

고등학생의 관찰 활동에서 나타난 관찰능력과 코르티솔 호르몬의 상관관계 분석

김은주¹ · 이일선¹ · 이준기² · 권용주^{1*}

¹한국교원대학교 · ²전북대학교

Correlation between High School Students' Observation Abilities and Changes in Their Cortisol Hormone during Biology Observation Activity

Eun-Ju Kim¹ · Il-Sun Lee¹ · Jun-Ki Lee² · Yong-Ju Kwon^{1*}

¹Korea National University of Education · ²Chonbuk National University

Abstract: The purpose of this study was to investigate the correlation between high school students' observation ability quotient and changes in their stress hormones while observing fruits. This experimental study was performed with 29 first-year female high school students in a metropolitan city. In order to measure the observation ability quotient, an appropriate scientific observation program was developed. In observation program, the subjects carried out observations in an open and autonomous environment and recorded their observations. Their saliva samples were extracted before and after the task so as to analyze the amount of the secreted hormone. Also, their observation ability was measured using the quotient equation of observation ability. And then, in order to investigate the relationship between the observation ability and the cortisol hormone, a correlation analysis was performed. The main results are as follows: First, the amount of learner's hormone secreted during the experiment decreased in overall after the free observation. And the observation ability quotient turned out to be significantly correlated to the cortisol hormone.

Key words: observation, cortisol, observation ability, scientific inquiry process, high school students

I. 서론

과학에서 관찰(observation)이란 관찰자가 오감을 통해 자연 현상에 대해 정보를 수집하는 것을 의미한다(권용주 등, 2005; Heimler, 1986; Hodson, 1986; Ostlund, 1992). 관찰은 의문 생성, 가설 생성 및 검증 등으로 이어지는 과학 탐구 과정의 출발점이 될 수 있으며, 더 나아가 학생들이 가진 과학적 선 개념의 변화에도 영향을 줄 수 있는 탐구 과정이다(권용주 등, 2003; 박종원과 김익균, 1999; Lawson, 1995). 이러한 이유에서 관찰은 과학적 연구 및 과학교육에서 매우 중요한 요소로 인식되고 있으며(교육부, 1997; Lawson, 1995), 연구 또한 꾸준히 지속되고 있다(권용주 등, 2003; 김도옥, 1996; 김현섭 등, 2002; 박종원과 김익균, 1999; 송판섭과 한광래, 1995; 이해원 등, 2005; 임채성, 1999; Haslam & Gunstone, 1996; Kinchenre, 1999). 이와 같이 관찰에 대하여 중요성을 인식하고 그 연구 또한 활발히 이루어져 왔

지만, 학생들의 관찰 능력은 교육과정의 목표에 충분히 이르지 못하고 있다(송판섭과 한광래, 1995).

과학 및 과학교육에서 관찰의 중요성이 강조되어 왔음에도 불구하고, 학교 과학 교육을 통해 학생들의 적극적이고 수준 높은 관찰 활동이 일어나지 못하는 이유는 무엇일까? 그 이유 중의 하나는 관찰과 같은 탐구활동 과정에서 발생하는 학생의 내적 변화를 고려하지 않은 채 수업이 진행되었기 때문으로 볼 수 있다(권용주 등, 2004). 실제 탐구활동 과정에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나가 감성이나 호르몬 변화와 같은 학습자의 내적 변화이다(신동훈 2006). 즉, 과학 탐구활동 같은 과학학습에서 학습자의 학습 동기 및 흥미와 같은 내적인 요인이 실제 학습자들의 학습 참여율이나 학업 성취도에 많은 영향을 미치게 된다. 그러나 학습자의 내적 변화가 과학 탐구 활동에서 매우 중요한 역할을 미친다는 선행연구에도 불구하고, 내적 변화에 대한 객관적이고 정량화된 측정방법 및 해석방법 상의 어려움으로 인해 그 연구가 충분히

*교신저자: 권용주(kwonyj@knu.ac.kr)

**2010년 10월 26일 접수, 2010년 12월 20일 수정원고 접수, 2010년 12월 21일 채택

***이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(한국연구재단-313-2008-2-C00901).

이루어지지 못하고 있는 실정이다(권용주 등, 2004, 신동훈 2006).

