

그림 자료의 제시여부와 읽기모드에 따른 인지부하와 GSR의 차이*

Impact of Picture and Reading Mode on Cognitive Load and Galvanic Skin Response

류지현**†

Jeeheon Ryu**†

전남대학교 사범대학 교육학과**

Department of Education, Chonnam National University**

Abstract

This study investigated the effects of contiguity and reading mode on cognitive load factors measured by Galvanic Skin Response(GSR). In this study two experimental conditions were imposed to participants to measure cognitive load with the high contiguity picture and low contiguity picture. Thirty-four college students participated to this experiment(experiment group=17, control group=17), and spilt-plot factorial design was applied to control individual difference in galvanic skin response. Tasks of this experiment were reading and summary. The dependent variables were skin conductance response, and perceived difficulty. The independent variables were the degree of contiguity of visual material(high contiguity vs. low contiguity). The major result of this study was identification of a significant difference of GSR with low contiguity condition. Indeed it was identified that more complex reading condition required more cognitive loads. This finding supported that different cognitive process might require different amounts of cognitive loads. For the further research, this study discussed the validity of applying physiological signals to assess cognitive loads and relationships the associated affective reactions.

Keywords : Galvanic Skin Response, contiguity principle, cognitive load theory, reading mode

요약

이 연구는 그림 자료의 근접성(고근접 vs. 저근접)에 따른 제시여부와 읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)에 따른 학습자의 인지부하 차이를 검증하기 위한 것이다. 특히, 이 연구에서는 전기피부반응을 통하여 인지부하의 정도를 측정하였다. 실험참가자는 34명(통제집단=17명, 실험집단=17명)이었으며 고근접 조건과 저근접 조건에 대한 반복구획요인설계를 적용하였다. 또한 각 실험조건에서 측정된 과제난이도 지각점수를 공변량으로 투입하여 학습자의 사전지식에 의한 영향력을 통제하였다. 그림 자료의 근접성의 정도에 따라서 고근접 그림 자료와 저근접 그림 자료가 순차적으로 제시되었다. 처음에는 단순읽기 모드가 제시되었고 이후에 요약읽기를 수행하였다. 전기피부반응은 단순읽기와 요약읽기에서 모두 측정되었다. 이 연구의 종속변수는 전기피부반응과 지각된 난이도였다. 연구결과에 따르면 고근접 자료가 제시된 조건에서는 유의미한 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 저근접 조건에서는 그림 자료의 제시여부 및 읽기모드 사이에서 유의미한 차이가 있었다. 즉, 저근접 조건에서는 텍스트만 제시하는 것보다는 그림 자료가 제시될 때 전기피부반응이 올라갔다. 또한 단순읽기 보다 요약읽기에서 더 높은 전기피부반응이 측정되었다. 이 연구의 결과는 저근접 그림은 인지부하를

* 이 논문은 2007년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음 (KRF-2007-332-B00320).

† 교신저자 : 류지현 (전남대학교 사범대학 교육학과)

E-mail : jeeheon@jnu.ac.kr

TEL : 062-530-2353

FAX : 062-530-2359

유발하는 요인이 될 수 있으며 읽기모드가 복잡해지면 인지부하가 높아질 수 있음을 보여주는 것이다. 동일한 자료를 활용한다고 하더라도 인지과정의 복잡성 정도에 따라서 인지부하가 달라질 수 있다는 것이다. 그러나 학습성취과 같은 과제수행 요인과 더 높은 난이도에서의 인지부하 측정에 대한 후속연구가 필요하다.

주제어 : 전기피부반응, 근접성원리, 인지부하이론, 읽기모드

1. 서론

멀티미디어는 다양한 표상양식을 활용하기 때문에 다감각적 학습경험을 제공한다는 장점을 갖고 있다. 또한 이러한 다매체적인 특성은 학습자의 동기를 촉진시키는 역할을 하고 있기 때문에 매력적인 학습매체로 인식되고 있다. 그렇지만 멀티미디어가 항상 긍정적인 결과를 도출하는 것은 아니다. 멀티미디어를 활용하는 학습자는 다양한 표상체제를 동시에 다루어야 하는 인지적 부담감을 가질 수도 있다. 그렇기 때문에 멀티미디어 학습환경을 설계할 때는 학습자들이 효율적으로 인지과정을 관리할 수 있도록 고려해야 한다.

적절한 수준의 인지부하를 유지하기 위해서는 학습자료의 설계뿐만 아니라 학습활동의 속성도 고려하는 것이 바람직할 것이다(Paas et al., 2003). 그런데 인지부하 이론을 적절하게 적용하기 위해서는 인지부하에 대한 정밀한 측정이 필요하다. 인지부하의 정도를 정밀하게 측정할 수 있다면 그 만큼 학습자에게 적합한 처방을 제시할 수 있을 것이다. 인지부하를 측정하기 위하여 활용되고 있는 설문지 방법은 간편하다는 장점을 갖고 있지만 정밀한 객관적인 측정지표는 아니다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 인지부하의 측정지표로 전기피부반응(Galvanic Skin Response)을 적용하려는 시도가 모색되어 왔다. 이 연구는 이와 같이 전기피부반응을 이용하여 그림 자료의 특성과 인지과정의 속성에 따른 인지부하의 차이를 검증하기 위한 것이다.

1.1. 그림 자료의 근접성

멀티미디어는 다양한 형태의 표상체제를 동시에 사용하고 있기 때문에 학습동기의 증진이나 학습효과를 높이는데 도움이 된다(조경자, 송승진, 한광희, 2002). 그러나 그림을 제공하는 것이 항상 학습증진을 촉진시키는 것은 아니다. 학습내용에 대한 그림 자료의 적

절성이나 관련성이 낮으면 오히려 인지부하가 올라가거나 학습결과가 떨어질 수 있기 때문이다(Seufert & Brünken, 2006).

학습자가 그림 자료를 이해하기 위해서는 그림과 텍스트 자료를 상호참조하면서 그 의미를 자신의 인지구조에 포섭시켜야 한다. 이 과정에서 그림 자료와 텍스트의 내용정보가 물리적으로 가깝게 위치해 있거나 내용적으로 관련성을 갖고 있지 않으면 자료를 통합하기 위하여 많은 인지적 노력을 투입해야 한다. 그렇기 때문에 그림 자료와 내용정보가 서로 밀접하도록 설계함으로써 학습자의 인지적 부담을 줄일 수 있다는 것이다(Mayer & Anderson, 1992).

이것을 근접성의 원리(contiguity principle)라고 하는데, Moreno와 Mayer(1999)는 근접성의 원리가 적용된 학습 자료를 제시하는 것이 더 효과적이라고 주장하였다. 그림 자료와 텍스트를 공간적으로 가깝게 배치하거나 텍스트의 흐름과 그림 자료가 유사하게 표현될수록 더 높은 전이효과가 나타난다는 것이다(Seufert, Jänen, & Brünken, 2007). 이 결과는 근접성의 정도에 따라서 인지부하의 정도가 달라질 수 있음을 보여주는 것이다. 즉, 근접성이 높으면 인지부하가 줄어들 수 있지만 근접성이 낮으면 인지적 통합이 어려워지기 때문에 인지부하가 증가한다.

