

생물분류탐구과정에서 호르몬 변화를 이용한 부정감성예측모델 개발

박진선¹ · 이일선¹ · 이준기² · 권용주^{1*}

¹한국교육대학교 · ²전북대학교

Development of a Negative Emotion Prediction Model by Cortisol-Hormonal Change During the Biological Classification

Jin-Sun Park¹ · Il-Sun Lee¹ · Jun-Ki Lee² · Yongju Kwon^{1*}

¹Korea National University of Education · ²Chonbuk National University

Abstract: The purpose of this study was to develop the negative-emotion prediction model by hormonal changes during the scientific inquiry. For this study, biological classification task was developed that are suitable for comprehensive scientific inquiry. Forty-seven 2nd grade secondary school students (boy 18, girl 29) were participated in this study. The students are healthy for measure hormonal changes. The students performed the feathers classification task individually. Before and after the task, the strength of negative emotion was measured using adjective emotion check lists and they extracted their saliva sample for salivary hormone analysis. The results of this study, student's change of negative emotion during the feathers classification process was significant positive correlation($R=0.39, P<0.001$) with student's salivary cortisol concentration. According to this results, we developed the negative emotion prediction model by salivary cortisol changes.

Key words: scientific emotion, negative emotion, salivary cortisol, negative-emotion prediction model, hormone

I. 서 론

감성(emotion)은 심리적 반응인 동시에 신체적 변화를 수반하는 지극히 생리적인 현상이다. 감성에 의해 촉발된 행동 중 일부는 중에 따라 동일한 형태를 나타내므로 감성은 생득적인 특성을 가지며 동시에 경험에 의해 학습된다(강영희, 2008). LeDoux(1994)는 감성에 의해 주의 집중이 일어나고, 새로운 의미가 생성되며, 이 과정에 대한 기억경로가 생성된다고 하였다. Damasio(1994)의 Eliot에 대한 연구 결과에 의하면 지각능력, 기억력, 학습능력 등 인지적 능력이 정상임에도 불구하고 감성적 능력에 이상이 있는 경우에는 논리적 의사 결정에 어려움을 겪게 된다. 또한 왓슨(Watson)의 '이중나선(The Double Helix)'을 분석한 Thagard(2002)의 연구 결과에서는 과학적 탐구 상황에서 감성적인 면은 인지적인 면과 분리할 수 없고, 과학자가 감성을 배제하려고 해도 과학자는 감성을 경험하게 되며 오히려 흥미나 열정 같은 감성

이 강할수록 훌륭한 결과물을 얻을 수 있다고 한다. 감성을 담당하는 영역이라고 밝혀진 편도체가 선택적 주의집중과 기억 등 인지적 영역에도 작용한다는 연구 결과도 있다(Morris *et al.*, 1998; Paton *et al.*, 2006). 최근의 많은 선행연구 결과 감성과 인지는 배타적인 개념이 아니며, 생존과 관련된 본능적 의사결정 뿐 아니라 높은 수준의 사고 과정과 추론 과정에서도 매우 결정적인 역할을 한다는 것이 밝혀지고 있다(Izard, 1972; Damasio, 1994, 2000, 2003).

과학 교육 분야에서도 최근 일부 연구자들에 의해 과학 탐구 과정과 지식 생성 과정에서의 감성에 대한 연구가 진행되고 있다. 권용주 등(2004a)은 Reeve(2001)의 감성에 대한 정의를 이용하여, 과학 활동을 수행할 때 신경시스템에 의해 촉발되는 인지적, 생리적, 행동적 표현들이 과학 활동에 대해서 유발한 복잡한 반응의 연속적 결합체를 과학적 감성(scientific emotion)이라고 정의하였다. 이 후 과학 탐구 과정 중에 나타나는 과학적 감성의 생성 과정에 대한 연구

*교신저자: 권용주(kwonyj@knue.ac.kr)

**2010년 10월 10일 접수, 2010년 12월 29일 수정원고 접수, 2010년 12월 30일 채택

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

(신동훈, 2006)와 귀추적 과학 지식 생성 과정이나 과학적 관찰과 규칙성 발견 활동 등의 과학 탐구 과정 중에 나타나는 감정 유형에 대한 연구 결과가 보고되었다(권용주 등, 2004b; 권용주와 이해정, 2004; 이준기와 권용주, 2008; 임채성, 2008). 또한, 과학 탐구 과정에서 나타나는 과학적 감정과 과학 지식 생성력 등의 인지 과정과의 상호작용에 대한 연구 결과도 보고되었다(권용주 등, 2004a; 정진수 외, 2007; 권용주 외, 2009).

