용이 정리된 슬라이드로 요점을 정리하는 것이 효과적인 학습에 도움이 될 수 있음을 시사한다.

## Discussion

동영상을 활용한 학습에서 지속적인 주의를 유지하는 것은 어렵다(Ilgaz et al., 2014; Risko et al., 2012; Schacter & Szpunar, 2015; Szpunar et al., 2013). 특히, COVID-19 팬데믹기간 동안의 동영상 활용 학습과 관련된 여러 연구에서는 학생들이 낮은 동기와 주의집중으로 인한 낮은 성취수준과 높은 이탈률이 나타났음을 언급하며, 동영상 활용 학습은 교실수업보다 학생들이 주의를 유지하는데 큰 어려움이 있음을 보고했다(Hodges et al., 2020; Maimaiti et al., 2023).

본 연구의 연구결과, 동영상을 활용한 복습과 예습과제 수행에서 나타난 평균 MW시간이 전체 과제 수행 시간의 3.09%와 2.54%로 나타났다. 동영상 활용 학습 중 MW을 조사한 여러 연구에서는 전체 과제 수행 시간의 약 30~50%(Risko et al., 2012), 약 30~40%(Farley et al., 2013), 약 40%(Szpunar et al., 2013), 약 45%(Kane et al., 2017)를 보고하였으므로 본 연구의 MW시간은 상대적으로 짧게 나타난 것으로 보인다. 이러한 결과는 선행 연구에서는 대학생 전공과목에 대한 50분 이상의 본 강의를 과제로 사용한 반면, 본 연구에서는 복습과 예습을 목적으로 10분 분량의 보조 강의를 과제로 사용했기 때문으로 생각된다. 즉, 연구참여자의 연령차이, 과제의 목적 및 난이도, 과제 수행 시간의 차이 때문에 선행연구에서 나타난 MW비율과 다른 결과가 나타난 것으로 보이며, 연구 결과를 상대적으로 비교가능한 초등학생을 대상으로한 동영상 활용 학습 중 MW을 분석한 연구는 없으므로 주의집중 정도를 상대적으로 비교하기는 어려웠다.

복습과 예습은 교실 수업을 보완하기 위해 흔히 사용되는 전략이지만, 복습과 예습의 효과성을 비교하거나 복습과 예습의 주의집중을 비교한 연구는 없었으며, 본 연구에서 MW을 정량적으로 분석하여 복습과 예습의 주의집중을 비교할 수 있었다. MW 시간과 빈도로부터 추론가능했던 학생들의 주의집중 정도는 복습과 예습간에 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 복습과 예습이라는 전략의 차이보다는 개인차가 더 큰 영향을 미쳤기 때문으로 생각된다. 복습과 예습 전략과 같은 교실 수업을 보완하는 학습에서 주의집중의 유지를 위해서는 개인의 자기조절능력이 중요하며(Zimmerman & Schunk, 2011) 이러한 개인차의 영향일 수 있다. 또한, 동영상 활용 수업 중 주의집중은 학습 과제에 대한 관심(Hidi & Renninger, 2006), 학습에 대한 자기효능감(Colquitt et al., 2000), 학습 과제의 가치에 대한 인식(Richland & Simms, 2015)과 같은 학습자 개인 변인이 중요하며, 이러한 개인차의 영향으로 과제별 MW의 차이가 없었던 것으로 생각된다.

이러한 점에서 본 연구의 한계점을 두 가지 지적할 수 있다. 먼저, 적은 연구참여자 수이다. 본 연구에서는 복습 이전의 교실수업과 예습 이후의 교실수업에서 교사변인에 따른 실험효과를 줄이기 위해 한 개 학반의 학생들을 대상으로 하였으므로 연구참여자의 수가 적었다. 이에 제한된 표본으로 인해 데이터가 정규성을 충족하지 않은 것으로 나타났으며, 학습자 개인 변인이 크게 영향을 미친 것으로 생각된다.

두 번째는, 학생들의 주의집중에 주효하게 작용할 수 있는 변인을 통제하기 어려웠다는 점이다. 이는 앞에서 언급한 학습에 대한 자발성 및 학습동기로(Zimmerman & Schunk, 2011) 통제하기가 어렵고, 복습과 예습의 실제 상황에 대한 생태학적 타당도를 높이기 위해 과제 수행에 대한 성취도 평가를 하지 않았으므로 외적동기를 일으키기 어려웠을 것이다. 이러한 이유로 복습과 예습에서 나타난 MW은 차이가 없었던 것으로 생각되며, 이는 본 연구의 한계로 볼 수 있다.