학습자의 내적 변화에 대한 객관적 정보를 줄 수 있는 것 중의 하나가 생리적인 변화에 해당되는 호르몬 변화를 분석하는 것이다(Kalat, 2004). 즉, 학습자의 호르몬 변화 상태를 미리 알 수 있다면, 그에 따른 행동 변화를 보다 객관적으로 예측할 수 있을 것이다(Kalat, 2004). 선행연구에서 많이 사용되는 호르몬 변화 측정법은 타액을 통한 체내 호르몬 측정법(SHA: Salivary Hormone Analysis)이다(Nejtak, 2002). 이 측정법은 HPA(Hypothalamic Pituitary Adrenal)축의 최종산물인 코르티솔(cortisol) 중 타액선을 통과한 유리 코르티솔 농도를 측정하는 방법이다. 타액 속 코르티솔은 학습자의 동기, 흥미 등의 내적 요인을 유발시킬 수 있는 학습 감성과 매우 밀접하게 관련이 있다(Boudarene *et al.*, 2002; Nejtak, 2002). 또한 코르티솔의 농도는 학습 감성에 따라 매우 민감하게 변하므로 학습자의 내적 변화를 측정하기에 좋은 지표가 될 수 있다. 최근 학습자의 체내 호르몬 변화를 이용하여 감성과 가설생성 능력간의 관계를 확인한 연구에 의하면, 호르몬 변화가 가설생성 능력과 어느 정도 관계가 있음을 보여주고 있다(권용주 등, 2009). 하지만 감성과 탐구능력과의 관계를 확인하였을 뿐 내적인 생리적 변화와 과학 탐구 능력간의 직접적인 관계에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 이 연구에서는 과학 탐구 과정에서 학습자의 내적인 생리적 변화가 탐구능력에 어떻게 영향을 미치는지 규명하고자 하였다. 이를 위해 관찰 탐구 활동을 수행할 때 학습자의 타액 속 코르티솔 호르몬 변화와 관찰 탐구 능력간의 관계를 분석하였다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다. 우선, 학생들의 관찰 탐구 활동 수행 전/후의 타액 코르티솔 호르몬 농도를 측정하여 관찰 탐구 활동 동안의 코르티솔 농도 변화를 확인하였다. 둘째, 학생들이 관찰 탐구 활동 동안 생성한 관찰 지식을 분석하여 학생 개개인의 관찰 능력을 확인하였다. 마지막으로, 관찰 활동 동안의 코르티솔 호르몬 농도 변화와 관찰 능력간의 상관관계를 분석하였다.

II. 연구방법 및 절차

이 연구의 목적은 과학 탐구 과정 중 관찰탐구 활동 과정에서의 학습자의 호르몬 변화와 관찰능력간의 관

계를 확인하는 것이다. 따라서 관찰탐구 활동 과제를 개발하였고, 개발된 관찰 탐구 활동 과제를 수행하기 전·후의 타액 속 호르몬 농도를 채취하여 분석하였다. 또한 관찰 탐구 활동 과제 수행 결과를 정략적으로 분석하여 연구대상 개인의 관찰 능력을 확인하였다. 이후 연구대상 개인의 호르몬 농도 변화와 관찰 능력 간의 관계를 분석하였다.

1. 연구 대상

이 연구의 연구대상은 우선 과학 탐구 활동 수행이 가능해야 하며, 연구의 주요 목표 중 하나인 생리적 변화의 측정이 가능한 피험자이어야 한다. 따라서 과학 탐구에 대한 경험이 있고 이공계로 진학을 희망하는 고등학교 1학년 여학생 29명을 연구대상으로 선정하였다. 이들은 모두 약물투입, 흡연 등의 전력이 없는 건강한 피험자로 연구 참여 동의서에 서명하고 참여 의사를 밝혔다.

2. 과제개발 및 예시

이 연구에서는 연구대상 개인의 관찰 능력을 확인해야 한다. 그러므로 관찰 활동 과제는 너무 단순하지 않고 다양한 관찰 활동이 유발되어, 연구대상 개인간의 능력차이가 나타날 수 있도록 개발되어야 한다. 과제 개발 과정은 중등 생물교육 전문가 2인과 생물교사 5인이 정기적인 협의 활동을 걸쳐 진행 되었으며 R&D 방식을 통해 타당도를 검증 받았다. 개발된 관찰 활동 과제들을 연구에 참여하지 않는 30명에게 투입하여 최종적인 관찰 탐구 활동 과제를 선정하였다(그림 1).