과학 탐구 과정에서 생성되는 감정 유형에 대한 연구 결과를 보면, 실제 과학 탐구 과정에서는 긍정감과 함께 부정감정도 유발된다(권용주와 이해정, 2004; 권용주 등, 2004b; 이준기와 권용주, 2008; 임채성, 2008). 이는 긍정감을 유발하는 신경시스템과 부정감을 유발하는 신경시스템이 독립적이기 때문에 가능하다(MacLeod *et al.*, 1996). 이전 많은 연구에서 흥미와 같은 긍정감성은 과학 탐구를 시작하게 하는 동인이 되고, 부정감성은 과학 탐구를 방해하는 요소라고 보고하고 있다(권용주와 이해정, 2004). 하지만 흥미와 같은 긍정감성은 반드시 좋은 것이고 공포나 분노 등의 부정감성은 나쁜 것은 아니다(Reeve, 2001). Harmon-Jones & Allen(1998)은 불안이 높은 각성 수준을 유발하여 학업성취를 촉진시키는 역할을 한다고 보고하였으며, Lazarus & Lazarus(1994)는 분노가 활력과 자신감, 용감함을 느끼게 하여 장기적으로 성실하게 노력하도록 만든다고 보고하였다. 국제학생평가(PISA) 2006 결과보고서를 분석한 결과를 보면 우리나라 학생들의 과학에 대한 흥미도가 전체 조사대상 57개 국가 중 55위로 매우 낮다. 하지만 과학적 소양 부문은 30개 회원국가운데 5-9위권이었고, 전체 국가 중에서는 11위로 상위권이다. 과학에 대한 흥미가 매우 낮음에도 불구하고 과학적 소양은 높게 나타나는 아이러니한 상황은 긍정감성 만으로는 설명이 불가능하다. 권용주 외(2009)는 가설 생성 과정에서 나타나는 학습자의 감정 및 생리적 변화와 가설 생성 능력의 상관관계 분석 연구에서 탐구 전과 후의 부정감성 변화와 가설생성 능력 사이에 유의미한 정적 상관관계를 가진다고 보고하였다. 이는 부정감성이 과학 탐구 과정에 부정적인 영향을 준다는 선행 연구 결과와는 상반되는 결과이다. 선행 연구에서 부정감성은 과학 탐구 과정에 긍정적인 영향을 나타내기도 하고 부정적인 영향을 나

타내기도 한다. 이것은 셀리(Selye, 1973)가 발표한 스트레스의 역 U자형 그래프처럼 부정감성도 정도에 따라 과학 탐구 과정에 미치는 영향이 달라질 수도 있음을 시사하고 있다. 하지만 현재 부정감성의 정도가 과학 탐구 과정에 어떻게 영향을 미치는지에 영향에 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