한편, 본 연구에서 주목할 만한 결과는 복습 및 예습과제 수행에서 학생들의 시선주의 배분이 과제에 따라 달랐다는 것이다. 학습을 위한 동영상의 구성 요소는 크게 강사와 강의슬라이드로 구분할 수 있다. 본 연구

에서는 복습과제 수행에서는 강사보다 강의슬라이드에 주의가 더 큰 것으로 나타났고 연습과제 수행에서는 강의슬라이드보다 강사에게 주의가 더 큰 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 다음과 같이 설명될 수 있다. Kokoç et al. (2020)의 연구에서는 학생들은 새로운 정보를 습득할 때는 강사에 주의집중하는 것을 선호하는 경향이 나타났으며, 강사의 제스처, 표정 등과 같은 비언어적 단서가 학습을 유도하는데 도움이 된다고 하였다. 이 과정에서 학생들이 강사와 눈을 맞추는 행위가 학생들에게 더 깊은 인지처리를 하도록 유도한다고 보았다(Gunawardena, 1995). 따라서 복습과 다르게, 새로운 정보를 습득하게 되는 연습에서 강사에 더 많은 시선주의 배분이 나타난 것으로 생각된다. 또한, 사람의 시각적 주의를 보편적으로 주의집중이 필요 없을 때에는 자연스럽게 눈에 띄는 물체로 이동하게 되며(Gullberg & Holmqvist, 2006), 본 과제의 경우에는 정적인 강의 슬라이드보다 더 돌출되고 매력적인 강사로 주의가 이동하게 될 수 있다. 연습과 같은 새로운 정보의 습득에서는 더 돌출된 지역에 주의가 배분되는 하향식 주의가 유지되며, 복습과 같이 이미 학습한 정보의 검토에서는 제시된 정보에 주의가 배분되는 상향식 주의가 유지된다고 볼 수 있다(Mayer, 2005). 한편, 본 연구에서는 분석의 범위를 넘어서기 때문에 동영상 속 강사의 제스처나 표정 등을 비교하지는 않았다. 동영상 속 강사 행동은 과제의 선정 과정에서 유사한 것을 선정하도록 검토되었으나 강사 행동의 차이로 시선주의 차이가 나타날 가능성도 있다.

이번 연구의 결과는 학습을 위한 동영상이 복습이나 연습과 같은 그 목적에 따라 그 구성이 달라져야 함을 암시한다. 복습에서는 학습과 관련된 정보가 강조된 강의 슬라이드에 학생들의 주의를 이끌게 되며 강사의 존재는 학습 중 주의배분에서 강의슬라이드와의 경쟁이 될 수 있다(Kizilcecc et al., 2014). 따라서 강사 부분을 줄이고 강의 슬라이드를 강조할 필요가 있다. 반면, 연습에서는 새로운 정보를 습득하는 과정에서 자연스럽게 강사에 주의를 기울이게 된다. 따라서 강사의 시각적 존재를 최대한 활용하여야 하며, 강의 슬라이드는 많은 정보를 담지 않고 중요한 요점이 되는 주제어 및 핵심개념, 시각화된 자료를 중심으로 간략하게 제공할 필요가 있다.

## Conclusion

이번 연구에서는 초등학생들의 동영상 활용 복습과 연습에서 나타나는 MW과 강사 및 강의슬라이드에 대한 시선주의 배분을 살펴보았다. 복습과 연습에서 나타나는 MW시간은 전체 과제 수행 시간의 3.09%와 2.54%로 나타났고 MW빈도는 두 과제 모두 5.92로 나타났다. 또한 복습과 연습에서 나타나는 MW의 시간과 빈도, 첫 MW이 나타난 시간에는 유의한 차이가 없었으며, 복습선호와 연습선호 그룹차이에 따른 복습 과제 수행 및 연습 과제 수행시 나타난 MW시간 역시 유의한 차이가 없었다. 또한, 복습과제와 연습과제 수행의 각 TOI구간에서 나타나는 MW빈도 역시 유의한 차이가 없었다. 반면, 복습과 연습에서 강사와 강의슬라이드에 대한 시선 주의의 배분에서는 유의한 차이가 나타났는데, 복습과제 수행에서는 강사보다 강의슬라이드에 주의가 더 큰 것으로 나타났고 연습과제 수행에서는 강의슬라이드보다 강사에게 주의가 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 다음과 같이 본 연구의 결론을 정리할 수 있다.