이러한 그림 자료의 근접성은 내용적인 측면에서의 적합성이나 맥락성과도 관련되어 있다. 적합하지 않은 그림 자료를 제공하게 되면 오히려 수행의 결과가 낮아질 수 있다. 김소원과 도경수(2004)의 연구에 따르면 그림 자료와 텍스트 자료와의 적합성이 높을수록 더 높은 수행을 보였다. 또한 도경수와 차유경(2008)의 연구에서도 맥락에 적합한 동영상을 제공하게 되면 적은 인지적 자원을 활용하더라도 효과적인 학습을 수행할 수 있었다. 이러한 선행연구가 주는 함의는 그림 자료의 내용 적합성의 정도가 학습결과를 결정하는 주요 변수가 될 수 있다는 것이다.

이와 같은 선행연구의 결과를 종합해보면, 근접성이 낮은 자료는 인지적 통합을 하기 위하여 더 많은

노력을 투입하게 될 것이라고 생각해 볼 수 있다. 그렇기 때문에 근접성이 낮은 자료를 제시하는 경우에는 텍스트만을 제시하는 것보다도 더 높은 인지부하를 유발할 수 있다. 따라서 학습자의 인지부하 수준을 적절하게 유지시켜주기 위해서는 근접성의 수준이 높은 그림 자료를 제공하는 것이 중요하다.

1.2. 읽기와 인지과정

학습을 위한 가장 기초적인 인지과정은 읽기에서 시작되기 때문에 읽기는 학습을 위한 정보획득 창구의 역할을 한다. 학습자는 학습한 내용을 요약하기 위해서 읽은 내용 중에서 중요한 것들을 선별하고 위계적 조직화 과정을 수행한다. 이런 측면에서 윤준채(2008)는 읽기 과정이 고차적 문제해결과정을 수반하고 있는 중요한 인지과정이라고 설명하고 있다.

이와 같은 읽기과정에 수반된 인지과정에 영향을 미치는 중요한 변수는 “읽기의 목적”이다. 읽기의 목적이 무엇인지에 따라서 읽기과정에 수반된 전략이 달라지기 때문이다(Bråten & Samuelstuen, 2004; Linderholm & van den Broek, 2002). Linderholm과 van den Broek(2002)의 연구에 따르면 읽기활동의 목적이 여가활동을 위한 것인지 아니면 학습을 위한 것인지에 따라서 인지처리 방식이 다르다. 그리고 학습을 목적으로 읽기활동을 수행해야 하는 경우에는 작업기억 용량이 많고 적음에 따라서 인지처리의 깊이와 전략에서 차이가 나타났다. 즉, 작업기억의 용량이 적으면 심층적인 인지처리보다는 표층적인 인지처리를 더 많이 한다는 것이다.

또한 Bråten과 Samuelstuen(2004)도 읽기의 목적이 무엇인지에 따라서 텍스트 처리전략 및 인지전략이 달라진다고 보았다. 토론을 위해서 자료를 읽을 때에는 암기하기와 정교화 전략을 함께 사용하는 것으로 나타났다. 읽기활동의 목적이 무엇인지에 따라서 목적을 달성하기에 적합한 인지전략을 활용한다는 것이다. 그러나 시험을 치르기 위해서 자료를 요약해야 하는 읽기활동에서는 학습자의 사전지식 수준이나 인지적인 노력 등에 의한 매개효과가 나타났다. 즉, 사전지식이 낮은 학습자들은 더 많은 내용을 기억하거나 맥락을 이해하기 위해서 더 많은 인지적인 노력을 한다는 것이다. 이런 연구들의 결과는 읽기수행의 목적이 무엇인지에 따라서 인지처리의 과정이 달라진다는 것을 보여주는 것이다.

인지부하는 인지적인 활동을 위하여 투입된 정신적인 노력(mental efforts)의 양이라고 할 수 있다. 인지부하이론에서는 이러한 정신적 노력을 “과제 해결을 위하여 할당된 인지적 용량”이라고 정의하고 있다. 그렇기 때문에 읽기 과정의 목적이 무엇인지에 따라서 정신적 노력의 방향이나 강도가 달라진다. 이런 맥락에서 Gerjets와 Scheiter(2003)는 목표인식(goal configuration)과 과정전략(processing strategies)은 인지부하를 조절하는 매개변수가 될 수 있다고 보았다. 과제를 해결하기 위해서는 목표달성에 적합한 전략을 선택함으로써 인지자원을 효율적으로 활용할 수 있어야 한다.

따라서 동일한 학습자료를 활용한다고 하더라도 읽기의 목표가 무엇인지에 따라서 인지과정에 투입되는 인지전략과 내용에 대한 조직화 과정이 달라진다. 그렇기 때문에 단순한 읽기활동보다는 요약하기와 같이 목적을 갖고 있는 읽기에서 더 높은 인지부하가 나타날 수 있다. 왜냐하면 요약하기에서는 달성해야 할 구체적인 목적이 있기 때문에 더 복잡한 인지활동을 수행해야 하기 때문이다. 따라서 단순한 읽기와 요약과제를 비교해 본다면, 요약과제를 수행할 때 더 높은 인지부하가 나타날 개연성이 크다고 할 수 있다.

1.3. 전기피부반응과 인지부하의 측정

전기피부반응은 학습자의 인지부하를 측정하기 위하여 활용되는 자율신경 반응지표 중의 하나이다. 전기피부반응은 학습자의 긴장수준을 알 수 있는 측정지표이기 때문에 HCI 연구의 사용성 평가지표로도 사용된다(Lin et al., 2005). 사람들의 정서변화에 따라서 전기피부반응이 달라지는데, 긴장이나 흥분 정도에 따라서 전기피부반응이 올라가게 된다. 인지부하 이론가들도 인지부하를 측정하기 위한 방법 중의 하나로 전기피부반응을 고려하고 있다. 전기피부반응과 같은 생리신호는 설문조사와 같은 추가적인 관찰이 필요 없을 뿐만 아니라 객관적인 측정지표라는 장점을 갖고 있다.

전기피부반응은 매체들의 차이를 측정하는 연구에 적용되기도 하였다. Clariana(1991)는 학습매체의 종류(TV, 컴퓨터, 책)에 따라서 학습자의 전기피부반응이 달라지는지를 분석하여 매체에 대한 학습자의 정서반응도 달라지고 있음을 보여주었다. 이를 통하여 어떤 매체를 활용할 때 학습자의 긴장수준이 가장 높아지는지를 분석하였다. Wilson(2001)은 비디오와 오디오

의 품질변화에 따른 사용자의 생리신호 변화를 분석했는데, 비디오의 프레임 수 혹은 오디오의 품질 변화에 따른 전기피부반응의 차이가 나타났다.