기존 감정연구에서는 말이나 글로 표현한 감정 언어들 분석하는 언어 프로토콜 분석법, 텍스트로 제시된 형용사를 보고 체크하는 형용사 척도법 같은 자기보고식 측정법으로 감성을 측정하였다(이훈구 등, 2003; Parrott & Hertel, 1999; Plutchik, 2003). 자기보고식 측정법은 감성을 느끼는 주체가 스스로 자신의 감성을 보고한다는 장점이 있으나 개인마다 감성강도에 대한 기준과 표현의 정도가 다를 수 있으며 감성을 표현하는 동안에 감성이 왜곡 될 수 있으며 피험자의 의도에 따라 결과가 오염될 수 있다(김완석, 1989; Parrot & Helte, 1999). 이러한 자기보고식 측정법의 단점은 감성의 변화에 따라 달라지는 개체의 생리적 변화를 이용하여 극복할 수 있다(Kalat, 2004). 심장박동, 호흡량, 호르몬 분비량 등의 신경생리학적 지표를 이용하여 감성을 측정하는 생리적 측정법은 자기보고식 측정법에 비해 객관적이고 정량적인 정보를 제공할 뿐 아니라 피험자가 인식하지 못하는 잠재적인 감정 요인에 대한 추가적인 정보를 제공할 수 있다(Plutchik, 2003; Parrot & Hertel, 1999). 최근 선행연구들에서 각광 받고 있는 생리적 측정법은 타액을 이용한 체내 호르몬 측정법(SHA; Salivary hormone analysis)이다(Nejtak, 2002). 타액 코르티솔은 다양한 스트레스 상황에서의 정신생물학적 biomarker로 사용되거나(Chandola *et al.*, 2010) TSST(the Trier Social Stress Test)를 이용한 사회적 스트레스 연구(Yim *et al.*, 2010) 등에서 널리 사용되고 있다. 타액을 통한 체내 호르몬 측정법은 HPA(Hypothalamic-Pituitary-Adrenal)축의 최종산물인 코르티솔(Cortisol) 중 타액선을 통과한 유리 코르티솔 농도를 측정하는 방법이다. 타액 코르티솔은 감정 변화에 의해 빠르게 변화하는 호르몬으로 감성의 변화를 측정하기에 좋은 지표가 된다(Boudarene *et al.*, 2002; Nejtak, 2002). 또한 타액 코르티솔을 이용한 감정 측정은 다른 생리적 측정법들과 달리 특별한 도구나 전문가 없이도 가능하기 때문에 과학 탐구 활동 중 감정 측정에 매우 유용하다.

따라서 본 연구에서는 과학 탐구 과정에서 나타나는 부정감성을 보다 객관적이고, 정량적으로 측정할 수 있는 방법을 탐색하고자 하였으며, 이를 위해 타액 코르티솔 호르몬 변화를 이용한 부정감성 예측모델을 만들어 보고자 하였다.

II. 연구 절차 및 방법

1. 연구대상

연구 대상은 서울, 안산, 청주 소재 중학교 과학탐구반 2학년 총 47명(남 18, 여 29)으로 선정하였으며, 호르몬 변화 측정에 영향을 주지 않도록 신체적, 정신적 장애와 질병이 없으며, 약물 투입, 흡연 등의 전력이 없는 대상으로 선정하였다.

2. 연구절차

본 연구의 목적은 학생들의 과학적 탐구 과정에서 나타나는 부정감성을 호르몬 변화를 이용하여 예측하는 모델을 제시하는 것이다. 이를 위해 피험자들이 수행할 과학 탐구 활동을 개발하였다. 과학 탐구 과정에서 나타나는 부정감성은 형용사 이모티콘 척도법을 이용하여 측정하였으며, 호르몬 변화는 타액 코르티솔 농도를 이용하여 측정하였다.

1) 과학 탐구 활동 개발 및 투입

생물교육 전문가 1인과 현직교사 2인이 함께 세미나 형식을 통해 과학 탐구 활동을 개발하였다. 개발된 과학 탐구 활동은 20종류의 형태와 크기, 색깔이 다른 깃털을 분류하는 것이다. 분류는 대상을 관찰한 후 대상으로부터 공통점과 차이점을 찾아 위계적 순서를 정하는 일반화 과정으로(AAAS, 1990), 생물학에서

가장 근간이 되는 탐구 활동이다. 본 탐구 활동에서는 피험자가 관찰을 통해 스스로 분류 기준을 정하게 하고 탐구의 모든 과정을 진행하게 하여 기초탐구요소로의 분류 활동이 아니라 통합적인 탐구 활동으로서의 분류를 하도록 하였다.

깃털 분류 탐구 활동 전에 피험자들에게 생리적 변화 측정 과정과 방법 등에 대한 정보를 제공하였으며 생리적 변화에 영향을 줄 수 있는 여러 가지 상황에 대한 유의사항을 미리 전달하여 정확한 측정이 가능하도록 하였다. 깃털 분류 탐구 활동은 2-3교시(오전 10시-12시)에 수행되었다. 사전 사후 검사 및 깃털 분류 탐구 활동 과정은 각 집단 별로 동일하게 진행되었다(그림 1).

피험자들이 깃털 분류 탐구 활동을 하기 전에 연구의 목적과 진행 순서 등에 대한 안내를 하고, 사전 감성 검사와 사전 타액 시료를 채취하였다. 그 후 피험자 개인별로 분류해야 할 깃털 세트를 배부하였다. 피험자들은 개인별로 분류 활동을 수행하고 그 결과를 분류 기록지에 기록하였다. 깃털 분류 탐구 활동 동안 유발된 부정감성이 생리적 변화에 충분히 반영될 수 있도록 시간을 충분히 제공하였다. 사전 검사와 같은 방식으로 사후 감성 검사와 사후 타액 시료 채취를 하였다.