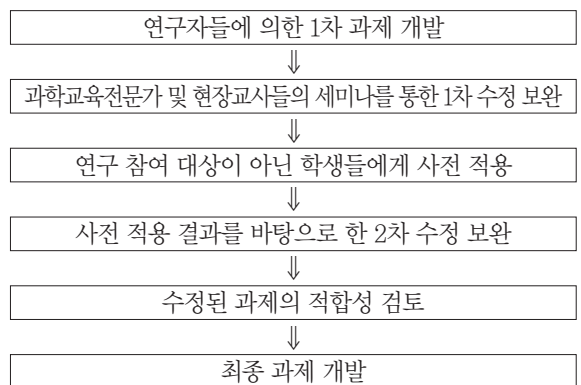


그림 1 연구에 사용된 탐구과제 개발 과정

관찰 탐구 활동 과제는 시각, 후각, 촉각, 미각, 청각 등의 다양한 관찰 유형이 나타날 수 있는 '과일 관찰' 과제가 선정되었다. '과일 관찰' 과제는 연구대상들에게 익숙한 과일을 제시하고 다양한 방법으로 관찰활동을 수행하도록 한다. 과제의 소재는 연구대상들에게 비교적 익숙한 귤, 미니토마토, 석류, 레몬, 키위 5가지의 과일을 제시하였고, 학생들은 다양한 방법과 도구를 이용하여 자유롭게 관찰하게 하고, 관찰 결과를 글, 그림 등으로 기록하였다.

3. 연구 절차

관찰 탐구 활동 과제는 안내, 사전검사, 관찰 활동, 사후 검사 단계로 구성되었으며 전체 70분 동안 진행되었다. 먼저 5분 동안 관찰 활동 과제와 실험에 대한 간단한 안내를 실시하였다. 다음으로 사전 검사 단계에서 과일 관찰 과제 수행 전 코르티솔 호르몬 농도 분석에 사용될 학생 개인의 타액을 채취하였다. 이후 학생들은 개발된 과일 관찰 과제를 이용하여 50분간 탐구 활동을 수행하였다. 이 때 관찰 과정에서 생성한 자신의 관찰 지식을 활동지에 기록하였고 연구자는 이를 분석하여 학생들의 관찰 능력 지수를 산출하였다. 사후검사 단계에서는 관찰 과제 수행 후 코르티솔 호르몬 변화 분석에 사용될 학생 개인의 타액을 재차

채취하였다. 관찰 탐구 활동 절차는 <그림 2>와 같다.

학생들이 관찰 과제를 수행하는 동안 외부요인에 의한 스트레스를 덜 받게 하기 위해 연구자의 지시를 최소화 하였으며, 학생들 주도하에 관찰이 진행되도록 하였다. 관찰 대상인 과일이나 실험도구도 충분히 제공하고 학생용 기록지도 <그림 3>과 같이 간략히 제시하여 학생들이 자율적으로 관찰을 수행할 수 있도록 하였다. 이때 연구 대상들은 관찰 활동 과정에서 생성된 관찰 지식을 기록하게 된다.

4. 관찰 능력 및 호르몬 변화 분석

1) 관찰 능력 분석

연구대상 개인의 관찰 능력은 권용주 등(2007)의 상대적 관찰력 지수(OQR; relative observation quotient)산출식을 활용하여 정량화하였다. 상대적 관찰력 지수 산출식은 학생들이 생성한 관찰 지식들의 수(관찰의 풍부도), 관찰 지식의 정확성(관찰의 객관도), 관찰 지식의 깊이(관찰의 수준), 관찰의 다양도의 4가지 측면에서 관찰 능력을 평가 할 수 있다(그림 4)

학생들이 생성한 관찰지식의 수는 관찰의 풍부도 측면에서 높은 점수를 얻게 되고, 다양한 유형의 관찰 지식을 생성한 경우에는 관찰의 다양도 측면에서 높은 점수를 얻게 된다. 또한 단순한 탐색에 의한 관찰

