

과제에 부과된 인지적 부담과 정서적 부담이 수행에 미치는 영향*

태진이 이상은 이윤형[†] 권유안

영남대학교 심리학과

건국대학교

다언어다문화연구소

본 연구의 목적은 과제에 부과된 부담(스트레스)의 종류에 따른 과제 수행의 차이와 그 기저에 있는 인지신경학적 특성을 살펴보는 것이다. 이를 위하여 본 연구에서는 과제에 부과된 부담을 인지적 스트레스와 정서적 스트레스로 구분하고 이러한 요소들이 과제수행에 미치는 영향에 대해 살펴보았다. 본 연구에서 참가자들은 제시되는 수식을 보고 수식의 참과 거짓 여부를 판단하는 과제를 수행하였다. 과제 수행 시에 유발되는 인지적 스트레스는 과제 난이도 조작을 통해, 정서적 스트레스는 과제 수행 시 타이머의 유/무와 수행의 자기 조절 가능성 여부의 조작을 통해 유발하였다. 행동 실험 결과 난이도가 높은 문제의 경우에는 정서적 스트레스가 과제 수행에 부정적인 영향을 미쳤다. 하지만 난이도가 낮은 문제의 경우에는 정서적 스트레스가 과제 수행에 긍정적인 영향을 미쳤다. 또한 추가적으로 ERP를 사용하여 과제에 부과된 부담에 따른 차이를 실시간으로 살펴본 결과 정서적 스트레스에 따른 차이는 P1, P2, N400 시간대에 좌반구 후두에서 나타났으며, 인지적 스트레스에 따른 차이는 N400 시간대에 우반구 전측과 중앙영역에서 두드러지게 나타났다. 이러한 결과는 스트레스가 인지적 스트레스와 정서적 스트레스와 구분될 수 있는 복합적인 개념이라는 것을 실험적으로 확인해주며 인지와 정서가 상호작용한다는 것을 시사한다.

주요어 : 인지적 스트레스, 정서적 스트레스, ERP

* 이 논문은 2015년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원(NRF-2015S1A5A2A01012184)을 받아 수행된 연구입니다.

† 교신저자 : 이윤형, 영남대학교 심리학과, (38541) 경북 경산시 대학로 280, Email: yhleee01@yu.ac.kr

오늘날 현대인들은 다양한 방식의 스트레스에 직면하고 있다. 과거보다 훨씬 복잡해지고 다양해진 사회 속에서 현대인들은 정해진 시간 안에 많은 일들을 빠르고 정확하게 처리해야 하며 복잡한 대인관계 속에서 적절하게 대응할 수 있어야 하는데 이러한 일상생활은 상당한 수준의 스트레스를 야기하게 된다. 따라서 스트레스라는 용어는 상당히 광범위하게 사용되고 다양한 방식으로 연구되고 있다. 하지만 스트레스라는 개념이 정확히 무엇인지는 명확하지 않으며 연구자들마다 스트레스를 정의하는 방식에는 차이가 있다. 예를 들어 Lazarus와 Folkman(1984)은 스트레스란 개인과 환경 간의 특별한 관계로 인간의 동기를 좌절시키거나 안녕을 위협할 때 발생하는 것이라 정의했고, Hamblly와 Muir(1997)는 스트레스를 자극이나 변화에 대한 인체의 적응이 원활하게 일어나지 못해 유발된 부적응 상태라 정의하였다. 이러한 스트레스에 대한 기존의 개념들은 다소 막연하고 추상적인 측면이 존재하는데 최근의 스트레스 관련 연구들에서는 스트레스를 단편적인 개념으로 정의하기 보다는 다양한 자극에 의해서 유발될 수 있는 포괄적인 개념이며 인지적인 요인과 정서적인 요인이 모두 존재하는 복합적인 개념이라고 가정하고 있다(Dedovic, Renwick, Manhani, Engert, Lupien, & Pruessner, 2005; Oei, Everaerd, Elzinga, Van Well, & Bermond, 2006). 이러한 가정 하에 최근의 스트레스 관련 연구들은 유발되는 스트레스의 유형에 따라 나타나는 반응에 차이가 생길 수 있다는 점에 주목하고(고현민, 신호철, 2011), 스트레스로 유발되는 개인 내에서의 생리적·심리적 변화에 많은 관심을 두

고 있다. 또한 동일한 강도와 동일한 유형의 스트레스가 부과되더라도 개인이 느끼는 스트레스의 정도에 차이가 생길 수 있으므로 많은 연구자들은 이 차이를 유발시키는 생리적, 심리적 기제를 밝히고자 다양한 연구를 진행하고 있다(정봉교, 김지연, 2004; Scholz, Marca, Nater, Aberle, Ehlert, Hornung, & Kliegel, 2009; Schwabe, Haddad, & Schachinger, 2008; Yang, Qi, Guan, Hou, & Yang, 2012).

또한 스트레스가 인지과제 수행에 미치는 영향을 살펴보는 연구들도 다양하게 진행되고 있는데 스트레스와 과제수행의 관련성을 살펴본 대부분의 선행연구들은 인지적 부하와 같은 인지적 요인 또는 사회적 불안과 같은 정서적 요인을 조작하여 심리적 스트레스를 유발하고 이에 따른 과제 수행 양상을 살펴보고자 하였다. 먼저, 사회적 평가에 의해 유발된 우려 및 위협을 통해 심리적 스트레스를 유발한 후, 유발된 스트레스가 인지과제에 미치는 영향을 살펴본 연구들은 TSST(Trier Social Stress Test: Kirschbaum, Pirke, & Hellhammer, 1993)와 SECPT(Socially Evaluated Cold Pressor Test: Schwabe 등, 2008)를 사용하여 심리적 스트레스를 유발하고 유발된 스트레스가 과제 수행에 미치는 변화를 살펴보았다. Kirschbaum 등(1993)에 의해 개발된 TSST는 참가자에게 처음 보는 사람들 앞에서 자기소개를 하도록 지시를 주고, 참가자가 자기소개를 하는 것을 비디오카메라로 녹화하고 평가함으로써 참가자에게 스트레스를 유발시키는 방법이다. 연구자들은 TSST를 사용하여 스트레스가 주의, 기억, 집행통제기능에 미치는 영향을 살펴보았고(Brüne, Nadolny, Güntürkün, & Wolf, 2013;

Jelici, Geraerts, Merckelbach, & Guerrieri, 2004; Olver, Pinney, Maruff, & Norman, 2015; Scholz 등, 2009), 정상인을 대상으로 한 연구 뿐 아니라 주의장애, 우울증 환자들을 대상으로 한 연구에서도 TSST가 사용되고 있다(Corominas-Roso, Palomar, Ferrer, Real, Nogueira, Corrales, & Ramos-Quiroga, 2015; Young, Abelson, & Cameron, 2004).