2) 감성 변화 측정 및 생리적 변화 측정

본 연구에서 감성 변화는 형용사 이모티콘 감성 검사지로 측정하였다. 형용사 이모티콘 감성 검사지는 기존의 형용사 척도법에 이모티콘(emoji)을 추가하여 개선한 감성 측정 도구이다(그림 2). 이모티콘 감성 검사지는 각 감성을 설명하는 형용사들과 함께 이모티콘이 제시되어 있으며, 피험자는 형용사와 이모티콘을 참고하여 느낀 감성의 정도를 0(없다)~4(많다)까지 5단계 리커트 척도로 표시하도록 구성되어

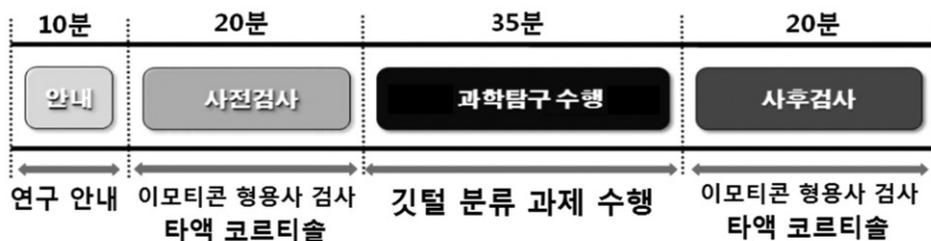


그림 1 피험자들의 깃털 분류 탐구 활동 과정

있다. 이모티콘 감성 검사지를 이용한 피험자의 감성 변화는 깃털 분류 탐구 활동 수행 전과 후 2번 측정하였다. 이모티콘 감성 검사지에 있는 17가지 감성 중 공포, 슬픔, 복종, 경악, 실망, 거부, 분노, 후회, 경멸, 공격 10가지 부정감성에 대한 응답을 합하여 사전 부정감성합과 사후 부정감성합을 얻은 후, 사후 부정감성합에서 사전 부정감성합을 빼서 부정감성 변화량을 얻었다.

피험자의 생리적 변화는 타액 호르몬 분석법(SHA : Salivary hormone analysis)을 이용하여 타액 코르티솔 농도로 측정하였다. 타액을 이용한 코르티솔 분비량 측정은 채혈 등의 과정 없이 타액 시료 분석만으로 가능하기 때문에 특별한 도구나 전문가 없이도 쉽게 검체를 채취할 수 있으며, 상온에서도 매우 안정적이므로 교실 상황에서도 시료의 처리가 매우 용이하다 (Clements *et al.*, 1998). 본 연구에서는 salivette를 이용하여 깃털 분류 탐구 활동 전과 후 각각 3ml의 타액을 2번 채취하였다. 타액은 (주)한국칼캠약품의 SHA kit를 이용하여 효소면역법(EIA, Enzyme Immunoassay)으로 분석하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 부정감성 측정 결과

본 연구의 목적은 개인의 부정감성 증감에 따른 호르몬 변화를 살피고, 상관관계를 이용하여 부정감성 예측 모델을 제시하는 것이므로 전체 집단의 부정감성 변화 보다는 개인의 감성 변화량에 초점을 두어 분석하였다. 깃털 분류 탐구 활동 수행 전과 후에 실시한 형용사 이모티콘 척도법에서 공포, 슬픔, 복종, 경악, 실망, 거부, 분노, 후회, 경멸, 공격 10개의 부정감성 값을 추출하여 개인의 사전 부정감성합과 사후 부정감성합을 얻었다. 각 감성의 정도는 0(없다)-4(많다)까지 5단계로 구성된 리커트 척도 방식이므로 사전/사후 부정감성합은 0-40 범위이다. 부정감성 측정 결과, 47명의 피험자들의 부정감성 변화량은 최대 -15에서 +15이며, 평균은 0.89±6.97이었다(그림 3). 부정감성 변화량의 평균은 증가하였지만, 개인에 따라 부정감성 변화량의 폭이 매우 다양하게 나타남을 확인할 수 있었다.