인지부하이론과 직접적으로 관련해서 학습 과제의 난이도나 자료의 표상양식에 따른 전기피부반응의 변화에 대한 연구가 수행되기도 했다. Shi 등(2007)은 자료의 표상양식(modality)에 따라서 학습자의 전기피부반응이 달라진다는 것을 검증하였다. 단일 표상양식으로 자료를 제시하는 것보다는 다양한 양식을 함께 제시하는 것이 학습자의 각성수준을 이완시킬 수 있는 방법이라는 것을 보여주었다. 또한 류지현(2009)은 전기피부반응에 따른 각성수준의 변화가 학습자의 과제수행을 예측하는 주요변수라는 것을 확인하였다. 즉, 과제의 평가단계에서 나타난 각성수준의 변화에 따라서 학습 수행의 결과가 달라질 수 있다는 것이다. 이러한 전기피부반응은 과제난이도에 따라서 다르게 반응한다.

Ikehara와 Crosby(2005)는 인지부하를 측정하기 위한 방법으로 전기피부반응을 적용했는데, 과제난이도에 따라서 전기피부반응도 함께 변화하고 있는 것으로 나타났다. 선행연구의 결과에서 나타난 바와 같이 전기피부반응 기법은 인지부하를 측정하기 위한 방법으로 다양하게 활용되어 왔다. 이와 같이 전기피부반응이 관심을 끄는 이유는 인지과정을 측정할 수 있는 객관적인 지표 중의 하나이기 때문이다.

1.4. 연구의 목적 및 가설

이 연구의 목적은 그림 자료의 제시와 읽기모드에 따라서 인지부하가 달라지는가를 검증하기 위한 것이다. 특히, 동일한 자료를 활용했다고 하더라도 어떤 목적으로 읽기활동을 수행했는지에 따라서 인지부하의 정도가 달라질 수 있음을 검증하기 위한 것이다. 이를 위하여 읽기과정을 단순읽기와 요약읽기로 구분하였다. 이러한 연구목적 달성을 위하여 그림 자료의 근접성 정도(고근접 그림과 저근접 그림)에 따라서 다음과 같은 연구가설을 수립하였다.

연구가설 I. 고근접 그림 자료의 제시여부(실험집단 vs. 통제집단)와 읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)에 따라서 GSR 반응에는 유의미한 차이가 있을 것이다.

연구가설 II. 저근접 그림 자료의 제시여부(실험집

단 vs. 통제집단)와 읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)에 따라서 GSR 반응에는 유의미한 차이가 있을 것이다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

이 연구의 대상은 4년제 A대학의 재학생 34명(실험집단=17명, 통제집단=17명)이었다. 실험참가자는 유급으로 모집되었으며, 무작위로 실험집단과 통제집단에 배치되었다. 실험집단은 여학생 12명(70.59%)과 남학생 5명(29.41%)으로 구성되었다. 통제집단은 여학생 14명(82.36%)과 남학생 3명(17.65%)이었다. 모든 실험참가자는 오른손잡이였으며, 실험은 방음시설이 된 녹음실에서 진행되었다. 1인당 소요시간은 약 45분 정도였다.

2.2. 실험도구

2.2.1. 실험자료의 개발

실험에 사용된 자료는 파워포인트로 개발되었으며 흰 바탕에 본문용 텍스트와 그림만을 포함한 형태로 제작하였다. 가독성을 고려하여 굴림체 12포인트를 사용했다(목정윤, 2004). 그림 1은 파워포인트로 개발된 텍스트의 포맷이며, 화면이동을 위한 버튼 기능을 제공하였다.

2.2.2. 자료의 선정

그림과 이에 대한 텍스트의 설명이 물리적으로 가깝게 제시되었는가와 내용을 함축적으로 잘 제공하고 있는 정도에 따라서 고근접(High Contiguity Picture) 혹은 저근접(Low Contiguity Picture)으로 구분하였다. 그림 자료의 근접성을 판단하기 위해 그림 자료와 내용의 일치도 정도와 설명의 충실성 정도를 판단 기준으로 활용했다(Clark & Mayer, 2008). 이들은 그림에 대한 설명을 텍스트로 제시할 때에는 그림 위에 연결하여 제시해야 하며, 단계나 절차를 설명하는 그림에서는 각 단계를 설명하는 내용이 제시되어야 한다고 설명하고 있다.

환경을 오염시킨다. 하지만 버려지는 폐식용유로 바이오디젤을 생산한다면 매년 식물성 기름을 수입하는 비용 중 약 900억 원을 절약할 수 있다.

현재 우리나라는 바이오디젤을 만들 때 대부분 수입대두유에 의존하고 있다. 폐식용유를 쓰면 콩과 옥수수의 가격 폭등에 연연할 필요 없고 식량을 원료로 사용한다는 한계도 극복할 수 있으니 일석이조인 셈이다.

오스트리아와 일본은 폐식용유로 바이오디젤을 생산해 성공을 거뒀다. 2005년 오스트리아 그라츠는 가정과 식당에서 수거한 폐식용유를 재활용해 버스 150여대의 연료로 사용했다.

일본 교토는 1년간 폐식용유 1600톤을 바이오디젤로 생산하는 공장을 운영 중이며 바이오디젤과 경유를 20 : 80의 비율로 혼합해 버스와 청소차량에 공급한다.

폐식용유를 들여다보면 음식찌꺼기도 띄우고 색깔도 투명하지 않다. 요리에 사용하면 쉰내가 생겼기 때문인데, 기름이 산화되며 +유리지방산도 만들어진다. 폐식용유에서 유리지방산을 걸러내지 않으면 바이오디젤을 만들 때 알칼리성 촉매와 반응해 중화반응을 일으키므로 바이오디젤의 수급 효율이 떨어진다.

한국에너지기술연구원 바이오매스센터에서는 폐식용유의 골칫거리인 유리지방산을 제거하는 전처리 기술을 개발하고 있다. 방법은 크게 두 가지다. 먼저 유리지방산의 농도가 2% 이하로 낮을 경우에는 폐식용유를 수산화나트륨(NaOH) 같은 알칼리성 물질과 반응시켜 중화시킨다. 그 결과 염(R-COO-Na)과 물(H₂O)이 만들어지고 폐식용유 속 유리지방산도 제거된다. 두 번째는 유리지방산과 메탄올(CH₃OH)에 산성 촉매를 넣어 반응시키는 방법이다. 이때 바이오디젤(R-COO-CH₃)이 1차적으로 만들어지고 물이 생성된다.

그림 1. 파워포인트의 텍스트 포맷



그림 2. 고근접 그림(바이오디젤의 생성과정)

고근접 그림 자료와 저근접 그림 자료를 선정하기 위하여 연구자와 1인의 보조자는 자료의 검토를 진행하였다. 실험참가자가 대학생이었기 때문에 이들의 독해능력에 적합한 내용을 선정할 필요가 있었다. 그렇기 때문에 대중적인 과학전문잡지에 게재된 기사의

내용을 선정하였다. 고근접 조건은 내용에 대한 설명이 그림 위에 명시적으로 제공되어 있으며 그림에서 설명하는 절차적 단계에 따른 설명이 함께 제시되어 있는 경우이다.