첫째, 동영상 활용 복습과 연습에서 나타나는 MW은 차이가 없었으며, 이는 두 과제에서 주의집중 정도에서 차이가 없음을 의미한다. 이는 복습과 연습 과제 수행에 중요한 연구참여자들의 자발성과 학습동기에서 두 과제간 큰 차이가 없었기 때문으로 생각되며, 연구결과만으로는 복습과 연습 중 어떤 학습전략이 주의집

중의 관점에서 더 효과적임을 입증하는 것은 어려운 것으로 여겨진다. 이러한 결과는 복습과 연습 과제 수행에서 과제에 따른 차이 보다는 학습자 개인 변인이 크게 영향을 미친 것으로 생각되며, 이를 보완하기 위해서는 많은 연구참여자와 정밀한 실험설계가 요구된다.

둘째, 동영상 활용 복습과 연습에서 과제에 따라서 시선주의 배분이 달랐으며 이는 복습과 연습의 상황이 반영된 것으로 여겨진다. 이에 교실 수업을 보완하기 위한 동영상 활용 전략에서 복습 및 연습에 따라서 구성을 달리하는 것이 그 효과성을 높일 수 있는 방안이 될 수 있다. 복습을 위한 동영상은 화면에서 강사보다는 강의 슬라이드의 비중을 늘리고 강의 슬라이드의 구체적인 학습내용에 대한 설명으로 구성할 필요가 있다. 반면, 연습을 위한 동영상은 화면에서 강의 슬라이드 보다는 강사의 비중을 늘리고 강사가 간단한 시각화 자료 및 키워드를 설명하는 방식으로 구성하는 것이 학습에 효과적일 것으로 생각된다.

## Acknowledgements

This study is a reanalysis of the data from Lee Sojeong's master's thesis, completed in February 2025.

## Conflicts of Interest

The author(s) declared no conflicts of interest.

## References

- Almuslamani, H. A. I., Nassar, I. A., & Mahdi, O. R. (2020). The effect of educational videos on increasing student classroom participation: Action research. *International Journal of Higher Education*, 9, 323-330.
- Barranquero-Herbosa, M., Abajas-Bustillo, R., & Ortego-Maté, C. (2022). Effectiveness of flipped classroom in nursing education: A systematic review of systematic and integrative reviews. *International Journal of Nursing Studies*, 135, 104327.
- Chen, H. R. (2012). Assessment of learners' attention to e-learning by monitoring facial expressions for computer network courses. *Journal of Educational Computing Research*, 47, 371-385.
- Colquitt, J. A., LePine, J. A., & Noe, R. A. (2000). Toward an integrative theory of training motivation: a meta-analytic path analysis of 20 years of research. *Journal of Applied Psychology*, 85, 678.
- Farley, J., Risko, E. F., & Kingstone, A. (2013). Everyday attention and lecture retention: the effects of time, fidgeting, and mind wandering. *Frontiers in Psychology*, 4, 619.
- Feng, S., D'Mello, S., & Graesser, A. C. (2013). Mind wandering while reading easy and difficult texts. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20, 586-592.
- Gorissen, P., Van Bruggen, J., & Jochems, W. (2012). Students and recorded lectures: survey on current use and demands for higher education. *Research in Learning Technology*, 20, 297-311.
- Gullberg, M., & Holmqvist, K. (2006). What speakers do and what addressees look at: Visual attention to gestures in human interaction live and on video. *Pragmatics & Cognition*, 14, 53-82.
- Gunawardena, C. N. (1995). Social presence theory and implications for interaction and collaborative learning in computer conferences. *International Journal of Educational Telecommunications*, 1, 147-166.

- Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014, March). How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. In Proceedings of the first ACM conference on Learning scale conference (pp. 41-50).
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41, 111-127.
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, 1-12.
- Hong, J., & Park, I. (2024). A study on the differences in learning effectiveness according to type of preview in middle school science classes. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 36, 171-200.
- Hutt, S., Mills, C., White, S., Donnelly, P. J., & D’Mello, S. K. (2016). The eyes have it: gaze-based detection of mind wandering during learning with an intelligent tutoring system. In T. Barnes, M. Chi, & M. Feng (Eds.), *The 9th International Conference on Educational Data Mining* (pp.86-93). Raleigh, NC, USA.
- Hutt, S., Mills, C., Bosch, N., Krasich, K., Brockmole, J., & D’Mello, S. K. (2017). “Out of the Fr-Eye-ing Pan”: Towards gaze-based models of attention during learning with technology in the classroom. In *Proceedings of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization* (pp. 94-103). New York, NY, USA.
- Ilgaz, H., Altun, A., & Aşkar, P. (2014). The effect of sustained attention level and contextual cueing on implicit memory performance for e-learning environments. *Computers in Human Behavior*, 39, 1-7.
- Jang, D., Yang, I., & Kim, S. (2020). Detecting mind wandering from eye movement and oculomotor data during learning video lecture. *Education Sciences*, 10, 51.
- Kane, M. J., Smeekens, B. A., Von Bastian, C. C., Lurquin, J. H., Carruth, N. P., & Miyake, A. (2017). A combined experimental and individual-differences investigation into mind wandering during a video lecture. *Journal of Experimental Psychology: General*, 146, 1649.
- Kim, M. (2016). Implementing short-format podcasts for preview on mathematics self-efficacy and mathematical achievement in undergraduate mathematics. *International Journal for Innovation Education and Research*, 4, 166-182.
- Kizilcec, R. F., Papadopoulos, K., & Sritanyaratana, L. (2014, April). Showing face in video instruction: effects on information retention, visual attention, and affect. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 2095-2102).
- Kokoç, M., Ilgaz, H., & Altun, A. (2020). Effects of sustained attention and video lecture types on learning performances. *Educational Technology Research and Development*, 68, 3015-3039.
- Korving, H., Hernández, M., & De Groot, E. (2016). Look at me and pay attention! A study on the relation between visibility and attention in weblectures. *Computers & Education*, 94, 151-161.
- Lee, M., Kim, S., & Yang, I. (2023). Mind wandering of elementary school pre-service teachers according to the video type during earth science video lecture. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 23, 783-795.
- Li, Y. (2021). Reality versus beliefs about the effects of the preview learning method. *Journal of Education and Learning*, 10, 1-6.
- Lim, S., Lee, M., & Kim, S. (2021). Analysis of the difference between pre-service teachers' mind wandering in pre-learning and follow-up learning: In the Learning Process of 'Movement of the Earth and the Moon'. *Brain, Digital, & Learning*, 11, 505-515.
- Liu, J., Cao, S., Liu, X., Ye, C., & Siano, P. (2024). Pre-class mode" flipped" again: Making videos instead of just watching them. *Heliyon*, 10, e28105.

- Maimaiti, G., Jia, C., & Hew, K. F. (2023). Student disengagement in web-based videoconferencing supported online learning: an activity theory perspective. *Interactive Learning Environments*, 31, 4883-4902.
- Mayer, R. E. (2005). Principles of multimedia learning based on social cues: Personalization, voice, and image principles. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 339-354). New York: NY, USA.
- van der Meij, H., & Dunkel, P. (2020). Effects of a review video and practice in video-based statistics training. *Computers & Education*, 143, 103665.
- Njie-Carr, V. P., Ludeman, E., Lee, M. C., Dordunoo, D., Trocky, N. M., & Jenkins, L. S. (2017). An integrative review of flipped classroom teaching models in nursing education. *Journal of Professional Nursing*, 33, 133-144.
- Palmer, S., Chu, Y., & Persky, A. M. (2019). Comparison of rewatching class recordings versus retrieval practice as post-lecture learning strategies. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 83, 7217.
- Ren, X. Z., Schweizer, K., & Xu, F. (2013). The sources of the relationship between sustained attention and reasoning. *Intelligence*, 41(1), 51-58
- Richland, L. E., & Simms, N. (2015). Analogy, higher order thinking, and education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 6, 177-192.
- Risko, E. F., Anderson, N., Sarwal, A., Engelhardt, M., & Kingstone, A. (2012). Everyday attention: Variation in mind wandering and memory in a lecture. *Applied Cognitive Psychology*, 26, 234-242.
- Schacter, D. L., & Szpunar, K. K. (2015). Enhancing attention and memory during video-recorded lectures. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 1, 60.
- Seaman, J. E., Allen, I. E., & Seaman, J. (2018). *Grade Increase: Tracking Distance Education in the United States*. Babson Survey Research Group.
- Seo, H., & Kim, M. (2020). A qualitative study on learning strategies and the degree of video preparation in flipped learning. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 20, 415-441.
- Sharples, M. (2000). The design of personal mobile technologies for lifelong learning. *Computers & Education*, 34, 177-193.
- Smallwood, J., & Schooler, J. W. (2006). The restless mind. *Psychological Bulletin*, 132, 946-958.
- Smallwood, J., & Schooler, J. (2015). The science of mind wandering: Empirically navigating the stream of consciousness. *Annual Review of Psychology*, 66, 487-518.
- Smallwood, J. (2013). Penetrating the fog of the decoupled mind: the effects of visual salience in the sustained attention to response task. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 67, 32.
- Smeekens, B. A., & Kane, M. J. (2016). Working memory capacity, mind wandering, and creative cognition: An individual-differences investigation into the benefits of controlled versus spontaneous thought. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 10, 389.
- Steinmayr, R., Ziegler, M., & Träuble, B. (2010). Do intelligence and sustained attention interact in predicting academic achievement?. *Learning and Individual Differences*, 20, 14-18.
- Szpunar, K. K., Khan, N. Y., & Schacter, D. L. (2013). Interpolated memory tests reduce mind wandering and improve learning of online lectures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 6313-6317.
- Terras, M. M., & Ramsay, J. (2015). Massive open online courses (MOOCs): Insights and challenges from a psychological perspective. *British Journal of Educational Technology*, 46, 472-487.
- Turnbull, D., Chugh, R., & Luck, J. (2021). Transitioning to e-learning during the COVID-19 pandemic: how have higher education institutions responded to the challenge?. *Education and Information Technologies*, 26, 6401-6419.