Schwabe 등(2008)에 의해 개발된 SECPT는 참가자에게 약 1분가량 찬물에 손을 담그고 있도록 하고, 참가자가 손을 담그고 있는 모든 과정을 비디오카메라로 녹화하여 평가하는 방식으로 연구자들은 최근 TSST 뿐만 아니라 SECPT를 사용하여 스트레스가 주의, 기억과 피드백, 집행통제에 미치는 영향을 살펴보고 있으며(Glienke, Wolf, & Bellebaum, 2015; Sänger, Bechtold, Schoofs, Blaszkewicz, & Wascher, 2014; Schwabe, Höffken, Teagenthoff, & Wolf, 2013), 섭식장애, 우울장애 환자들을 대상으로 스트레스가 과제수행에 어떤 영향을 미치는지에 대한 임상 연구도 진행하고 있다(Hammen, 2005; Lopez-Duran, McGinnis, Kuhiman, Geiss, Vargas, & Mayer, 2015). 이와 같은 SECPT를 사용한 연구들 또한 TSST와 마찬가지로 정서적 특성의 스트레스를 유발하는 방법이다. TSST와 SECPT 외에도 소음을 이용하거나(Banis & Lorist, 2012), 약한 전기충격을 이용하여(Shackman, Maxwell, McMenamin, Greischar, & Davidson, 2011) 정서적 스트레스를 일으키는 연구도 진행되었다. 이 외에 학업스트레스를 이용해 스트레스 조건을 나눈 연구도 있었는데(Kofman, Meiran, Greenberg, Baias, & Cohen, 2006; Wu, Yuan, Duan, Qin, Buchanan, Zhang,

& Zhang, 2014) 주로 중간, 기말 시험 전, 후로 나누어 조건을 분류하고 일상적인 스트레스에 따른 인지기능의 차이를 살펴보았다.

반면 몇몇의 연구들에서는 인지적인 스트레스와 과제 수행의 관련성을 살펴보았는데 예를 들어 Chajut와 Algom(2003)과 Yang 등(2012)은 과제의 난이도에 의해 부과된 인지적 부하를 통해 인지적 스트레스를 유발한 후, 인지적 스트레스가 주의수행에 미치는 영향을 살펴보았고, Quaedflieg, Schwabe, Meyer, 그리고 Smeets (2013)는 특정 숫자에서 일정한 값을 연속적으로 빼게 함으로써 스트레스를 유발하였고, 유발된 인지적 스트레스가 산수 과제수행에 미치는 영향을 살펴보았다.

이렇듯 스트레스와 과제 수행의 관련성을 살펴본 대부분의 선행연구들은 정서적 측면에 의해 유발된 스트레스 또는 인지적 측면에 의해 유발된 스트레스가 과제 수행에 미치는 영향만을 살펴볼 뿐 스트레스의 정서적 측면과 인지적 측면을 동시에 살펴본 연구는 별로 없다. 예외적으로 스트레스의 복합적인 측면을 다룰 수 있는 유발방법을 통해 스트레스를 유발하고 그에 따른 과제 수행의 변화를 살펴보는 연구도 존재하는데 Oei 등(2006)은 TSST를 통한 사회적 평가에 의한 정서적 스트레스와 3-back과제를 통한 인지적 부하에 의한 인지적 스트레스를 경험한 후 참가자의 기억과제 수행을 통제조건과 비교함으로써 스트레스가 기억에 미치는 영향을 살펴보았다. 그러나 Oei 등(2006)의 연구에서처럼 한 가지 이상의 방법을 사용해 복합적인 스트레스를 유발하는 연구는 스트레스를 유발하는데 비교적 시간이 많이 걸리고, TSST나 SECPT 등의 방법을 사용

하는 경우에는 심리적 스트레스가 인지처리에 미치는 즉각적인 영향을 보기에는 어려움이 따른다는 단점이 있다(Glienke et al., 2015; Sanger et al., 2014).

이러한 한계점을 보완하면서 스트레스가 과제수행에 미치는 영향을 실시간으로 확인하기 위해 Dedovic 등(2005)은 MIST(Montreal Imaging Stress Test)를 고안하였다. MIST는 인지적 부하에 의한 스트레스와 사회적 평가에 의한 스트레스를 동시에 부과하는 방식으로 스트레스를 유발하는 방법이다. 인지적 부하에 의한 스트레스의 정도는 산수과제의 난이도를 통해 조작되는데, 난이도가 낮은 조건은 제시되는 숫자의 개수(예: 2+9-7)가 적고 쉬운 연산법(예: 덧셈 혹은 뺄셈)으로 이루어진 문제들이고(예: 2+9-7) 난이도가 높은 조건은 제시되는 숫자의 개수가 많고(예: 4개) 모든 연산법을 포함한(예: 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈) 문제들(예: 12*12/8-9)이다. 이들의 연구에서는 정서적 스트레스는 한 문제를 풀 수 있는 시간을 제한하는 방법과 화면 상단에 사람들의 평균 수행 능력과 참가자 본인의 수행능력을 비교하는 사회적 평가 상황을 만듦으로써 부과하였다. 이를 바탕으로 Dedovic, Rexroth, Wolff, Duchesne, Scherling, Beaudry, 그리고 Pruessner (2009)는 MIST를 통해 스트레스를 유발하고 활성화 되는 뇌영역을 살펴보았는데 산수문제의 난이도 조작에 의해 활성화되는 뇌 영역과 시간제한 및 부정적 피드백에 의해 활성화되는 뇌 영역이 다르다는 것을 확인하였다.

앞서 기술한 바와 같이 심리적 스트레스를 측정하는 다양한 방법들이 고안되어져 왔는데 최근에는 시간적 해상도가 높아 정보처리 과

정을 실시간으로 살펴볼 수 있다고 알려진 사건 관련 뇌 전위(ERP: Event Related Potential)를 통해 심리적 스트레스가 인지과제 수행에 미치는 영향을 실시간으로 확인하려는 시도가 이루어지고 있다. 예를 들어 Shackman 등(2011)은 참가자가 화면에 제시되는 화살표를 보고 버튼을 누르는 상황에서 약한 전기충격을 주는 상황을 제공함으로써 스트레스를 경험하는 상황과 스트레스를 경험하지 않는 상황을 나누고 이때의 ERP 진폭의 차이를 살펴보았다. 그 결과 스트레스 조건은 통제조건과 지각 처리 및 초기 주의처리와 관련된 N1(184-236ms: 후두 부분에서 높은 진폭을 보임)과 자극을 평가하는 과정과 관련된 P3(316-488ms: 후두 부분에서 높은 진폭을 보임)에서 차이를 보였다. 또한 Yang 등(2012)은 과제 난이도를 통해 심리적 스트레스를 유발하고 이에 따른 인지과정의 변화를 ERP를 통해 살펴보았는데 Shackman 등(2011)의 결과와 동일하게 스트레스 조건에서 N1 진폭이 통제조건에 비해 증가하는 것을 발견했고, 입력된 정보를 평가하는 과정과 관련된다고 알려진 P2(150-260ms: 전두 부분에서 높은 진폭을 보임)의 잠재기(Latency)도 스트레스조건이 통제조건에 비해 짧다는 것을 보고하였다.