그림 2는 이 연구에서 사용된 고근접 그림이며, 폐식용유를 수거하여 바이오디젤을 만들 때까지의 과정이 절차적으로 설명되어 있다. 이 그림 자료를 고근접 자료로 선정한 이유는 그림에 대한 간략한 설명이 가깝게 제시되어 있을 뿐만 아니라 처리과정을 절차화하여 설명하고 있기 때문이다.

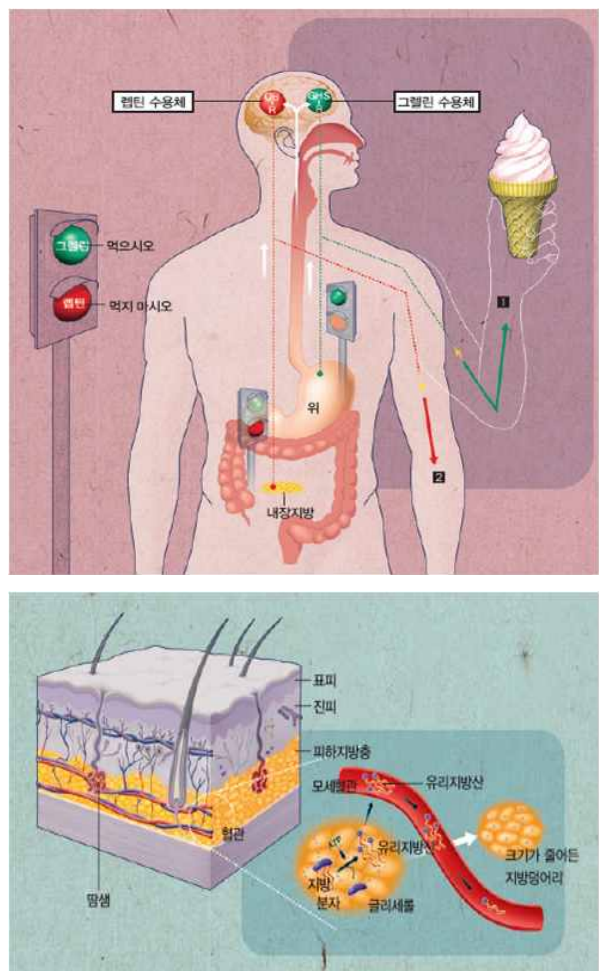


그림 3. 저근접 그림(비만과 호르몬의 분비과정)

반면에 그림 3은 저근접 조건에 해당되는 그림 자료로 선정되었다. 저근접 조건에서는 텍스트와 그림에 대한 설명이 서로 연결되어 있지 않기 때문에 인지적 통합이 더 많이 필요한 경우를 의미한다. 그림 3은 비만 및 호르몬의 분비과정을 설명하기 위한 것이다. 그런데 본문의 내용에는 지방의 축적 및 호르몬의 분비 과정을 설명하고 있으나 그림 자료에는 이러한

절차가 제대로 표현되어 있지 않다. 즉, 관련된 신체 기관의 명칭만 제시되어 있을 뿐이고 지방분해 절차는 모두 본문에서만 설명되어 있기 때문에 그림과 텍스트와의 근접성이 낮은 것으로 평가되었다. 이 연구에서 사용된 각 자료의 단어 수는 579단어(고근접 조건: 바이오디젤의 생성)와 656단어(저근접 조건: 지방과 호르몬의 분비과정)였다.

2.2.3. 그림 자료에 대한 정서성 검증

전기피부반응은 시각자료에 의해서 유도된 정서상태의 영향을 받을 수 있다. 따라서 두 그림에 대한 정서반응이 서로 다르다면 그림과 텍스트와의 근접성이 아닌 다른 요인에 의해서 전기피부반응이 달라질 수 있다. 따라서 이 연구에서 사용된 그림에 대한 정서반응이 동일할지를 검증하였다. 이를 위하여 별도의 참가자 10명을 모집하였으며, 원래 그림에 있던 내용 설명을 모두 삭제한 그림만을 제시하여 실험참가자의 전기피부반응이 달라지는가를 검증하였다.

그림을 제시하기 전에 3분간 기저선을 측정하였으며 5분간의 휴지기를 두었다. 그런 다음에 3분간 그림을 제시하여 기저선 이후의 전기피부반응이 어느 정도 달라지는지를 측정하였다. 첫 번째 그림에 대한 정서성 측정을 마치고 다시 5분간의 휴지기를 두었으며 동일한 절차에 따라서 두 번째 그림에 대한 정서성을 측정하였다. 또한 무작위로 추출한 5명에게는 [고근접 그림→저근접 그림]의 순서로 제시하였으며 나머지 5명에게는 [저근접 그림→고근접 그림]의 순서로 정서성을 측정하였다. 양측검증 결과에 따르면 $t=-.41$, $df=9$, $p=.70$ 인 것으로 나타났으며, 텍스트 정보를 삭제한 각 그림은 중립적인 정서반응을 유발하고 있는 것으로 평가되었다.

2.3. 측정도구

2.3.1. 전기피부반응의 측정

이 연구에서는 이와 같은 전기피부반응을 측정하기 위하여 iDAQ400과 EDG 앰프가 활용되었다. iDAQ400은 국내의 피지오랩(주)에서 생산하는 디지털 계측장비이며, EDG 앰프는 전기피부반응을 측정하기 위한 모듈이다. 이 장비는 4 채널방식으로 구성되어 있으며, EDG 앰프에 전극이 연결되어 있으며 전기피부반

응을 수집할 수 있다. 또한 iDAQ400은 USB 통신 케이블을 사용하여 컴퓨터에 연결하도록 되어 있으며, EDG 앰프에서 수집된 생리신호를 디지털 신호로 변환한 후 PC로 전송하는 장치이다. 전기피부반응의 샘플링은 1Hz 단위로 진행하였으며, 60Hz에서 필터링되었다. 이 장비를 사용하여 자료수집용 전극을 손바닥에 붙여서 전기피부반응을 측정하였다. 측정단위는 microSiemens(μS)였다.

2.3.2. 지각된 과제난이도

지각된 과제난이도는 실험을 통하여 읽었던 자료에 대한 이해의 정도를 측정하기 위한 것으로 고근접 그림조건과 저근접 그림조건에서의 전기피부반응에 대한 공변량으로 투입하기 위하여 측정하였다. 과제에 대한 난이도 지각에 따라서 전기피부반응이 달라질 수 있기 때문에 공변량으로 투입한 것이다. 반응점수가 높을수록 난이도 지각이 높았음을 의미한다.