- Unsworth, N., McMillan, B. D., Brewer, G. A., & Spillers, G. J. (2012). Everyday attention failures: an individual differences investigation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38, 1765–1772.
- Varao-Sousa, T. L., & Kingstone, A. (2019). Are mind wandering rates an artifact of the probe-caught method? Using self-caught mind wandering in the classroom to test, and reject, this possibility. *Behavior Research Methods*, 51, 235-242.
- Vogt, M., Schaffner, B., Ribar, A., & Chavez, R. (2010). The impact of podcasting on the learning and satisfaction of undergraduate nursing students. *Nurse Education in Practice*, 10, 38-42.
- Zhang, H., Miller, K. F., Sun, X., & Cortina, K. S. (2020). Wandering eyes: Eye movements during mind wandering in video lectures. *Applied Cognitive Psychology*, 34, 449-464.
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (Eds.). (2011). *Handbook of Self Regulation of Learning and Performance*. New York, NY: Routledge.

## Authors Information

Lee, Sojung: Yangpo Elementary School, Teacher, Co-author. <https://orcid.org/0009-0003-7386-5742>

Yang, Ilho: Korea National University of Education, Professor, Corresponding Author  
<https://orcid.org/0000-0002-4589-4197>

Kim, Seongun: Chungbuk Carbon Neutrality support Center, Head of Team, 1st Author. <https://orcid.org/0000-0001-7455-6077>

# Appendix

**Appendix 1. Total fixation duration (s) and proportion (%) of each AOI by TOI in the review task**

AOI	Motivation						Lecture 1						Lecture 2						Lecture 3						Quiz					
	Lecture slide		Teacher		%		Lecture slide		Teacher		%		Lecture slide		Teacher		%		Lecture slide		Teacher		%		Lecture slide		Teacher		%	
	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%		
P1	3.57	16.23	0.38	1.73	44.38	22.99	5.25	2.72	55.85	36.03	2.2	1.42	20	36.04	0.63	1.14	30.22	22.47	2.07	1.54										
P2	12.52	56.91	0	0.00	71.75	37.18	0.6	0.31	45.45	29.32	0.12	0.08	11.38	20.50	0.15	0.27	32.21	23.95	0.2	0.15										
P3	8.81	40.05	0.22	1.00	62.62	32.45	0.3	0.16	36.05	23.26	1.27	0.82	14.2	25.59	0.37	0.67	28.16	20.94	0.13	0.10										
P4	13.57	61.68	0.88	4.00	93.66	48.53	7.4	3.83	58.41	37.68	9.03	5.83	17.78	32.04	1.68	3.03	22.1	16.43	0.62	0.46										
P5	16.79	76.32	0.67	3.05	104.89	54.35	13.44	6.96	82.36	53.14	12.16	7.85	27.73	49.96	3.78	6.81	70.23	52.22	5.87	4.36										
P6	12.19	55.41	1.32	6.00	143.75	74.48	0	0.00	99.14	63.96	2.93	1.89	40.19	72.41	0	0.00	92.44	68.73	0	0.00										
P7	16.21	73.68	0	0.00	135.8	70.36	1.82	0.94	90.02	58.08	9.52	6.14	36.79	66.29	0	0.00	94.99	70.62	0.23	0.17										
P8	17.24	78.36	0.7	3.18	129.18	66.93	8.4	4.35	125.29	80.83	9.59	6.19	44.22	79.68	3.28	5.91	105.91	78.74	5.62	4.18										
P9	16.36	74.36	1.61	7.32	112.44	58.26	37.36	19.36	84.85	54.74	37.83	24.41	35.09	63.23	11.54	20.79	96.58	71.81	14.36	10.68										
P10	12.03	54.68	5.99	27.23	131.43	68.10	30.39	15.75	90.74	58.54	20.32	13.11	37.93	68.34	3.02	5.44	97.51	72.50	10.03	7.46										
P11	7.1	32.27	2.92	13.27	109.9	56.94	7.87	4.08	103.17	66.56	7.55	4.87	44.73	80.59	1.65	2.97	90.32	67.15	16.01	11.90										
P12	8.08	36.73	7.49	34.05	94.17	48.79	32.05	16.61	88.54	57.12	22.59	14.57	22.96	41.37	8.25	14.86	40.39	30.03	7	5.20										
P13	10.71	48.68	4.81	21.86	129.09	66.89	7.89	4.09	96.15	62.03	11.26	7.26	29.61	53.35	7.2	12.97	84.3	62.68	16.39	12.19										