이모티콘을 참고로 하여 **느낀 정도를 모두 솔직하게** 표시해주세요.

수용 	아름답게 본다. 만족하다. 좋다. 좋아. 신기할 등 없다 0 1 2 3 4 많다	거부 	거 부감. 저속하다. 당당하다. 부담하다. 싫다 등 없다 0 1 2 3 4 많다
공포 	걱정된다. 두렵다. 불안하다. 자신 없다. 무섭다 등 없다 0 1 2 3 4 많다	분노 	귀 분하다. 대 격하다. 분노하다. 화난다 등 없다 0 1 2 3 4 많다
기대 	기대된다. 많고 싶다. 자신감. 하고 싶다. 될 것 같다 등 없다 0 1 2 3 4 많다	놀람 	장려하다, 놀란다. 의연하다. 아찔하다. 감탄하다 등 없다 0 1 2 3 4 많다
슬픔 	가엾다. 비통하다. 속상하다. 슬프다. 안스럽다 등 없다 0 1 2 3 4 많다	기쁨 	기쁘다. 두껍하다. 기쁘다. 즐겁다. 보람있다 등 없다 0 1 2 3 4 많다
사랑 	경멸다. 사랑스럽다. 소중하다. 애브다. 포경스럽다 등 없다 0 1 2 3 4 많다	후회 	노욕해야된다. 반성한다. 못지않. 후회스럽다 등 없다 0 1 2 3 4 많다
복종 	관대 당한다. 원고 싶다 등 없다 0 1 2 3 4 많다	경멸 	경멸스럽다. 경멸하다. 멸시적이다 등 없다 0 1 2 3 4 많다
경악 	놀란다. 당혹스럽다. 어이없다. 황당하다 등 없다 0 1 2 3 4 많다	공격 	공격하고 싶다. 위협고 싶다. 부수고 싶다. 등 없다 0 1 2 3 4 많다
실망 	무기하다고 느꼈다. 원망스럽다. 원망하다 등 없다 0 1 2 3 4 많다	낙관 	낙관하다. 절망할 것이다. 할 것 없다 등 없다 0 1 2 3 4 많다
흥미 	경이롭다. 즐겁었다. 재미있다. 오묘하다. 신기하다 등 없다 0 1 2 3 4 많다		

그림 2 형용사 이모티콘 감성 검사지 예시

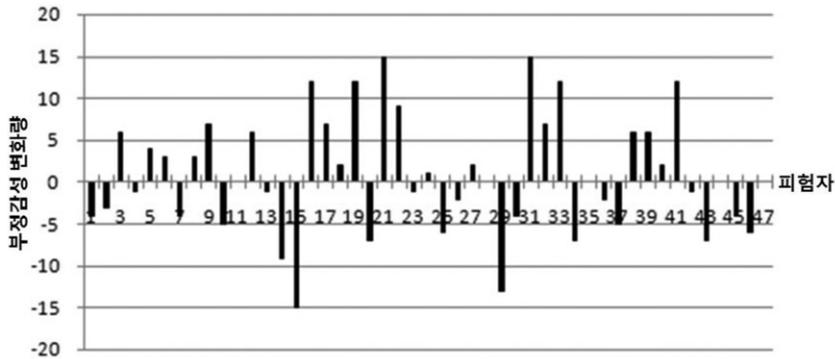


그림 3 사전 사후 부정감성 변화량

2. 생리적 변화 측정 결과

깃털 분류 탐구 활동 수행 전과 후의 생리적 변화는 타액 호르몬 분석법(SHA)을 이용하여 타액 코르티솔 농도 변화로 측정하였다. 코르티솔은 24시간 주기의 일주기를 가지는 호르몬으로 기상 시 가장 높은 값을 가지며 점차 농도가 감소하여 취침 시 가장 낮은 농도를 가진다. 시간에 따른 타액 코르티솔의 표준값은 기상 시에 13-24nM, 오전(11시경)에 5-10nM, 오후(4시경)에 3-8nM, 취침 전 1-4nM 이다(Ahn *et al.*, 2007; Bergh *et al.*, 2008). 본 연구에서 피험자들의 사전 타액 코르티솔 농도 평균은 12.9 ± 4.9 nM, 사후 타액 코르티솔 농도 평균은 10.66 ± 4.5 nM, 타액 코르티솔 농도 변화량은 최대 -4.6~-0.6이며 평균은 -2.25 ± 1.04 이었다. 사전 사후 타액 코르티솔 농도는 동시간대(오전 10시-12시) 표준값보다 높은 값을 나타냈다. 이는 피험자들이 학교 수업 상황에 있기 때문