<표 1>은 지각된 난이도를 측정하기 위하여 사용된 문항이며 총 7개 문항으로 구성되었다. 각 문항은 ‘전혀 그렇지 않다=1점’에서 ‘매우 그렇다=5점’까지 5점 척도로 반응하도록 하였다. 지각된 난이도에 대한 문항신뢰도는 고근접 조건(바이오디젤의 생성과정)과 저근접 조건(비만과 호르몬의 준비)에서 모두 .85인 것으로 나타났다.

표 1. 지각된 난이도에 대한 설문문항* (역채점 문항)

이해하기 쉬웠던 내용이다.* 전체적으로 과제의 답변을 작성하는 것이 쉬웠다.* 과제의 난이도가 높았다. 과제에 답변하는 것이 쉽지 않았다. 내용의 구조가 잘 파악되었다.* 읽어야 할 내용이 잘 파악되지 않았다. 설명문의 흐름을 이해하기 쉬웠다.*

2.4. 실험절차 및 설계

2.4.1. 실험절차

실험이 진행되기 전에 앞서 실험 참가동의서 작성과 전체적인 실험에 대한 개요를 설명하였으며, 실험에 사용될 자료에 대한 연습이 실시되었다. 이 연구의 실험 자료는 파워포인트로 작성되었으며, 화면 위의 화살표 버튼을 사용하여 전후 이동을 할 수 있도록 개

발되었다. 실험참가자들의 기초 전기피부반응을 측정하기 위하여 평온한 마음으로 3분간 휴식을 취하도록 했다. 3분간 측정된 전기피부반응 중에서 처음의 30초 분량을 제외한 처음 60초에 대한 평균 전기피부반응을 기저선으로 측정하였다.

<표 2>는 이 연구에서 진행된 전체적인 실험절차를 도식화 한 것인데, 이 연구의 실험은 2단계로 구성되었다. 첫 번째 단계는 고근접 그림이 제공된 자료에 대한 단순읽기 및 요약읽기의 수행이다. 두 번째 단계는 저근접 그림이 제공된 자료에 대한 단순읽기 및 요약읽기의 수행이다.

표 2 실험절차

	기저선 측정	고근접 조건		저근접 조건		설문
		단순 읽기	요약 읽기	단순 읽기	요약 읽기	
E	01	02	03	04	05	06
C	01	02	03	04	05	06

E: 실험집단(그림+텍스트)
 C: 통제집단(텍스트)
 01: 기저선 측정
 02, 03, 04, 05: 전기피부반응의 측정
 06: 지각된 과제난이도의 측정

단순읽기는 구체적인 읽기목적이 제시되지 않는 읽기과정을 의미한다. 실험참가자들이 자료를 제공받으면 “내용을 이해하기 위하여 정독하기 바랍니다”라는 안내를 제시하였다. 단순읽기가 끝나면 손을 들어서 읽기를 끝냈음을 알리도록 했으며, 그 다음으로 요약 읽기를 수행하도록 했다. 요약읽기를 위해서 과제가 적힌 문제지를 제시했으며, “아래의 질문 방금 읽은 내용에 대한 것입니다. 각 질문에 적합한 내용을 찾아서 내용을 정리하기 바랍니다”라는 지시문을 제시하였다. 요약과제를 수행하는 동안에 학습 자료를 참조해서 다시 읽을 수 있도록 했다. 제시된 요약과제는 각 세 문항이었으며, 내용에서 중심으로 다루었던 과정이나 절차를 정리하도록 한 것이다.

2.4.2. 실험설계 및 분석방법

실험참가자의 개인차 변수를 통제하고 실험자극에 반복하여 노출될 수 있도록 반복측정에 따른 분할구획요인설계(split-plot factorial design)를 적용하였다. 반복측정 방법을 적용한 것은 단순읽기를 마친 이후에

과제수행을 위한 요약읽기 과정이 진행되었기 때문이다. 통제집단은 그림이 없이 텍스트만으로 구성된 자료를 제공 받았으며, 실험집단은 그림 자료가 포함된 자료가 제공되었다.

또한 학습자가 지각한 과제난이도를 공변량으로 투입하여 학습자의 사전지식 수준에 의한 영향력을 통제하였다. 학습자가 갖고 있는 사전지식은 읽기자료에 대한 난이도 지각의 수준을 결정하는 중요한 요인이다. Bråten과 Samuelstuen(2004)은 학습자가 어느 정도의 사전지식을 갖고 있는지에 따라서 읽기과정에 적용하는 인지전략이 달라진다고 설명하고 있다. 따라서 과제난이도의 지각수준을 공변량으로 투입하여 분석함으로써 학습자의 사전지식에 의한 영향력을 통제할 수 있을 것이다.

고근접 조건을 먼저 시행하고 저근접 조건을 후에 실시했는데 이러한 순서로 실험을 설계한 것은 인지부하이론에 근거한 것이었다. 즉, 인지부하이론에 따르면 고근접 그림 자료를 제시할 때 인지부하가 더 낮게 나타날 것으로 기대되고 있기 때문에 고근접 자료를 먼저 제시하였다. 저근접 자료를 먼저 제시하게 되면 처음부터 인지부하가 높아질 수 있으며, 이에 따른 영향이 후속과제의 수행에 영향을 미칠 수 있다고 보았다. 따라서 인지부하가 낮을 것으로 기대되는 고근접 자료 조건을 먼저 수행하였다. 또한 그림 자료에 대한 정서성 평가에서도 차별성이 없었으며 지각된 과제난이도를 공변량으로 투입함으로써 실험자극과 과제난이도에 의한 영향력을 통제하고자 하였다.

3. 연구결과

3.1. 내용 친숙도의 차이

실험결과를 분석하기에 앞서 실험에 사용된 읽기자료에 대한 내용 친숙도의 수준을 분석하였다. 단일문항으로 측정되었으며, 읽기 자료에 소개된 내용을 이미 알고 있었는지를 확인하였다. 5점 척도로 구성되었으며, 1점=“전혀 그렇지 않다”에서 5점=“매우 그렇다”로 평가하도록 하였다. 분석결과에 따르면 고근접 조건의 실험집단=1.65(표준편차=.86)와 통제집단=1.82(표준편차=.88)인 것으로 나타났으며, 일원변량분석 결과에 따르면 유의미한 차이가 없었다($F(1, 33)=.34, p=.56$). 또한 저근접 자료에 대하여 실험집단=1.71(표

준편차=.92)과 통제집단=2.12(표준편차=1.11)이었고, 유의미한 차이는 없었다($F(1, 33)=1.39, p=.25$). 따라서 실험집단과 통제집단은 실험에 사용된 읽기 자료에 대하여 동질한 수준임을 확인할 수 있었다.