연구목적 및 연구가설

본 연구에서는 과제 난이도에 의해 유발된 인지적 스트레스와 시간제한(Ozel, 2001) 및 상황통제성(Ntoumanis, Edmunds, & Duda, 2009)을 통해 유발된 정서적 스트레스가 과제수행에 미치는 영향을 행동연구와 ERP를 통해 살펴보

고자 한다. 본 연구에서는 Yang 등(2012)이 사용한 산수 과제와 MIST를 변형한 과제를 통해 인지적 스트레스와 정서적 스트레스를 동시에 조작하여 참가자가 복합적인 스트레스를 경험하도록 고안되었다. 인지적 스트레스는 참가자가 풀어야 하는 산수 과제의 난이도를 조합함으로써 조작하였다(Chajut & Algom, 2003; Oei et al., 2006; Yang et al., 2012). 또한 정서적인 스트레스를 유발하기 위해 산수 과제를 풀어야 할 시간을 제한하고(Ozel, 2001), 과제 수행 시 자기조작이 불가능한 상황을 연출하였다(Ntoumanis et al., 2009). 행동실험의 경우에는 과제 수행을 통해 얻게 되는 반응 시간과 정확률을 통해 각 스트레스의 영향을 살펴 보았으며 추가적으로 시간적 해상도가 높아서 정보의 실시간적인 처리를 살펴보기 좋은 ERP를 사용하여 본 연구에서 유발한 인지적 스트레스 및 정서적 스트레스가 정보과정의 어느 단계에 영향을 주는지를 살펴보고자 하였다.

만약 Dedovic 등(2009)의 연구결과와 같이 심리적 스트레스가 복합적인 개념이라면 행동 실험 결과에서 스트레스 특성에 따른 주효과 및 상호작용 효과가 관찰될 것이라 예상할 수 있다. ERP의 경우에는 초기에 상대적으로 자동적으로 처리된다고 알려진 정서적 스트레스에 따른 차이가 관찰되고, 후기에 인지적 스트레스에 따른 차이가 관찰될 것이라 예상된다.

행동실험

방 법

참가자 정상시력 혹은 교정시력이 정상인 심리학 관련 강의를 듣고 있는 38명의 학생(남: 20명, 여: 18명)이 실험에 참가하였다. 참가자들은 모두 오른손잡이였고, 실험참여에 따른 참여점수를 받고 실험에 참가하였다.

기구 자극의 제시와 기록은 IBM호환용 컴퓨터로 실시되었다. 프로그램은 E-Prime 2.0을 사용하였고, 17" LED 모니터 중앙에 자극이 나타나게 하였다.

자극재료 본 실험의 자극과 절차는 Yang 등(2012)의 숫자 판단과제를 변형하여 사용하였다. 실험 자극은 소수점 두 자리 수의 곱셈의 값과 제시된 숫자의 대소비교를 해야 하는 것이며 (예: $2.08 * 3.07 > 10$), 자극 선정을 위해 7명의 대학생을 대상으로 예비 실험을 실시하였다. 인지적 스트레스는 과제의 난이도를 조합함으로써 유발하였는데, 7명의 대학생을 대상으로 실시한 예비실험 결과를 바탕으로 정확도가 100%인 문제는 쉬운 문제(60개)로, 정확도가 71%인 문제는 어려운 문제(60개)로 구분하여 난이도를 조작하였으며, 자극 예시는 표 1에 제시되어 있다. 정서적 스트레스는 목표자극을 처리할 때의 타이머의 유/무와 과제 수행 시 자기 조작 가능/불가능 여부를 조합함으로써 부과하였다. 실험에 사용된 목표자

표 1. 실험 1의 실험 조건 및 자극 예시

조건	자극 예시	정확도
쉬운 문제	$2.08 * 3.07 > 10$	100%
어려운 문제	$6.27 * 2.13 > 14$	71%

극은 전체 수식이었으며, 표 1에 자극예시를 제시하였다.

절차 참가자들은 실험에 앞서 동의서를 작성하고 실험에 대한 설명을 들었다. 실험자극은 17인치 컴퓨터 모니터를 통해 제시되었고, 자극에 대한 반응은 키보드를 통해 받았다. 모든 자극은 검은색 바탕화면 중앙에 흰색 글자로 제시되었으며, 자극의 크기는 35포인트였다. 먼저 화면 중앙에 응시점(“###”)이 500ms 동안 제시되고, 응시점이 사라진 후 수식판단 과제의 첫 번째 항(예: 3.92)이 1500ms 동안 제시된 후 전체수식이 제시되었다. 이는 ERP 실험과 동일한 절차를 따르기 위함이었다. 전체 수식의 제시시간과 조작방법은 정서적 스트레스 조건에 따라 차이가 있는데 정서적 스트레스가 없는 조건에서는 참가자가 제시된 자극에 대한 답을 알면 스페이스를 눌러 화면을 넘김으로써 참가자가 원할 때 반응을 할 수 있도록 조작하였다. 하지만 정서적 스트레스를 부과하는 조건에서는 참가자가 원할 때 반응을 할 수 없도록 하였으며 목표자극과 함께 타이머가 제시되었다. 타이머의 제한시간은 예비실험에서의 평균 반응시간과 표준편차(평균=4418ms, 표준편차=1658ms)를 바탕으로 참가자가 문제를 풀기 충분하지만 여유롭지는 않은 시간인 6초로 결정하였다. 목표자극이 사라진 후 참가자는 키보드를 이용하여 제시되는 수식에 대한 참/거짓을 판단하였고, 반응 후에 참가자들은 반응에 따른 정답 여부와(예: 맞았습니다, 틀렸습니다) 현재까지의 정확률에 대한 피드백을 받았다. 실험은 총 4개의 블록으로 구성되었으며, 한 블록 안에는 어려운

문제와 쉬운 문제가 혼합되어 제시되었다. 또한 각 블록은 정서적 스트레스가 있는 조건과 정서적 스트레스가 없는 조건으로 구분되었다. 참가자들은 본 시행에 앞서 연습시행을 16회 수행하고, 본 시행으로 어려운 문제 60개와 쉬운 문제 60개의 산수 과제를 수행하였다.

결과 및 논의

정서적 스트레스를 부과하는 조건의 경우 자기조절이 불가능했기 때문에 본 연구에서는 반응 시간 분석을 하지 않았고 오류율에 대한 분석만 실시하였다. 각 조건에 따른 오류율의 평균과 표준편차는 표 2에 제시되었으며, 모든 참가자는 각 조건에서 과제를 수행하였기 때문에 2(정서적 스트레스 있음 vs 없음) X 2(인지적 스트레스 큼 vs 작음) 참가자 내 변량 분석을 실시하였다.