**Appendix 2. Total fixation duration (s) and proportion (%) of each AOI by TOI in the preview task**

AOI	Motivation						Lecture 1						Lecture 2						Lecture 3						Quiz					
	Lecture slide		Teacher		%		Lecture slide		Teacher		%		Lecture slide		Teacher		%		Lecture slide		Teacher		%		Lecture slide		Teacher		%	
	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%	time	%		
P1	12.96	37.24	3.7	10.63	41.78	26.36	19.44	12.26	55.39	32.20	5.75	3.34	50.2	45.23	12.42	11.19	54.71	40.98	7.24	5.42										
P2	10.85	31.18	0.32	0.92	61.29	38.67	0.73	0.46	58.98	34.29	1.37	0.80	18.39	16.57	2.96	2.67	27.75	20.79	2.35	1.76										
P3	8.01	23.02	0	0.00	51.84	32.71	1.42	0.90	48.8	28.37	2.14	1.24	17.61	15.86	4.55	4.10	36.18	27.10	0.47	0.35										
P4	21.03	60.43	2.9	8.33	66.63	42.04	15.04	9.49	98.06	57.01	8.94	5.20	53.02	47.77	5.57	5.02	53.46	40.04	1.95	1.46										
P5	17.1	49.14	3.15	9.05	79.72	50.30	14.35	9.05	93.91	54.60	3.09	1.80	42.36	38.16	10	9.01	44.86	33.60	5.29	3.96										
P6	16.01	46.01	4.92	14.14	95.91	60.51	5.75	3.63	102.09	59.35	4.43	2.58	67.28	60.61	9.99	9.00	62.82	47.06	2.62	1.96										
P7	15.63	44.91	6.7	19.25	59.78	37.72	27.93	17.62	97.75	56.83	17.17	9.98	33.69	30.35	18.73	16.87	68.22	51.10	22.79	17.07										
P8	23.06	66.26	3.12	8.97	114.59	72.30	11.11	7.01	118.08	68.65	7.79	4.53	73.7	66.40	15.69	14.14	98.84	74.04	7.22	5.41										
P9	15.86	45.57	8.67	24.91	84.74	53.46	29.81	18.81	103.42	60.13	15.61	9.08	50.75	45.72	19.74	17.78	78.2	58.58	9.32	6.98										
P10	15.09	43.36	11.62	33.39	73.98	46.68	34.61	21.84	88.5	51.45	10.48	6.09	62.46	56.27	21.15	19.05	74.57	55.86	6.82	5.11										
P11	6.67	19.17	4.73	13.59	36.73	23.17	6.04	3.81	87.73	51.01	9.83	5.72	56.42	50.83	16.38	14.76	80.36	60.19	10.87	8.14										
P12	11.24	32.50	7.01	20.14	73.23	46.20	40.56	25.59	104.31	60.65	19.66	11.43	54.41	49.02	27.03	24.35	68.28	51.15	21.46	16.07										
P13	18.35	52.73	6.76	19.43	87.46	55.18	30.46	19.22	91.85	53.40	17.4	10.12	38.56	34.74	19.1	17.21	66.45	49.78	11.78	8.82										