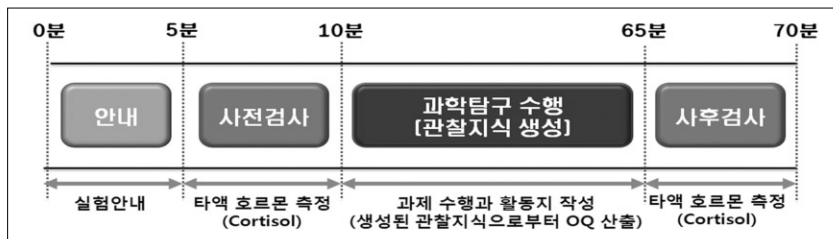


그림 2 관찰 탐구 활동 절차

그림 3 과일 관찰 탐구 학생 활동지 예시

보다는 초점화되고 세밀해진 관찰의 경우 관찰의 수준 측면에서 높은 점수를 받을 수 있으며, 관찰 지식이 객관성을 갖는지에 대하여 관찰의 객관도 측면으로 평가하게 된다. 이렇게 평가된 각 항목들과 집단내의 최고점수를 고려하여 학생 개인의 상대적 관찰력 지수를 분석할 수 있다. 이 산출식을 활용하면 연구대상 개인 간의 관찰력을 정량적으로 용이하게 비교할 수 있게 된다.

2) 학습자의 코르티솔 호르몬 변화 측정

과일 관찰 과제의 수행에 따른 연구대상 개인의 생리적 변화를 알아보기 위해서 타액 호르몬 분석법(SHA; Salivary hormone analysis)을 활용하여 타액 코르티솔 농도를 측정하였다. 타액을 이용한 코르티솔 농도 측정법은 채혈 등의 과정 없이 타액 시료 분석만으로 가능하기 때문에 특별한 도구나 전문가 없이 쉽게 검체를 채취할 수 있고, 상온에서도 매우 안정적이므로 교실 상황에서의 시료 채취가 매우 용이하다(Clements *et al.*, 1998). 타액시료는 2회에 걸쳐 흡수용 면봉이 포함된 salivette을 이용하여 채취하였다(그림 5). 연구대상자의 혀 밑에서 약 2ml의 타액을 채취하였으며, 면봉에 흡수된 타액 시료는 전

용튜브로 분리한 후 (주)한국칼캡약품의 SHA kit를 이용하여 효소면역법(EIA, Enzyme Immunoassay)으로 분석하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 관찰 능력 분석 결과

과일 관찰 과제를 수행하는 동안 연구대상들이 작성한 관찰 지식들을 분석한 결과 총 350개의 관찰 지식이 생성되었으며 32개 유형으로 구분되었다. 연구대상 1인당 생성해낸 관찰지식의 수는 평균 12.07개였다. 이와 같이 다양한 관찰지식들을 코르티솔 호르몬 변화량과 비교하기 위해 권용주 등(2007)이 개발한 상대적 관찰력지수 산출식으로 분석하여 정량적으로 지수화 하였다. 분석 결과 연구대상 집단에서 상대적 관찰력 지수가 가장 높은 경우는 2.88가장 낮은 경우는 0.33이었으며 평균은 1.62로 연구대상 개인에 따라 다양함을 확인할 수 있었다. 연구대상별 상대적 관찰력 지수(OQR)는 <그림 6>과 같이 분포하였다.

2. 코르티솔 호르몬 농도 변화량 분석 결과

$$OQR = \frac{\sum(LEn / HPLE \times \sum DO_n / HP \sum DO)}{D / HPD}$$

상대적 관찰능력지수 = {첫 번째 관찰지식 (관찰의 차수 / 집단 내 관찰 차수의 최고점 × 각 지식의 객관도 합 / 집단 내 객관도 합의 최고점) + ... + n 번째 관찰지식} × 관찰의 다양도 / 집단 내 다양도의 최고점

(OQR: relative observational ability quotient, D: diversity, HPLE:highest point of level, HPD:highest point of diversity, DO: observation's degree of objectivity, HPΣDO: highest point of total degree of objectivity, n: n-st observation knowledge)

그림 4 상대적 관찰력 지수 산출식(권용주 등, 2007)



그림 5 타액 호르몬 시료 채취 튜브 및 분석 예시

과일 관찰 과제 수행 전 연구대상들의 코르티솔 호르몬 농도는 $18.2 \pm 6.99\text{nM}$ 이었으나 관찰 과제 수행 후 코르티솔 호르몬은 $11.5 \pm 2.98\text{nM}$ 로 유의미하게 감소하였다(표 1).