오류율 분석결과 정서적 스트레스에 따른 차이는 통계적으로 유의미하지 않았지만($\eta^2=.35$, $F(1,37)=1.34$, $p=.361$), 인지적 스트레스에 따른 차이는 통계적으로 유의미하였다($\eta^2=.35$, $F(1,37)=181.58$, $p<.01$). 또한 정서적 스트레스와 인지적 스트레스 간에 상호작용이 나타났다($\eta^2=.263$, $F(1,37)=13.20$, $p<.05$). 인지적 스트레스에 따른 단순 주효과 분석을 실시한 결과 인지적 스트레스가 큰 조건의 경우는 정서적 스트레스가 있는 조건에 비해 수행을 어렵게 하지만($t(37)=-2.55$, $p<.05$), 인지적 스트레스가 작은 조건의 경우에는 정서적 스트레스가 있는 조건이 없는 조건에 비해 수행을 향상시킨다는 것을 확인하였다($t(37)=2.34$, $p<.05$).

표 2. 스트레스 조건별 수행 오류율의 평균 및 표준편차

	정서적 스트레스 조건	정서적 스트레스가 없는 조건
	오답율(%)	오답율(%)
인지적 스트레스가 큰 조건 (어려운 문제)	39.75(10.89)	34.12(18.97)
인지적 스트레스가 작은 조건 (쉬운 문제)	6.05(6.83)	8.86(5.86)

행동 실험의 결과는 인지적 스트레스와 정서적 스트레스가 서로 구분되어 상호작용한다는 것을 보여준다. 하지만 행동 실험은 처리 과정을 반영하는 것이 아니고, 모든 것이 끝난 후 산출되는 결과만을 보여주기 때문에 행동 실험의 결과만을 바탕으로는 인지적 스트레스와 정서적 스트레스가 어느 단계에서 서로 영향을 주로 받으며 어떠한 방식으로 서로 구분되어 영향을 미치는지 확인하기에 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 행동 실험 참여자 중 희망자들을 대상으로 과제 수행 시 ERP를 측정하여 인지적 스트레스와 정서적 스트레스가 상호작용하는 양상을 보다 세밀하게 살펴

보았다.

ERP 실험

본 연구에서 주로 관심을 둔 파형은 P1(100-200ms), P2(200-300ms), N400(300-550ms)이었다. P1은 자극 제시 후 100-130ms대에 후두엽에서 가장 높게 나타나는 정적파형으로 정서가(긍정/부정)가 있는 자극이 제시됐을 때 그렇지 않은 자극이 제시됐을 때에 비해 진폭이 커지는 특징을 가지고 있다(Di Russo, Martínez, Sereno, Pitzalis, & Hillyard, 2002; Foti, Hajcak, & Dien, 2009; Keil, Bradley, Hauk,

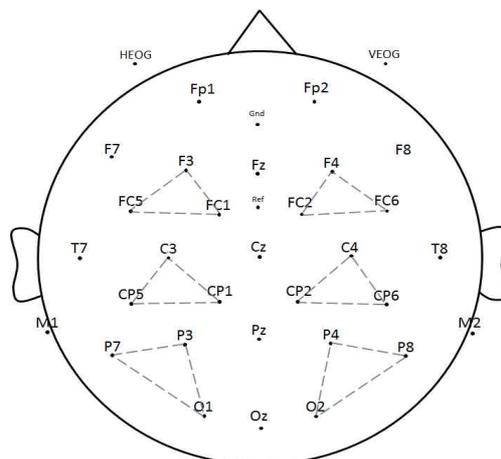


그림 1. 32개 전극의 위치 및 명칭

Rockstroh, Elbert, & Lang, 2002). P2는 후두엽에서 200-300ms대에 관찰되는 파형으로 P1과 마찬가지로 정서적인 자극, 특히 부정적인 자극이 제시되었을 때 진폭이 커진다고 알려져 있으며(Carretié, Martin-Loeches, Hinojosa, & Mercado, 2001; Kanske, Plitschka, & Kotz, 2011), 정서자극에 대한 영향 뿐 아니라 자극에 대한 분석과 주의 할당을 반영하는 파형으로 알려져 있다(Thorpe, Fize, & Marlot, 1996; Yuan, Xu, Yang, Liu, Chen, Zhu, & Li, 2011). 마지막으로 N400은 자극 제시 후 300-550ms 대에 나타나는 부적파형으로 자극의 의미적 일치성과 과제를 수행하는데 사용되는 인지적 자원의 정도를 반영하는 파형으로 알려져 있다(Kutas & Federmeier, 2011; Monetta, Tremblay, & Joannette, 2003). 따라서 만약 행동 실험에서와 같이 정서적 스트레스와 인지적 스트레스가 서로 구분된다면 정서적 스트레스의 주효과는 P1과 P2에서 나타날 것으로 예상되고 인지적 스트레스의 주효과는 N400에서 나타날 것으로 예상된다. 또한 ERP를 사용하여 심리적 스트레스가 과제 수행에 미치는 영향을 살펴본 대부분의 논문들(Chajut & Algom, 2003; Olver et al., 2015)은 자극에 대한 주의 할당과정에서 스트레스와 인지의 상호작용이 나타난다고 보고하고 있기 때문에, 본 연구에서도 P2에서 인지와 정서의 상호작용이 나타날 것을 예상하였다.

방 법

참가자 행동실험에 참가한 학생들 중 ERP 실험 참가를 희망하는 학생들을 대상으로 뇌파

측정을 하였다. 21명(남 13명, 여 8명)의 학생이 실험에 참가했으며 평균 나이는 22.08세였다. 참가자들은 모두 오른손잡이였고 정상시력을 가지고 있었으며 과거 뇌수술 경험 및 뇌질환 병력이 없었다.

뇌파기록 뇌파 기록에 사용한 기기는 Brain Products의 BrainAmp였고, 사용한 전극은 32-channel actiCAP이었다. 눈 움직임 및 눈 깜박임을 기록하기 위해 우측 눈 밑 VEOG전극과 좌측 눈 옆 HEOG전극을 사용하였다. 뇌파 기록 시에 사용한 참고 전극(Reference Channel)은 Fz와 Cz사이에 위치한 전극이었고, 사건관련 뇌 전위 분석 시에 재참고 과정에 사용한 전극은 양쪽 귀 뒤쪽 유양돌기에 위치한 M1, M2전극의 평균치이었다. 뇌파 기록 시 저항은 10kΩ이 넘지 않았고 데이터 수집률(Sampling Rates)는 500Hz이었다.