3.2. 고근접 자료에 대한 가설 I의 검증

<표 3>은 고근접 조건에서 그림 자료의 제시여부(실험집단 vs. 통제집단)와 읽기모드(단순읽기와 요약읽기)에 따른 전기피부반응 평균 변화량이다. 공변량으로 투입된 집단별 과제난이도의 평균은 실험집단 =2.93(표준편차=.51)과 통제집단=2.87(표준편차=.58)이었다. 분석결과에 따르면 그림의 제공여부(실험집단 vs. 통제집단)는 전기피부반응에 대하여 유의미한 차이가 없었다($F=2.40, p=.132$). 또한 과제난이도 지각도 유의미하지 않았다($F=.03, p=.87$).

읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)에 따라서 유의미한 차이가 있었는지를 확인하기 위하여 반복측정에 의한 집단내 차이(읽기모드의 차이)검증을 실시했다. 그러나 읽기모드에 따른 차이는 유의미하지 않았다($F=.69, p=.411$). 또한 공변량으로 투입된 과제난이도와 읽기모드의 상호작용도 유의미하지 않았고($F=.78, p=.384$), 처치(그림 자료의 제공 여부)와 과제난이도(공변량)의 상호작용도 유의미하지 않았다($F=1.31, p=.262$). 이런 결과를 종합해 보면 고근접 조건에서는 그림의 제공여부나 읽기모드 사이에서 유의미한 차이가 없다는 것을 확인할 수 있었다.

표 3. GSR의 변화 평균(괄호는 표준편차, 단위: μs)

집단	단순읽기	요약읽기
실험집단	1.00(5.59)	1.92(7.77)
통제집단	-.65(4.62)	-1.99(5.53)

3.3. 저근접 자료에 대한 가설 II의 검증

<표 4>는 저근접 조건에서 그림 자료의 제시여부(실험집단 vs. 통제집단)와 읽기모드(단순읽기와 요약읽기)에 따른 전기피부반응의 평균 변화량이다. 그림이 제시된 실험조건에서 요약읽기를 했을 때 가장 높은 전기피부변화량이 나타났으며, 통제집단의 단순읽기모드에서 가장 낮은 변화량이 측정되었다. 또한 공변량으로 투입된 과제난이도의 평균은 실험집단은

2.45(표준편차=.56)인 것으로 나타났으며, 통제집단에서는 2.60(표준편차=.48)이었다.

표 4. GSR의 변화 평균(괄호는 표준편차, 단위: μs)

집단	단순읽기	요약읽기
실험집단	6.38(8.15)	10.43(7.26)
통제집단	0.39(10.49)	2.86(7.94)

분석결과에 의하면 저근접 조건에서는 실험집단과 통제집단 사이에서 유의미한 차이가 나타났다($F=6.79, p=.014, \eta^2=.18$). 또한 반복측정에서의 집단내 차이검증(단순읽기 vs. 요약읽기)에서도 유의미한 차이가 나타났다($F=4.64, p=.039, \eta^2=.13$). 그러나 공변량으로 투입된 과제난이도와 읽기모드의 상호작용은 유의미하지 않았다($F=2.46, p=.127$). 읽기모드와 처치조건(그림 자료의 제공여부) 사이에서도 유의미한 차이가 나타나지 않았다($F=.29, p=.594$).

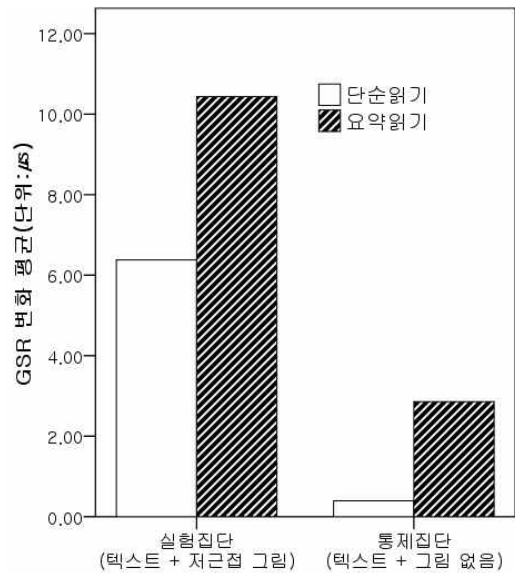


그림 4. 그림 자료의 제공여부와 읽기모드의 차이

이 결과는 처치조건인 그림 자료의 제시여부(실험집단 vs. 통제집단)에 따라서 전기피부반응의 변화가 발생했음을 의미한다. 또한 처치효과와 더불어 동일한 처치 조건내에서도 읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)에 의한 차이도 유의미했다는 것이다. 그림 4는 가설 II의 검증결과를 도표로 보여주고 있다. 이 그림에서 보는 바와 같이 실험집단의 전기피부반응은 통제집단의 전기피부반응보다 높았으며, 동일한 처치조건

에서 요약읽기의 전기피부반응이 단순읽기 보다 더 높은 것으로 나타나고 있다.

3.4. 과제난이도 지각에 대한 분석

연구가설에 포함된 내용은 아니었으나 가설 I 과 가설 II의 결과가 서로 다르게 나타나고 있기 때문에 고근접 그림제시 조건과 저근접 그림제시 조건에서 사용된 텍스트 자체에 대한 과제난이도의 차이를 추가적으로 검증하였다. <표 5>는 처치조건별 과제난이도의 평균 및 표준편차이다.

실험참가자들이 지각한 과제난이도에 대하여 그림 자료의 제공여부와 유형(고근접 조건 vs. 저근접 조건)에 대한 이원분산분석을 실시하였다. 분석결과에 따르면 자료의 유형(고근접 조건 vs. 저근접 조건)에서 유의미한 차이가 나타났다($F=8.56, p=.005, \eta^2=.12$). 그러나 그림 자료의 제공여부에 따른 차이(실험집단 vs. 통제집단)는 없었다($F=.11, p=.746$). 또한 자료의 유형과 그림 자료의 제공여부에 의한 상호작용도 유의미하지 않았다($F=.61, p=.438$).

표 5. 처치조건별 과제난이도의 평균(괄호는 표준편차)

집단	고근접 조건	저근접 조건
실험집단(n=17)	2.93(.51)	2.45(.56)
통제집단(n=17)	2.87(.58)	2.60(.48)
전체(N=34)	2.90(.54)	2.53(.52)

이 결과는 고근접 조건과 저근접 조건에서 사용된 텍스트 자체의 난이도에서 차이가 있었음을 의미하는 것이다. 저근접 그림의 제시조건에서 사용된 텍스트(비만 및 호르몬 분비과정)에 대한 과제난이도 지각이 고근접 그림의 제시조건에서 사용된 텍스트(바이오디젤의 생성과정)보다 유의미하게 낮았다는 의미한다. 비록 텍스트에 대한 내용 친숙성의 분석에서 유의미한 차이는 없었지만 과제난이도의 지각은 서로 달랐음을 의미하는 것이다. 그러나 이러한 차이가 그림 자료의 제공여부에 의한 것은 아니었다. 즉, 그림 자료의 제시여부와 상관없이 저근접 조건에서 사용된 텍스트(비만 및 호르몬의 분비과정)가 고근접 조건에서 사용된 텍스트(바이오디젤의 생성과정) 보다 더 쉬운 것으로 지각되고 있었다는 것이다.