표 1 관찰 과제 수행 전·후의 코르티솔 호르몬 농도

측정시기	농도(nM)	t	p
사전	18.2 ± 6.99	5.319	.000*
사후	11.5 ± 2.98		

비록 몇몇 연구대상들의 호르몬 농도(nM) 변화량¹⁾은 다소 증가하였지만 전체적으로 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. 연구대상 개인의 코르티솔 호르몬

농도 변화량은 최고 22.1nM 감소 부터 3.8nM 증가 까지 다양하게 나타났다. 연구대상 개인별 과일 관찰 과제 수행 전·후의 코르티솔 분비 변화량은 <그림 7>과 같다.

연구대상들의 코르티솔 농도 변화는 사전 코르티솔 농도 18.2 ± 6.99 에서 사후 코르티솔 농도가 11.5 ± 2.98 로 감소하였다. 이는 학생들에게 주어진 과제가 조작적 탐구가 가능한 실물이었기 때문에 볼 수 있다. 즉, 학습자 주도적인 탐구활동은 스트레스 정도를 감소시키고, 시에 흥미를 유발 시키게 되어, 결국 체내 코르티솔 호르몬 분비 감소로 이어짐을 확인 할 수 있었다(권용주 등, 2009).

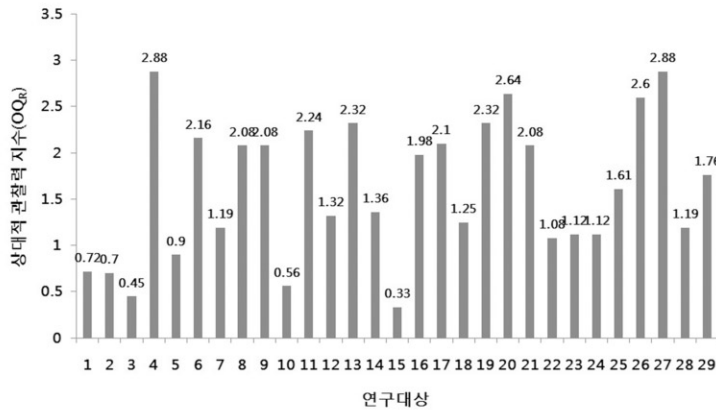


그림 6 연구대상의 상대적 관찰력 지수(OQR)

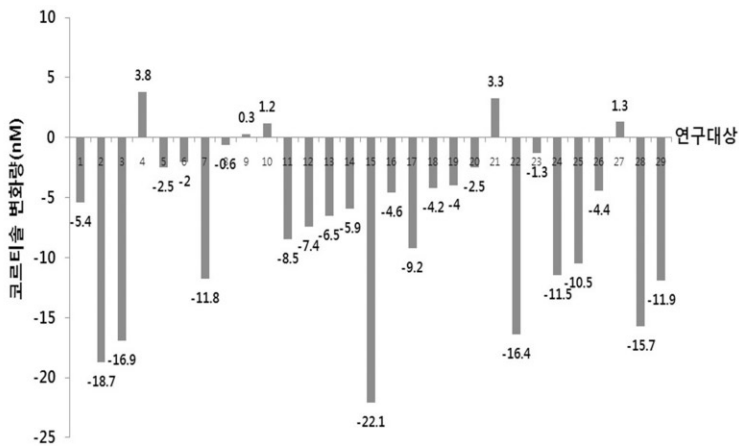


그림 7 관찰 과제 수행 전·후의 개인별 코르티솔 호르몬 변화량

1) 일반적으로 호르몬 농도는 나노그램(ng), 나노몰(nM) 단위로 나타낸다. 코르티솔 호르몬은 24시간 주기의 호르몬으로 기상 시 가장 높은 값을 갖고 점차 농도가 감소하여 취침 시 가장 낮은 농도를 나타낸다. 시간에 따른 코르티솔의 표준값은 기상 시 13~24nM, 오전(11시)에 5~10nM, 오후(4시)에 3~8nM, 취침 전 1~4nM 이다(Bergh et al., 2008).