에 일상적인 상황에서 보다 높은 주의집중을 하기 때문으로 볼 수 있다. 타액 코르티솔 농도 변화량 역시 부정감성 변화량과 마찬가지로 개인별 변화량의 폭이 매우 다양하게 나타났다(그림 4). 또한, 깃털 분류 탐구 활동 후 타액 코르티솔 농도가 감소한 것은 학생들에게 조작적 탐구가 가능한 실물 깃털을 탐구 재료로 제공했기 때문으로 볼 수 있다(Lee, 2009).

3. 부정감성 예측모델

본 연구의 목적은 생물분류탐구과정에서 나타나는 부정감성의 정도를 타액 코르티솔 농도 변화라는 생리적 변화를 이용하여 예측하는 모델을 제시하는 것이다. 학생들의 깃털 분류 탐구 활동 수행 전후의 부정감성 변화량과 타액 코르티솔 농도 변화량 간의 상관관계를 분석한 결과 유의미한 정적 상관관계 ($R=0.39$, $P<0.001$)가 나타났다(그림 5).

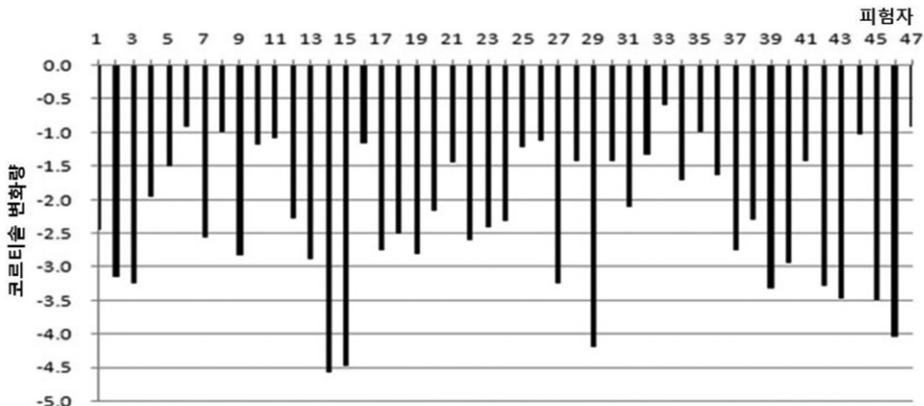


그림 4 사전 사후 타액 코르티솔 농도 변화량

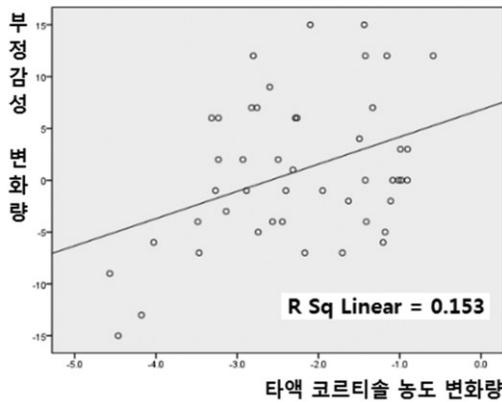


그림 5 타액 코르티솔 변화량과 부정감성 변화량 간의 관계

학생들의 깃털 분류 탐구 활동에서 나타나는 부정감성 변화량과 타액 코르티솔 농도 변화량 간의 상관 분석 결과를 이용하여 부정감성 예측모델을 도출하였다(그림 6).

$$y = 2.627x + 6.812$$

x : 타액 코르티솔 변화량 (nM)
y : 깃털 분류 탐구 활동에서 부정감성 변화량

그림 6 타액 코르티솔 변화량을 이용한 부정감성 예측모델

제시된 부정감성 예측모델은 $R^2=0.153$ ($P=0.007$)로 설명력이 크지는 않지만, 타액 코르티솔 농도 변화량을 독립변인으로 하여 생물분류탐구과정에서 나타나는 부정감성 변화량을 예측할 수 있는 것으로 나타났다.