사건관련전위 분석 모든 EEG data는 eeglab를 사용하여 분석하였다(Delorme & Makeig, 2004). 사건관련전위 분석을 위해 자극 제시 전 약 200ms와 자극 제시 후 약 800ms를 뇌파 시간 단위(Epoch)로 선택하고 이 시간 단위에서 눈 깜박임, 눈 움직임, 근육의 움직임 신호가 개입된 뇌파는 모두 분석에서 제외하였다(<12%). 인지과정 뇌파 외의 주파수 영역을 제외하기 위해 0.01- 30Hz 대역 여파기(Band-Pass Filter)를 사용하였고 기저선은 자극 제시 전 200ms에서 자극제시 시점까지의 평균전위 값을 이용하였다. VEOG, HEOG, M1, M2 전극을 제외한 28개의 전극들 중에서 좌-우측 전두 영역, 좌-우측 중앙 영역, 좌-우측 후두 영

역으로 나누고 각 영역별로 평균 전위 값을 P1, P2, N400을 대표하는 세 시간대 별로 계산하여 통계분석의 종속치로 사용하였다. 영역별 전극들은 그림 1에 나타나 있으며, 다음과 같다; 좌측 전두 영역(F3, FC1, FC5), 우측 전두 영역(F4, FC2, FC6), 좌측 중앙 영역(C3, CP1, CP5), 우측 중앙 영역(C4, CP2, CP6), 좌측 후두 영역(P3, P7, O1), 우측 후두 영역(P4, P8, O2). 그리고 사건관련 뇌전위의 평균 진폭 값을 계산한 3개의 시간대는 100-200ms, 200-300ms, 300-500ms였다. 통계분석 방법은 2×2×2×3 반복측정 설계로 각 요인은 정서적 스트레스 조건(유-무), 인지적 스트레스 조건(유-무), 좌-우 전극 영역(좌-우 반구), 전-후두

전극 영역(전두-중앙-후두)이었다. 통계분석은 각 시간대별로 수행되어졌다. 결과 분석에서 뇌 영역 요인들과 상호작용을 일으키는 스트레스 요인 및 난이도 요인이 나타나도 뇌 영역 요인에 대한 사후검증은 수행하지 않고, 스트레스 요인이나 난이도 요인에 대해서만 사후검증을 실시하였다. 이 방법은 Kwon, Nam, 그리고 Lee (2012)에서 사용한 방법과 동일하다.

결과 및 논의

그림 2에 정서적 스트레스 유-무와 인지적 스트레스 유-무에 따른 전체 평균 사건관련

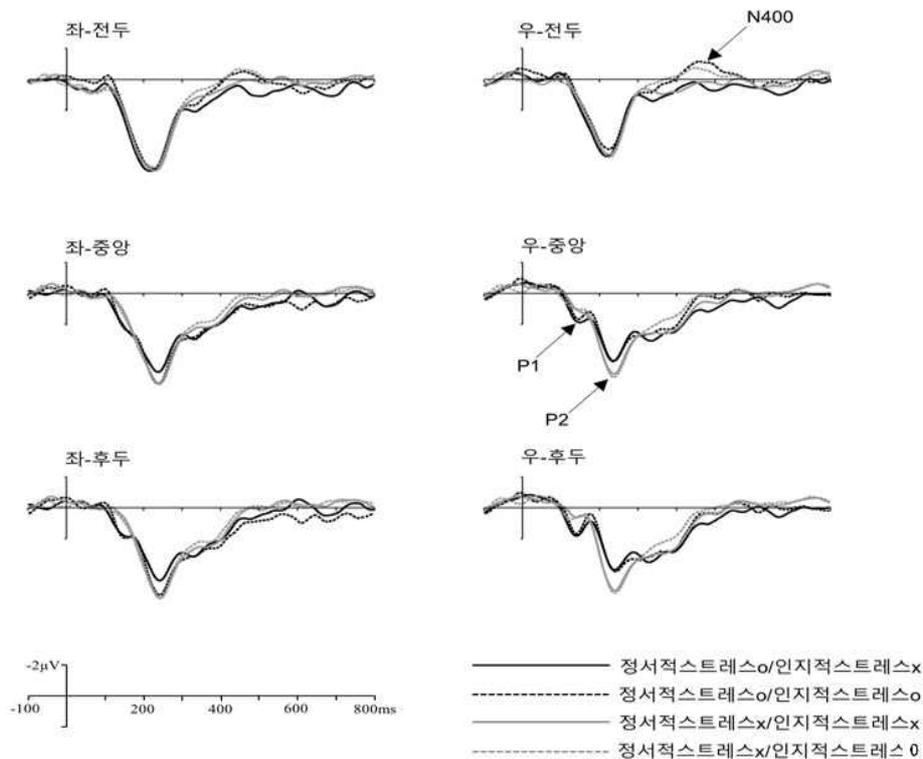


그림 2. 영역의 조건 및 전체 평균 사건관련 뇌 전위

뇌 전위를 6개 전극 영역별로 제시하였다.

P1: 100-200m 정서적 스트레스와 정서적 스트레스의 주효과 그리고 두 요인의 상호작용 모두 유의하지 않았다(*all ps* > .4). 그러나 정서적 스트레스 유-무와 전-후두 전극 영역 간 2원 상호작용은 유의하였다($F(1,40)=17.16, p < .001$). 각 영역별로 사후검증을 실시한 결과 후두 영역에서만 정서적 스트레스 조건이 정서적 스트레스가 없는 조건에 비해 더 큰 P1이 나타났다($R(1,20)=4.14, p < .05$). 요약하자면 P1에서는 정서적 스트레스 유-무에 의한 효과만이 나타났고 그 효과는 우반구 후측에서만 관찰되었다.

P2: 200-300ms P2분석에서는 정서적 스트레스의 주효과가 유의하게 나타났다($R(1,20)=6.45, p < .05$). 그리고 정서적 스트레스에 따른 차이는 전-후측 영역과의 2원 상호작용 및 전-후측과 좌-우반구 간의 3원 상호작용에서도 유의하였다($R(2,40)=22.66, p < .001; R(2,40)=7.69, p < .01$). 2원 상호작용에 대한 각 영역별 사후

검증에서 정서적 스트레스가 없는 조건이 정서적 스트레스 조건에 비해 중앙 및 후측 영역에서 P2진폭이 유의하게 크게 나타났다($R(1,20)=6.78, p < .05; R(1,20)=14.3, p < .01$). 그리고 3원 상호작용에 대한 사후검증 결과는 우반구 후두 영역($p < .05$), 좌반구 중앙 영역($p < .01$), 좌반구 후두영역($p < .001$)에서 정서적 스트레스가 없는 조건이 정서적 스트레스 조건에 비해 더 큰 P2 진폭이 나타났다. 요약하자면 P2진폭은 정서적 스트레스 조건에 비해 정서적 스트레스가 없는 조건에서 더 컸으며, 이 차이는 주로 후두 영역에서 발생된 것으로 나타났다.