3. 상대적 관찰력 지수와 코르티솔 호르몬 변화량의 상관관계 분석

이 연구의 목적은 과일 관찰 탐구 활동 수행 과정에서의 호르몬 변화와 관찰 능력간의 상관관계를 확인하는 것이다. 따라서 연구 대상들이 생성한 관찰 지식을 바탕으로 분석된 상대적 관찰력 지수(OQ_R)와 코르티솔 호르몬 변화량 간의 상관 분석을 실시하였다. 그 결과 관찰 능력 지수와 코르티솔 호르몬 변화량 간에는 높은 수준의 정적 상관관계($r=.584, p=0.001$)를 확인할 수 있었다(그림 8).

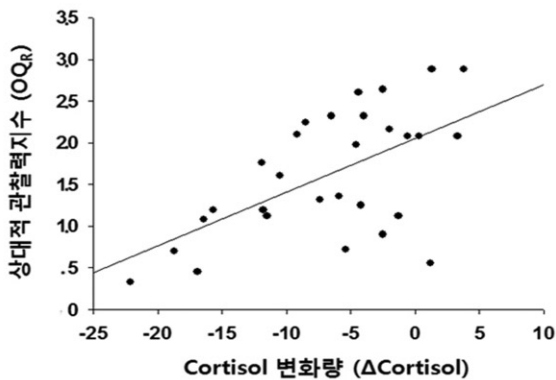


그림 8 상대적 관찰력 지수(OQ_R)와 코르티솔 변화량의 관계

과학탐구 과정이라는 학습과정은 학생들에게 어느 정도 스트레스 상황으로 작용했을 것이다. 이러한 스트레스 상황에서 코르티솔의 분비는 스트레스에 대항할 수 있도록 체내의 각 부분에 신호를 전달해 주는 역할을 한다(Kahlman & Grahn, 2004). 상대적 관찰력 지수가 높을수록 코르티솔 호르몬의 분비변화량이 증가하며, 관찰력 지수가 낮을수록 분비변화량이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 관찰력 지수가 낮은 학생의 경우 초기 스트레스에 의해 활동자체를 포기하게 되고 복잡한 사고과정을 줄이게 됨으로서 스트레스 호르몬인 코르티솔이 감소한 것으로 볼 수 있다. 반면 관찰 능력 지수가 높은 피험자의 경우 코르티솔 호르몬이 증가하였는데, 이는 높은 과제 집착력과 복잡한 인지 활동을 통해 유발된 결과로 판단할 수 있을 것이다. 일부 연구대상자의 경우 관찰 능력 지수가 낮음에도 불구하고 코르티솔 호르몬의 분비량이 증가하였다. 이는 과제 해결력이 부족한 연구대상에게 인지적인 활동에 대한 부담감이 스트레스로 작용하여 코

르티솔의 분비량이 증가된 것으로 볼 수 있을 것이다.

이 연구 결과에 의하면 코르티솔 변화량이 증가하면 할수록 학생의 관찰 능력은 지속적으로 증가할 것이라고 예측할 수 있을 것이다. 하지만, 선행 연구에 의하면 코르티솔의 농도는 학습과 같은 인지과정 수행에 있어 특정 농도까지는 정적인 상관관계를 보이며, 이 후 부적인 상관관계를 나타낸다. 즉, 코르티솔과 학습과 같은 인지과정은 역 U 형 곡선을 이룬다(Lupien *et al.*, 2004). 따라서 본 연구의 결과도 29명이라는 다소 적은 수의 연구대상으로 인하여 코르티솔 농도와 관찰 능력 간에 정적인 관계만 나타난 것으로 판단된다. 후속 연구를 통해 더 많은 수의 연구대상으로 연구가 진행된다면 관찰능력과 같은 과학 탐구 능력을 최대로 이끌어 낼 수 있는 적정 코르티솔 호르몬 농도를 파악 할 수 있을 것이다.

IV. 결론 및 교육적 적용

이 연구에서는 과학적 관찰 탐구 활동을 수행하는 과정에서 나타나는 학습자의 생리적 변화와 관찰 능력 간의 상관관계를 확인 할 수 있었다. 이 연구를 통해 얻을 수 있는 결론과 의의는 다음과 같다.