IV. 결론 및 교육적 활용

과학 탐구 과정에서 나타나는 긍정/부정의 과학적 감성은 과학 탐구 과정과 과학 지식 생성 과정에 영향을 준다. 과학적 감성과 과학 탐구 과정의 인지적 과정에 대한 연구를 진행하기 위해서는 과학적 감성을 좀 더 객관적이고 신뢰할 수 있게 정량화 할 수 있는 측정 방법을 찾아내는 일이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 생물분류탐구과정 중에 나타나는 부정감성을 타액 코르티솔 농도 변화라는 생리적 변화를 이용하여 예측할 수 있는 모델을 제시하였다.

본 연구에서 제시한 부정감성 예측모델은 기존의 자기보고식 설문지의 형태로 학습자의 감성을 측정하던 연구와 달리 감성에 의해 유발된 호르몬 변화를 이용함으로써 기존의 인지심리학적 분석 방법과 다른 신경생리학적 측면의 새로운 감성 예측 도구를 제시한다는 의의가 있다. 또한 학습자의 감성을 호르몬 변화를 이용하여 측정함으로써 기존 자기보고식 감성 측정법의 단점을 보완하고 잠재적인 부정감성까지도 측정할 수 있으므로 좀 더 객관적이고 신뢰할 수 있는 감성 예측 도구로 활용될 수 있을 것이다. 또한 부정감성 정도에 따른 과학탐구활동에 대한 효과를 알아 보는데 사용할 수 있을 것이며, 학생들에게 적절한 수준의 지적 부하를 부여하는 과제와 활동을 선정하고 제공할 수 있을 것입니다.

본 연구에서 이용한 감성은 매우 주관적이며, 호르몬 변화는 객관적이고 정량적이지만 개인 간 변이가 매우 큰 요인이다. 본 연구가 많은 수의 피험자를 대상으로 하는 연구가 아니었기 때문에 제시한 부정감성 예측모델은 유의미한 결과이긴 하지만 설명력이 크지는 않다는 제한점을 갖는다. 이에 많은 연구대상을 통한 후속 연구로 부정감성 예측모델의 수정-보완 및 검증과정이 이루어 질 것으로 기대된다.

참고 문헌

강영희(2008). 생명과학대사전. 아카데미서적.
 권용주, 신동훈, 한혜영, 박운복(2004a). 과학적 관찰과 규칙성 발견 활동에서 나타나는 감성단어 유형과 과학 지식 생성력과의 관계. 한국과학교육학회지, 24(6), 1106-1117.
 권용주, 이해정(2004). 과학적 가설검증방법 지식의 생성에서 나타난 과학적 감성의 유형. 청람과학교육논총, 14(1), 181-194.
 권용주, 이해정, 신동훈, 정진수(2004b). 귀추적 과학 지식의 생성에서 나타나는 감성의 유형. 한국생물교육학회지, 32(3), 204-212.
 김완석(1989). 광고의 반응차원에 관한 연구(II): 인지적 평가와 감정 반응. 한국심리학회지: 산업 및 조직, 2(1), 44-66.
 신동훈(2006). 생물학 가설생성에서 나타나는 과학적 감성의 생성과정 설명을 위한 신경 인지적 모형 개발. 한국생물교육학회지, 34(2), 232-245.