4. 결론 및 논의

4.1. 결론

4.1.1. 고근접 자료에서의 차이

고근접 자료에서는 읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)와 그림 자료의 제공여부(실험집단 vs. 통제집단)에 따른 유의미한 차이를 발견할 수 없었다. 과제난이도를 공변량으로 투입했으나 유의미한 차이가 나타나지 않았으며, 결국 연구가설 I 은 기각되었다.

이런 결과가 도출된 원인으로 그림 자료의 높은 근접성을 고려해 볼 수 있다. 즉, 제시된 그림 자료의 근접성이 높았기 때문에 그림 자료의 제시여부에 의한 차이가 나타나지 않았을 가능성이 있다. 인지부하이론에서는 근접성이 낮은 그림을 제공하면 텍스트만을 제공하는 것보다도 인지부하를 더 높이는 요인이라고 간주하고 있다. 따라서 이 연구에서는 근접성이 높은 그림 자료를 사용함으로써 추가적인 인지부하의 발생이 줄어들었을 가능성을 고려해 볼 수 있다.

그러나 읽기모드 사이(단순읽기 vs. 요약읽기)에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이 연구의 결과에 대해서 대안적인 해석이 가능하다. 요약읽기의 과제 자체의 난이도가 충분히 높지 않았기 때문이라는 점을 고려해 볼 수 있다. 지각된 과제난이도를 보면 2.87(통제집단)과 2.93(실험집단)이었는데 보통수준의 과제였던 것으로 지각되고 있었다고 볼 수 있다.

4.1.2. 저근접 자료에서의 차이

저근접 자료에서는 읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)와 그림 자료의 제공여부(실험집단 vs. 통제집단)에 따라서 유의미한 차이가 나타났다. 우선 그림 자료의 제공여부에 대한 결과를 보면, 그림 자료를 제공받은 실험집단의 전기피부반응이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 현상은 근접성 원리의 측면에서 해석될 수 있는 것이다. 근접성이 낮은 그림을 제공하게 되면 그림과 텍스트의 내용을 통합하는 과정이 쉽지 않기 때문에 인지부하가 높아지게 된다는 것이다. 이 연구의 결과에서와 같이 근접성이 낮은 그림을 제공함으로써 실험집단과 통제집단에서 유의미한 차이가 나타났다고 볼 수 있다.

또한 읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)에서도 유의미한 차이가 나타났다. 이 결과는 요약과제와 같이 복잡한 인지과정이 필요한 상황에서 인지부하가 올라갈 수 있다는 점을 지지해주는 결과라고 볼 수 있다. 단순읽기 보다는 요약읽기 과제를 수행하면서 더 많은 인지부하가 발생했다고 볼 수 있다. 그림을 제공받지 않았던 통제집단에서는 단순읽기에서 요약읽기로 전환되면서 더 많은 인지부하가 발생한 것으로 볼 수 있다.

통제집단과 달리 실험집단은 그림을 제공받았음에도 인지부하가 올라간 것으로 평가되었다. 그 이유는 제공받은 그림의 근접성이 낮았기 때문에 상대적으로 더 많은 인지활동이 필요했기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 즉, 저근접 그림 자료에서는 텍스트 내용에는 지방의 분해과정이나 호르몬의 생성절차가 잘 설명되어 있으나 그림 자료에는 그와 같은 절차가 제대로 반영되어 있지 않았다. 결국 이와 같은 저근접성이 전기피부반응을 높이는 역할을 했던 것으로 유추해 볼 수 있다.

4.1.3. 지각된 과제난이도에 대한 분석

고근접 그림의 제시 조건에서 사용된 텍스트에 대해서는 읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)에 따른 유의미한 차이가 없었다. 그러나 저근접 그림의 제시 조건에서 사용된 텍스트에 대한 읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)에서는 유의미한 차이가 있었다. 이런 결과가 나타난 것은 두 텍스트(바이오디젤의 생성과정 vs. 비만 및 호르몬 분비과정)의 내용에 대한 난이도가 다르기 때문에 발생한 것이라고 해석할 수 있다. 비록 실험 자료를 선정하기 위하여 내용 친숙성과 난이도를 고려했지만 두 텍스트에 대한 난이도가 달랐다는 것이다. 읽기모드는 인지과정의 수행과 직접적으로 관련되어 있기 때문에 두 과제의 내용에서 난이도 차이가 있었다면 읽기모드의 변화에 따른 학습자의 전기피부반응이 달라진 것으로 해석할 수 있다.

과제난이도 지각에 대한 분석결과에 의하면 고근접 자료의 내용에 대한 과제난이도 지각보다 저근접 자료의 내용에 대한 과제난이도 지각이 유의미하게 낮은 것으로 나타났다. 저근접 자료의 내용이 더 쉬웠다는 것이며, 이 때 읽기모드(단순읽기 vs. 요약읽기)에서 유의미한 차이가 발생했던 것이다. 이런 결과가 나타난 것은 내용이 쉬울수록 읽기모드의 속성에 따라

서 더 민감하게 반응했을 가능성을 고려할 필요가 있다. 만약 내용에 대한 난이도가 어려운 상태라면 단순읽기와 요약읽기 모두에서 상대적으로 높은 인지부하가 발생했을 가능성이 있다.

또는 요약읽기의 목적이나 전략을 제대로 인식하지 못했기 때문에 단순읽기와 차별성을 형성하지 못했을 가능성도 배제할 수 없다. 지각된 과제난이도와 읽기모드 사이의 관계에 대해서는 후속연구가 진행되어야 할 필요가 있다. 인지과정에 수반된 학습요소의 많고 적음에 따라서 읽기모드에 의한 인지부하는 영향을 받을 것으로 보이지만 과제에 대한 난이도 지각이 어떤 매개 역할을 하고 있는지에 대하여 추후연구가 수행되어야 할 것이다.

4.2. 논의

이 연구를 통하여 다음과 같은 논의가 가능하다. 첫째, 생리신호의 반응이 인지부하를 유발하는 여러 가지 하위속성 중에서 어떤 요인에 수렴하고 있는지에 대한 연구가 부족한 실정이다. 비록 생리신호가 정서 반응에 수반하여 자연스럽게 나타나는 변화이기 때문에 안정적으로 예측요인이라고 하더라도, 구체적으로 어떤 인지부하 요인이 생리신호를 유발했는지에 대한 연구가 필요하다. 또한 어떤 이들은 생리신호의 측정은 인지부하를 측정하는데 지나치게 민감해서 타당하지 않다고 지적하고 있는데, 생리신호와 인지부하 속성에 대한 구체적인 관련성을 밝히고 못하기 때문에 일어나는 것이다.