N400: 300-500ms N400시간대에서 정서적 스트레스의 주효과는 유의하지 않았으나($R(1,20)=3.54, p = .07$) 인지적 스트레스의 효과는 유의하게 나타났다($R(1,20)=3.99, p < .05$). 뇌 영역과 인지적 스트레스의 상호작용 중 전측-후측 영역 간에 2원 상호작용이 있었으며 좌-우반구 영역 간의 2원 상호작용도 유의하였다($R(2,40)=4.25, p < .05; R(1,40)=4.73, p < .05$). 인

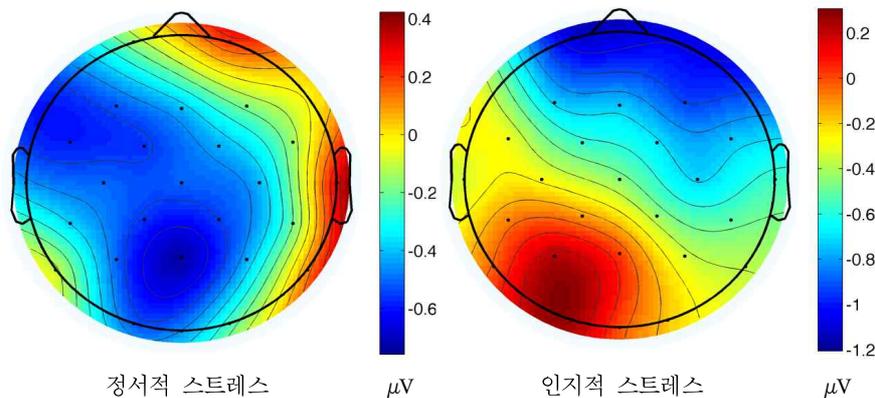


그림 3. N400에서 나타난 정서적 스트레스 효과와 인지적 스트레스 효과의 voltage map

지적 스트레스와 전-후측 영역 간 2원 상호작용에 대한 단순 주효과 분석에서 전측에서만 인지적 스트레스가 있는 조건이 인지적 스트레스가 없는 조건에 비해 더 큰 N400이 나타났다($R(1,20)=5.55, p<.05$). 좌-우반구 영역과의 2원 상호작용에 대한 단순 주효과 분석에서 인지적 스트레스 조건이 인지적 스트레스가 없는 조건에 비해 좌반구에서만 유의하게 N400이 더 크게 나타났다($R(1,20)=8.06, p<.05$).

마지막으로 정서적 스트레스와 좌-우반구 영역 간의 2원 상호작용이 유의하게 나타났으며($R(1,20)=6.51, p<.05$), 이 효과는 좌반구에서 정서적 스트레스가 없는 조건이 정서적 스트레스가 있는 조건에 비해 더 큰 N400을 낸 것에서 기초하는 것으로 나타났다($R(1,20)=5.79, p<.05$). 요약하자면 N400에서 인지적 스트레스의 효과와 정서적 스트레스의 효과가 모두 관찰되었지만 두 효과가 나타난 전극의 영역이 매우 달랐다. 인지적 스트레스의 효과는 주로 전두 영역과 우반구 영역에서 나타났지만, 정서적 스트레스의 효과는 주로 좌반구에서 유발되었다. 그림 3은 N400 시간대의 voltage map으로 정서적 스트레스 효과(정서적 스트레스가 없는 조건에서 정서적 스트레스 조건을 뺀)와 인지적 스트레스 효과(인지적 스트레스가 있는 조건에서 인지적 스트레스가 없는 조건을 뺀)가 유발된 전극영역을 보여주고 있다.

종합논의

본 연구에서는 스트레스를 인지적 요소와 정서적 요소를 모두 포함하고 있는 복합적인

개념으로 보고 인지적 스트레스와 정서적 스트레스가 과제 수행에 미치는 영향을 살펴보았다. 또한 본 연구에서는 ERP를 사용하여 인지적 스트레스와 정서적 스트레스가 어떻게 상호작용하며 또 구분되는지를 확인하고자 하였다. 이를 위하여 복합적인 방식으로 스트레스를 유발한다고 알려진 MIST를 변형하여 인지적 스트레스와 정서적 스트레스를 유도한 뒤 행동과제 수행 시 상호작용 양상을 살펴보았다. 그 결과 정서적 스트레스에 따른 차이는 유의미하지 않았지만 인지적 스트레스에 따른 차이는 유의미하였다. 또한 보다 중요하게 정서적 스트레스와 인지적 스트레스의 상호작용이 유의미하였다. 즉, 인지적 스트레스가 큰 조건의 경우는 정서적 스트레스가 있는 조건이 정서적 스트레스가 없는 조건에 비해 수행을 어렵게 하지만, 인지적 스트레스가 작은 조건의 경우에는 정서적 스트레스가 있는 조건이 없는 조건에 비해 수행을 향상시킨다는 것을 확인하였다. 이러한 결과를 통해 스트레스가 인지적인 요소와 정서적 요소로 구별된 복합적인 개념이라는 것을 확인하였고, 각 요소들이 인지 과제 수행 시 서로 상호작용하는 방식으로 영향을 준다는 것을 확인하였다.

또한 ERP를 통해 인지적 스트레스와 정서적 스트레스가 과제수행에 미치는 양상을 구분하여 살펴보려고 하였다. P1 진폭을 살펴본 결과, 후두엽 부분에서 정서적 스트레스에 따른 차이가 유의미하게 나타났으며, 정서적 스트레스가 있는 조건이 그렇지 않은 조건에 비해 큰 정적 진폭을 보였다. 이는 선행 연구들에서 정서가(긍정/부정)가 있는 사진이 제시되

는 경우 큰 정적 진폭을 보인 것과 동일한 것으로 실험에 의해 조작된 시간제한과 상황통제에 대한 조작이 참가자에게 부정적인 정서를 유발했기 때문이라 해석될 수 있다(Carretié, Martin-Loeches, Hinojosa, & Mercado, 2001; Kanske et al., 2011). 비록 본 연구에서 사용한 시간제한과 상황통제 가능성 여부가 정서적 스트레스를 유발하는지에 대한 조작 점검을 실시하지 않았으나 본 연구의 결과는 이러한 조작이 성공적으로 정서적 스트레스를 유발했다는 것을 짐작할 수 있게 한다.

P2 진폭을 살펴본 결과, 우반구 후두 영역에서 정서적 스트레스를 받지 않은 조건이 정서적 스트레스를 받은 조건에 비해 큰 정적 진폭을 보였다. 이는 정서와 인지의 상호작용의 결과라 해석될 수 있다. 정서와 인지간의 상호작용을 살펴본 연구들은 정서가 인지 수행을 촉진시킨다는 주장(Erk, Kleczar & Walter, 2007; Grimm, Weigand, Kazzer, Jacobs, & Bajbouj, 2012; Lindström & Bohlin, 2011)과 정서가 인지 수행을 방해한다는 연구결과(Dolcos & McCarthy, 2006; Gray, Braver, & Raichie, 2002; Habel, Koch, Pauly, Kellermann, Reske, Backes, & Shah, 2007; Mitchell & Phillips, 2007)들로 혼재되어 있다.