- 이준기, 권용주(2008). 생명현상에 대한 과학적 가설 생성과 이해과정에서 나타나는 감성의 유형. *중등교육연구*, 36(3), 1-36.
- 이훈구, 이수정, 이은정, 박수애(2003). 정서 심리학, 서울: 법문사, 3-68, 128-173.
- 임채성(2008). 초등 과학 수업에 관련된 감정 요인에 대한 탐색적 연구. 서울교육대학교 대학원 석사 학위 논문.
- 정진수, 마이클 매튜스, 신동훈(2007). 과학적 가설 생성의 인지적 과정과 감정 요소의 인과적 상호작용에 관한 모형 개발. *한국생물교육학회지*, 35(4), 663-677.
- AAAS (1990). SAPAII. New Hampshire: Delta Education, Inc.
- Ahn, R., Lee, Y., Choi, J., Kwon, H., & Chun, S. (2007). Salivary cortisol and DHEA levels in the Korean population : age-related differences, diurnal rhythm, and correlation with serum levels. *Yonsei medical journal*, 48(3), 379-388.
- 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.
- Chandola, T., Heraclides, A., & Kumari, M. (2010). Review - Psychophysiological biomarkers of workplace stressors. *Neuroscience and Biobehavioral reviews*, 35(1), 51-57.
- Clements, A. D., & Parker, C. R. (1998). the relationship between salivary cortisol concentrations in frozen versus mailed samples. *Psychoneuroendocrinology*, 23(6), 613-616.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion reason, and the human brain*. William Morris Agency, Inc., New York.
- Damasio, A. R. (2000). A Second Chance for Emotion. In R. D. Lane, & L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion*. Oxford University Press, 12-23.
- Damasio, A. R. (2003). *Looking for spinoza: joy, sorrow and the feeling brain*. Harcourt, Inc.
- Harmon-Jones, E., & Allen, J. J. B. (1998). Anger and frontal brain activity : EEG Asymmetry consistent with approach motivation despite negative affective valance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(5), 1310-1316.
- Izard, C. (1972). *Patterns of Emotion*. New York : Academic Press.
- Kalat, J. W. (2004). *Biological Psychology*. Thomson Learning.
- Lazarus, R. S., & Lazarus, B. N. (1994). *Passion and reason : Making sense of our emotions*. Oxford University Press. 139-215.
- LeDoux, J. (1994). Emotion, memory, and the brain. *Scientific American*, 270(6), 50-57.
- Lee, J. (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.
- MacLeod, A. K., Btrne, A., & Valentine, J. D. (1996). Affect, emotional disorder, and future-directed thinking. *Cogniton and Emotion* 10, 69-86.
- Moris, J. S., Friston, K. J., Buchel, C., Freith, C. D., Young, A. W., Calder, A. J., & Dolan, R. J. (1998). A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expression. *Brain*, 121, 47-57.
- Nejtek, V. A. (2002). High and low emotion events influence emotinal stress perceptions and are associated with salivary cortisol response changes in a consecutive stress paradigm.

- Psychoneuroendocrinology, 27, 337-352.
- Parrot, W. G., & Hertel, P. (1999). Research method of cognition and emotion. In T. Dalgleish & M. J. Power(Ed.), Handbook of Cognition and Emotion.
- Paton, J. J., Belova, M. A., Morrison, S. E., S & Salzman, C. D. (2006). The primate amygdala represents the positive and negative value of visual stimuli during learning. Nature, 439, 865-870.
- Plutchik, R. (2003). Emotions and Life: Perspectives From Psychology, Biology, and Evolution. American Psychological Association. Washington, DC.
- Reeve, J. (2001). Understanding motivation and Emotion. John Wiley & Sons.
- Selye, H. (1973). The evolution of the stress concept. American scientist, 61, 692-699.
- Thagard, P. (2002). The passionate scientist: Emotion in scientific cognition. The Cognitive basis of science. Cambridge University Press, 235-250.
- Yim, I. S., Quas, J. A., Cahill, L., & Hayakawa, C. M. (2010). Children's and adults'

salivary cortisol responses to an identical psychosocial laboratory stressor. Psychoneuroendocrinology, 35, 241-248.

국문 요약

이 연구의 목적은 생물분류탐구과정에서 나타나는 부정감성을 호르몬 변화로 예측할 수 있는 부정감성 예측모델을 개발하는 것이다. 이를 위해 통합적인 과학 탐구가 가능하도록 깃털 분류 탐구 활동을 개발하였다. 연구대상은 호르몬 변화 측정에 문제가 없는 서울, 안산, 청주 소재 중학교 2학년 47명(남 18, 여 29)으로 하였다. 피험자들은 개인별로 깃털 분류 탐구 활동을 수행하였다. 깃털 분류 탐구 활동 전과 후에 형용사 이모티콘 척도법을 이용하여 부정감성 검사를 하였고, 타액 시료를 채취하여 코르티솔 호르몬 변화를 분석하였다. 연구결과 부정감성 변화량과 타액 코르티솔 변화량 사이에서 유의미한 정적 상관관계 ($R=0.39$, $P<0.001$)가 나타났으며, 회귀분석을 이용하여 생물분류탐구에서 나타나는 타액 코르티솔 변화량을 이용한 부정감성 예측모델을 개발하였다.

주요어 : 과학적 감성, 부정감성, 타액 코르티솔, 부정감성 예측모델, 호르몬