첫째, 고등학교 학생들이 생성한 관찰 지식들을 다양한 유형으로 구분 지을 수 있었다. 이를 토대로 관찰 능력을 정량적으로 분석하여 지수화 시킬 경우 학생들 별로 관찰 능력의 차이를 확인 할 수 있었다.

둘째, 학습자 중심의 능동적인 관찰 탐구 활동 후 코르티솔 호르몬의 분비량은 전반적으로 감소하였다. 이를 토대로 학생들의 직접적인 체험 활동이 학습 중 스트레스를 경감시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 그동안 직접 체험 수업의 효과를 학업 성취 수준의 비교에서 그쳤다면 이 연구는 생리적 변화를 직접 측정함으로써 체험 수업의 효과를 객관적이고 정량적으로 분석하는 기초 자료가 될 것이다. 다양한 주제와 환경에서의 연구 결과가 추가된다면 수업 환경에 대한 하나의 진단적이고 처방적인 모델이 될 수 있을 것으로 전망된다.

셋째, 상대적 관찰력 지수와 코르티솔 호르몬의 변화량은 정적 상관관계를 나타낸다. 코르티솔 호르몬의 농도가 너무 높거나 낮을 경우 과제 수행에 어려움이 있을 수 있지만 오히려 적절한 수준의 코르티솔은 과학 탐구 능력을 높여준다. 즉, 과학 탐구 수행 중 그

능력이 높은 학생 일수록 적절한 수준의 스트레스를 유지하고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 적정수준의 코르티솔 호르몬의 농도를 유지할 수 있는 전략적인 과학 수업이 진행된다면, 학생들의 과학적 사고를 촉진 시키고 문제 해결 능력을 높일 수 있을 것이다.

이 연구는 다음과 같은 측면에서 제한점을 지닌다. 우선 학습자의 다양한 생리적 변화 중 코르티솔 호르몬 분비량 변화만을 분석하였다. 추후 타 호르몬이나 신경학적인 변화에 대한 후속 연구가 뒷받침 되어야 할 것이다. 둘째, 연구대상의 수가 적고 '과일 관찰'이라는 하나의 탐구 과제만을 활용하였다는 점에서 전체 학생들로 일반화 하기는 어렵다. 따라서 다양한 과학 탐구 활동 과제 개발을 통한 후속 연구가 필요하다.

참고 문헌

- 교육부(1997). 과학과 교육과정. 서울, 대한교과서주식회사.
- 권용주, 신동훈, 한혜영, 박윤복(2004). 과학적 관찰과 규칙성 발견 활동에서 나타나는 감성단어 유형과 과학 지식 생성력과의 관계. *한국과학교육학회지*, 24(6), 1106-1117.
- 권용주, 이준기, 신동훈, 정진수(2007). 기공과 새우 과제에서 초·중등 교사들이 생성한 관찰의 분석 및 관찰력 지수 개발. *중등교육연구*, 55(3), 88-112.
- 권용주, 이준기, 이정민 (2009). 가설생성 과정에서 나타나는 학습자의 감성 및 생리적 변화와 가설생성능력의 상관관계 분석. *중등교육연구*, 57(1), 275-295.
- 권용주, 정진수, 강민정, 박윤복(2005). 생명현상에 대한 초중등 과학교사의 관찰에서 나타난 과학적 관찰의 유형. *한국과학교육학회지*, 25(3), 431-439.
- 권용주, 최상주, 박윤복, 정진수(2003). 대학생들의 귀납적 탐구에서 나타난 과학적 사고의 유형과 과정. *한국과학교육학회지*, 23(3), 286-298.
- 김도욱 (1996). 지식중심의 과학 교수 학습을 탐구 중심의 교수 학습으로 변화시키기 위한 관찰 특성에 대한 인식 변화의 효과. *한국초등과학교육학회지*, 15(1), 107-122.
- 김현섭, 고계순, 심규철, 박영철 (2002). 중학교 과학 생명 영역 유전과 진화 단원의 관찰 및 실험 학습 내용 분석 연구. *한국생물교육학회지*, 30(1), 89-95.
- 박종원, 김익균 (1999) 과학적 관찰의 의미와 탐구과정에서 학생들의 관찰 행동 분석. *한국과학교육학회지*, 19(3), 487-500.
- 송관섭, 한광래 (1995). 촛불 실험을 이용한 국민학교 (3-6학년) 아동들의 관찰능력 분석. *한국초등과학교육학회지*, 14(1), 73-84.
- 신동훈(2006). 생물학 가설생성에서 나타나는 과학적 감성의 생성과정 설명을 위한 신경 인지적 모형 개발. *한국생물교육학회지*, 34(2), 232-245.
- 이혜원, 양일호, 조현준(2005). 초·중학생의 관찰, 예상, 가설의 이해. *한국초등과학교육학회지*, 24(3), 236-241.
- 임채성 (1999). 초등학교 아동의 인지양식과 성별에 따른 생물 관찰 특성. *한국생물교육학회지*, 27(2), 143-150.
- Bergh, V. B.R.H., Calster, V. B., Puissant, S. P., & Huffel, V. S. (2008). Self-reported symptoms of depressed mood, trait anxiety and aggressive behavior in post-pubertal adolescents: associations with diurnal cortisol profiles. *Hormones and behavior*, 54, 253-257.
- Boudarene, M., Legros, J. J., & Timsit-Berthier, M. (2002). Study of the stress response: role of anxiety, cortisol and DHEAs. *Encephale*, Mar-Apr; 28(2), 139-147.
- Clements, Andrea D., & Parker, C. Richard., (1998). The relationship between salivary cortisol concentrations in frozen versus mailed samples. *Psychoneuroendocrinology*, 23(6), 613-616.
- Haslam, F., & Gunstone, R. (1996). Observation in science classes: Students' beliefs about its nature and purpose. ED 396-909.
- Hauray, D. L. (2002). Fundamental skills in science: Observation. ED 478-714.
- Heimler, C. H. (1986). Principles of science: book one. Columbus, OH: Charles E. Merrill Publishing Company.
- Hodson, D. (1986). The nature of scientific observation. *School Science Review*, 68, 28-35.
- Kalat, J. W. (2004). Biological psychology.