정서가 인지 수행을 촉진하는 과정을 설명하는 가설에 따르면 자동적으로 처리된 부정 정서는 초기 주의 처리 단계에서 부적 편향을 야기하기 되고 정서자극에 의해 유발된 주의 편향이 이후 수행해야 하는 과제에 할당된 주의 수준을 증가시켜 인지 수행을 촉진 시킨다(Carretié et al., 2001). 반면에, 정서가 인지 수행을 방해하는 과정을 설명하는 가설에 따르

면 정서를 포함하고 있는 자극의 경우에는 자동적으로 처리된 정서가 개인의 주의 자원을 선점하게 되므로 뒤따르는 인지 과제에 할애할 수 있는 자원의 양이 줄어들게 되어 인지 수행을 방해한다(Fox, Russo, Bowles, & Dutton, 2001; Schimmack & Derryberry, 2005; Wyble, Sharma, & Bowma, 2008; Yang et al., 2012). 따라서 본 연구에서 확인된 P2의 결과는 시간제한과 상황통제성 조작에 의해 유발된 정서적 스트레스가 주의 자원을 미리 차지하게 되고, 이에 따라 산수 과제 수행에 할애할 수 있는 자원의 양, 특히 주의 자원의 양이 정서적 스트레스를 받지 않은 조건이 비해 현저하게 줄어들게 됨에 따라 주의 자원 정도를 나타내는 P2 진폭에 차이가 생긴 것이라 해석될 수 있다. 하지만 정서적 스트레스 조건의 경우 참가자가 풀어야 하는 문제 위에 타이머가 제시되어 있었기 때문에 주의가 분산되어서 P2 진폭이 작게 나왔을 가능성도 있다. 따라서 후속 연구에서는 정서적 스트레스를 부과하지 않은 조건에서도 타이머와 같은 시각적 자극을 산수문제와 동시에 제시했을 때에도 동일한 P2진폭이 나오는지 살펴볼 필요성이 있다.

마지막으로 N400 진폭을 살펴본 결과 선행 연구 결과와 동일하게 인지적 스트레스가 큰 조건이 그렇지 않은 조건에 비해 큰 진폭을 나타냈다(Kutas & Federmeier, 2011; Monetta et al., 2003). 이러한 차이는 인지적 스트레스 뿐 아니라 정서적 스트레스에서도 관찰되었는데, 정서적으로 스트레스를 준 조건에서는 정서적 스트레스를 받지 않은 조건이 비해 N400진폭이 작게 나타났다. 이는 P2에서 설명한 바와 같이 인지와 정서의 상호작용으로 설명될 수

있는데, 정서적 스트레스 조건의 경우에는 시간제한에 의해 부정 정서가 유발되었고 유발된 정서가 가용할 수 있는 자원을 제한시킴으로써 인지적 노력 혹은 정보에 대한 접근에 사용할 수 있는 자원이 줄어들어 따라서 이를 반영하는 N400의 진폭이 작게 나온 것으로 해석될 수 있다. 또한 정서적 스트레스와 인지적 스트레스가 동일한 시간대에 관찰되었지만, 정서적 스트레스의 경우에는 좌반구 후두영역에서 큰 N400진폭을 보이고, 인지적 스트레스의 경우에는 우반구 전두영역에서 큰 N400 진폭을 보인다는 점에서 두 개의 스트레스는 동일한 범주 안에 속해있기는 하지만 구별되는 요소라고 보여 진다.

요약하자면, 본 연구에서는 과제 처리의 초기단계를 반영하는 P1,P2과형과 후기처리 과정을 반영하는 N400진폭의 변화를 통해서 정서적 스트레스가 과제 수행에 전반적으로 영향을 미친다는 것을 확인하였고, 전두엽에서 관찰된 N400진폭의 변화를 통해 인지적 스트레스가 과제 수행의 후기 단계에 영향을 미친다는 것을 보여주었다. 이는 심리적 스트레스가 복합적인 개념이며 인지적 스트레스와 정서적 스트레스로 서로 구분되어 측정 되어질 수 있다는 것을 경험적으로 보여주는 증거이다.

심리적 스트레스가 인지적 스트레스와 정서적 스트레스로 구분되어 측정될 수 있다는 본 연구 결과를 응용한다면 다양한 심리적 스트레스를 유발한 후 명상을 수행하게 하고 처리 후에 나타나는 ERP과형의 변화를 통해 명상의 효과를 객관적으로 검증할 수 있을 것이다. 또한 P2와 N400에서 확인 된 정서와 인지의

상호작용을 바탕으로 정보 처리 시 부호화 단계, 저장 단계, 인출 단계에서 정서와 인지의 상호작용을 살펴보는 연구를 실시할 수 있을 것이며 동일한 스트레스 유발방법을 사용하되 초기 지각단계를 측정할 수 있는 과제에서부터 고차적인 인지처리를 요구하는 과제에 이르기 까지 다양한 과제를 사용하여 각각의 과제수행 시 정서가 인지에 미치는 영향을 포함으로써 인지와 정서의 관계를 포괄적으로 살펴볼 수 있을 것이다.

참고문헌

- 고현민, 신호철 (2011). 한국 30~40 대 성인에
서의 인지적 스트레스와 심박동 변이의
상관관계, *스트레스研究*, 19(4), 273-279.
- 정봉교, 김지연 (2004). 스트레스 취약성 및 과
제가 심혈관계 반응성에 미치는 영향, 한
국심리학회지: 건강, 9(4), 935-952.
- Banis, S., & Lorist, M. M. (2012). Acute noise
stress impairs feedback processing. *Biological
psychology*, 91(2), 163-171.
- Brüne, M., Nadolny, N., Güntürkün, O., & Wolf,
O. T. (2013). Stress induces a functional
asymmetry in an emotional attention task.
Cognition & emotion, 27(3), 558-566.
- Carretié, L., Martín-Loeches, M., Hinojosa, J. A.,
& Mercado, F. (2001). Emotion and attention
interaction studied through event-related
potentials. *Journal of cognitive neuroscience*, 13(8),
1109-1128.
- Chajut, E., & Algom, D. (2003). Selective
attention improves under stress: implications

- for theories of social cognition. *Journal of personality and social psychology*, 85(2), 231-248.
- Corominas-Roso, M., Palomar, G., Ferrer, R., Real, A., Nogueira, M., Corrales, M., ... & Ramos-Quiroga, J. A. (2015). Cortisol Response to Stress in Adults with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 18(9), pyv027.
- Dedovic, K., Renwick, R., Mahani, N. K., Engert, V., Lupien, S. J., & Pruessner, J. C. (2005). The Montreal Imaging Stress Task: using functional imaging to investigate the effects of perceiving and processing psychosocial stress in the human brain. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 30(5), 319-325.
- Dedovic, K., Rexroth, M., Wolff, E., Duchesne, A., Scherling, C., Beaudry, T., ... & Pruessner, J. C. (2009). Neural correlates of processing stressful information: an event-related fMRI study. *Brain research*, 1293, 49-60.
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of neuroscience methods*, 134(1), 9-21.
- Di Russo, F., Martínez, A., Sereno, M. I., Pitzalis, S., & Hillyard, S. A. (2002). Cortical sources of the early components of the visual evoked potential. *Human brain mapping*, 15(2), 95-111.
- Dolcos, F., & McCarthy, G. (2006). Brain systems mediating cognitive interference by emotional distraction. *The Journal of Neuroscience*, 26(7), 2072-2079.
- Erk, S., Kleczar, A., & Walter, H. (2007). Valence-specific regulation effects in a working memory task with emotional context. *Neuroimage*, 37(2), 623-632.
- Foti, D., Hajcak, G., & Dien, J. (2009). Differentiating neural responses to emotional pictures: evidence from temporal spatial PCA. *Psychophysiology*, 46(3), 521-530.
- Fox, E., Russo, R., Bowles, R., & Dutton, K. (2001). Do threatening stimuli draw or hold visual attention in subclinical anxiety?. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 681-700.
- Glienke, K., Wolf, O. T., & Bellebaum, C. (2015). The impact of stress on feedback and error processing during behavioral adaptation. *Neuropsychologia*, 71, 181-190.
- Gray, J. R., Braver, T. S., & Raichle, M. E. (2002). Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(6), 4115-4120.
- Grimm, S., Weigand, A., Kazzer, P., Jacobs, A. M., & Bajbouj, M. (2012). Neural mechanisms underlying the integration of emotion and working memory. *Neuroimage*, 61(4), 1188-1194.
- Habel, U., Koch, K., Pauly, K., Kellermann, T., Reske, M., Backes, V., Seiferth, N. Y., Stöckerc, T., Kircher, T., Amunts, K., Shah, N. J., & Schneider, F. (2007). The influence