둘째, 인지과정과 생리신호의 연계성에 대한 확인이 필요하다. 생리신호는 주로 정서반응에 수반된 신경계통의 변화에 근거하고 있기 때문에 정서반응과 인지반응과의 연관성에 대한 연구가 더 필요하다. 생리신호는 저마다 민감하게 반응하는 정서영역이 있기 때문에 이러한 관련성에 대한 후속 연구가 필요하다. 또한 이 연구에서 활용된 전기피부반응은 심상자극에 민감하게 반응하는 경향이 있다. 그렇지만 학습자의 인지과정은 청각자극에 의해서도 영향을 받을 수도 있다. 따라서 정보양식에 의한 효과(modality effect)를 연구하려면 다양한 표상양식과 생리신호와의 관련성을 분석해야 한다.

셋째, 생리신호에 의한 측정된 반응이 학습과정과 어떻게 관련되어 있는지를 검토해야 한다. 인지부하 이론이 작업기억에서의 정보조작 과정을 강조하고 있

는 것은 맞지만, 정작 중요한 문제는 스키마의 획득과 인지구조의 변화이다. 즉, 작업기억에서 이루어지는 과제수행(task performance)과 학습의 결과는 다르다. 작업기억에서의 정보조작은 장기기억에서의 인지구조를 변화시키기 위한 준비 단계이지 최종적인 학습의 결과는 아니기 때문이다.

4.3. 연구의 제한점

이 연구는 다음과 같은 제한점을 갖고 있다. 첫째, 이 연구의 결과를 수행수준에 적용한다면 다른 결론이 도출될 수도 있다. 학습자의 학업성취나 과제수행도 인지부하를 측정할 수 있는 지표로 인식되고 있다. 따라서 인지부하의 측정을 위해서나 일반적인 성취라는 측면에서 과제수행을 적용해서 분석을 실시할 수도 있을 것이다. 그러나 이 연구에서는 학습자의 수행을 반영하고 있지 않기 때문에 이에 대한 해석에서 제한점을 갖고 있다.

둘째, 이 연구에 투입된 실험자극의 실질적인 난이도가 높은 편이 아니었다. 따라서 높은 난이도의 과제에 대해서는 후속연구가 필요할 것이다. 과제의 실질적인 난이도가 올라가면 학습자의 사전지식 수준과 같은 변수에 의한 영향력이 증대될 것으로 기대된다. 예를 들면 사전지식이 높은 학습자는 과제에 대한 난이도 지각이 낮더라도 과제수행 자체에 수반된 인지부하는 여전히 높게 나타날 수 있다.

셋째, 연구에 사용된 텍스트의 성격에 대한 분석이 충분히 고려되지 못했다. 두 텍스트(바이오티셀의 생성과정 vs. 비만 및 호르몬 분비과정)의 속성차이가 읽기모드의 변화나 제시된 그림 자료와의 관계에 유의미한 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 이 연구에서 투입된 그림 자료는 절차적 속성에 중점을 두고 근접성을 설명했기 때문에 만약 텍스트의 속성이 선언적 지식과 가깝다면 그림의 속성과 일치하지 않았을 수도 있다.

참고문헌

김소원, 도경수 (2004). 학습할 내용과 그림 보조자료의 적합성의 효과. *한국심리학회 연차학술발표대회 논문집*, 309-310.
 도경수, 차유영 (2008). 시공간 작업기억 용량과 그림 자료의 유형과 내용이 초등학생의 영어 단어 학습

에 미치는 영향. *인지과학*, 19(4), 369-396.
 류지현 (2009). 컴퓨터 기반 학습에서 인지부하 요인과 GSR의 각성수준이 과제수행에 미치는 영향. *감성과학*, 12(3), 279-288.
 목정운 (2004). 웹 기반 학습자료의 글자체와 강조 방법이 가독성, 선호도 및 학업성취도에 미치는 영향. 석사학위 논문, 이화여자대학교.
 윤준채 (2008). 요약하기 읽기 전략이 읽기 이해에 미치는 영향: 메타 분석적 접근. *2008년 한국교육방법학회 추계학술 심포지엄*, 63-72.
 이봉건, 정인원, 김재진, 신철진 (2002). 심상자극과 GSR의 관계에 대한 예비연구: 쾌불쾌를 유발하는 심상자극과 암산과제에 대한 SCL 반응비교. *한국감성과학회지*, 5(2), 11-22.
 조경자, 송승진, 한광희 (2002). 멀티미디어 환경에서 정보제시 유형과 인지부하가 정보처리에 미치는 영향. *인지과학*, 13(3), 47-60.
 Bråten, I. & Samuelstuen, M.S. (2004). Does the influence of reading on reports of strategic text processing depend on students' topic knowledge? *Journal of Educational Psychology*, 96(2), 324-336.
 Clariana, R.B. (1992). Media research with a galvanic skin response biosensor: Some kids work up a sweat! Paper presented at the *Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology*, Washington, DC.
 Gerjets, P. & Scheiter, K. (2003). Goal configurations and processing strategies as moderators between instructional design and cognitive load: Evidenc from hypertext-based instruction. *Educational Psychologist*, 38(1), 33-41.
 Ikehara, C.S. & Crosby, M.E. (2005). Assessing cognitive load with physiological sensors. Paper presented at the *38th Hawaii International Conference on Systems Sciences*.
 Lin, T., Hu, W., Omata, M., & Imamiya, A. (2005). Do physiological data relate to traditional usability indexes? *Proceedings of ozCHI 2005*. Canberra, Australia.
 Linderholm, T. & van den Broek, P. (2002). The effects of reading purpose and working memory capacity on the processing of expository text. *Journal of Educational Psychology*, 94(4), 778-784.
 Mayer, R.E. & Anderson, R.B. (1992). The instructive

- animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 444-452.
- Moreno, R. & Mayer, R.E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 358-368.
- Paas, F. & van Gog, T. (2006). Optimising worked example instruction: Different ways to increase germane cognitive load. *Learning and Instruction*, 16(2), 87-91.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & van Gerven, P.W.M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63-71.
- Ryu, J. (2008). Theoretical issues of unobtrusive passive method to assess cognitive load with galvanic skin response. 2008 *International Conference of Korean Society of Educational Technology*, 197-201.
- Schnotz, W. & Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, 19(4), 469-508.
- Seufert, T. & Brünken, R. (2006). Cognitive load and the format of instructional aids for coherence formation. *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 321-331.
- Seufert, T., Jänen, I., & Brünken, R. (2007). The impact of intrinsic cognitive load on the effectiveness of graphical help for coherence formation. *Computer in Human Behavior*, 23(3), 1055-1071.
- Shi, Y., Ruiz, N., Taib, R., Choi, E., & Chen, F. (2007). Galvanic Skin Response(GSR) as an index of Cognitive Load. *Proc. CHI 2007*. 2651-2656.
- Wilson, G.M. (2001). Psychophysiological indicators of the impact of media quality on users. In the *Proceedings of CHI 2001 Doctoral Consortium*, ACM Press (2001), 95-96.

원고접수 : 09.11.04

수정접수 : 09.12.21

게재확정 : 10.02.11