- Thomson Learning.
- Kalman, B. A., & Grahn, R. E. (2004). Measuring Salivary Cortisol in the Behavioral Neuroscience Laboratory. *The Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 2(2), A41-A49.
- Kitchener, R. F. (1999). *The conduct of inquiry : An Introduction to Logic and Scenetific Method*. Lanham, MK: University Press of america.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Academic Press, Inc.
- Lee, Jun-Ki (2009). Students' salivary cortisol level and Emotional intensity vary by teacher's teaching style in secondary school science class. *Journal of Korean Association for Research in Science Education*, 29(7). 783-791.
- Lupien, S. J., Fiocco, A., Wan, N., Maheu, F., Lord, C., Schramek, T. & Tu, T. (2004). Stress hormones and human memory function across the lifespan. *Psychoneuroendocrinology*, 30, 225-242.
- Nejtek, V. A. (2002). High and low emotion events influence emotional stress perceptions and are associated with salivary cortisol response changes in a consecutive stress paradigm. *Psychoneuroendocrinology*, 27, 337-352.
- Ostlund, K. L. (1992). *Science process skills: Assessing hands-on student performance*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley Publishing Company.

국문 요약

이 연구의 목적은 과일 관찰 탐구 활동 과제에서 나타나는 고등학교 학생들의 관찰능력과 코르티솔 호르몬 변화량과의 상관관계를 알아보는 것이다. 연구는 광역시 소재 고등학교 여학생 1학년 29명을 대상으로 실시되었다. 연구대상들의 관찰 탐구 활동 과제 수행 전과 후의 타액을 채취하여 코르티솔 호르몬 분비량 변화를 측정하였다. 또한 관찰 능력 지수 산출식을 이용하여 연구대상들의 관찰 능력을 측정하였다. 이 후 연구대상들의 관찰 능력 지수와 코르티솔 호르몬 변화량과의 상관관계 분석을 통해 둘 간의 관계를 확인하였다. 연구결과, 학생 주도의 활동적인 탐구 활동은 전반적으로 학습자의 코르티솔 호르몬 분비를 경감시키는 것으로 나타났으며, 학습자들의 관찰능력 지수와 코르티솔 호르몬 변화량 간에는 유의미한 정적인 상관관계가 나타남을 확인하였다.

주요어: 관찰, 코티솔, 관찰능력, 과학 탐구과정, 고등학생