- of olfactory-induced negative emotion on verbal working memory: individual differences in neurobehavioral findings. *Brain research*, 1152, 158-170.
- Hambly, K., & Muir, A. J. (1997). *Stress management in primary care*. Oxford: Butterworth/Heinemann.
- Hammen, C. (2005). Stress and depression. *Annual Review. Clinical Psychology*, 1, 293-319.
- Jelici, M., Geraerts, E., Merckelbach, H., & Guerrieri, R. (2004). Acute stress enhances memory for emotional words, but impairs memory for neutral words. *International Journal of Neuroscience*, 114(10), 1343-1351.
- Kanske, P., Plitschka, J., & Kotz, S. A. (2011). Attentional orienting towards emotion: P2 and N400 ERP effects. *Neuropsychologia*, 49(11), 3121-3129.
- Keil, A., Bradley, M. M., Hauk, O., Rockstroh, B., Elbert, T., & Lang, P. J. (2002). Large scale neural correlates of affective picture processing. *Psychophysiology*, 39(5), 641-649.
- Kirschbaum, C., Pirke, K. M., & Hellhammer, D. H. (1993). The 'Trier Social Stress Test' - a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28(1-2), 76-81.
- Kofman, O., Meiran, N., Greenberg, E., Balas, M., & Cohen, H. (2006). Enhanced performance on executive functions associated with examination stress: Evidence from task-switching and Stroop paradigms. *Cognition & Emotion*, 20(5), 577-595.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event related brain potential (ERP). *Annual review of psychology*, 62, 621.
- Kwon, Y., Nam, K., & Lee, Y. (2012). ERP index of the morphological family size effect during word recognition. *Neuropsychologia*, 50(14), 3385-3391.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, Appraisal, and coping*. New York: Springer-Verlag.
- Lindström, B. R., & Bohlin, G. (2011). Emotion processing facilitates working memory performance. *Cognition & emotion*, 25(7), 1196-1204.
- Lopez-Duran, N. L., McGinnis, E., Kuhlman, K., Geiss, E., Vargas, I., & Mayer, S. (2015). HPA-axis stress reactivity in youth depression: evidence of impaired regulatory processes in depressed boys. *Stress*, 18(5), 545-553.
- Mitchell, R. L., & Phillips, L. H. (2007). The psychological, neurochemical and functional neuroanatomical mediators of the effects of positive and negative mood on executive functions. *Neuropsychologia*, 45(4), 617-629.
- Monetta, L., Tremblay, T., & Joannette, Y. (2003). Semantic processing of words, cognitive resources and N400: An event-related potentials study. *Brain and cognition*, 53(2), 327-330.
- Ntoumanis, N., Edmunds, J., & Duda, J. L. (2009). Understanding the coping process

- from a self determination theory perspective. *British Journal of Health Psychology*, *14*(2), 249-260.
- Oei, N. Y. L., Everaerd, W. T. A. M., Elzinga, B. M., Van Well, S., & Bermond, B. (2006). Psychosocial stress impairs working memory at high loads: an association with cortisol levels and memory retrieval. *Stress*, *9*(3), 133-141.
- Olver, J. S., Pinney, M., Maruff, P., & Norman, T. R. (2015). Impairments of spatial working memory and attention following acute psychosocial stress. *Stress and Health*, *31*(2), 115-123.
- Ozel, F. (2001). Time pressure and stress as a factor during emergency egress. *Safety Science*, *38*(2), 95-107.
- Quaedflieg, C. W., Schwabe, L., Meyer, T., & Smeets, T. (2013). Time dependent effects of stress prior to encoding on event-related potentials and 24h delayed retrieval. *Psychoneuroendocrinology*, *38*(12), 3057-3069.
- Sänger, J., Bechtold, L., Schoofs, D., Blaszkewicz, M., & Wascher, E. (2014). The influence of acute stress on attention mechanisms and its electrophysiological correlates. *Frontiers in behavioral neuroscience*, *8*, 353.
- Schimmack, U., & Derryberry, D. E. (2005). Attentional interference effects of emotional pictures: threat, *negativity, or arousal?* *Emotion*, *5*(1), 55-66.
- Scholz, U., La Marca, R., Nater, U. M., Aberle, I., Ehlert, U., Hornung, R., Martin, M., & Kliegel, M. (2009). Go no-go performance under psychosocial stress: Beneficial effects of implementation intentions. *Neurobiology of learning and memory*, *91*(1), 89-92.
- Schwabe, L., Haddad, L., & Schachinger, H. (2008). HPA axis activation by a socially evaluated cold-pressor test. *Psychoneuroendocrinology*, *33*(6), 890-895.
- Schwabe, L., Höffken, O., Tegenthoff, M., & Wolf, O. T. (2013). Stress-induced enhancement of response inhibition depends on mineralocorticoid receptor activation. *Psychoneuroendocrinology*, *38*(10), 2319-2326.
- Shackman, A. J., Maxwell, J. S., McMenamin, B. W., Greischar, L. L., & Davidson, R. J. (2011). Stress potentiates early and attenuates late stages of visual processing. *The Journal of Neuroscience*, *31*(3), 1156-1161.
- Thorpe, S., Fize, D., & Marlot, C. (1996). Speed of processing in the human visual system. *nature*, *381*(6582), 520-522.
- Wu, J., Yuan, Y., Duan, H., Qin, S., Buchanan, T. W., Zhang, K., & Zhang, L. (2014). Long-term academic stress increases the late component of error processing: An ERP study. *Biological psychology*, *99*, 77-82.
- Wyble, B., Sharma, D., & Bowman, H. (2008). Strategic regulation of cognitive control by emotional salience: a neural network model. *Cognition and Emotion*, *22*(6), 1019-1051.
- Yang, J., Qi, M., Guan, L., Hou, Y., & Yang, Y. (2012). The time course of psychological stress as revealed by event-related potentials. *Neuroscience letters*, *530*(1), 1-6.

- Young, E. A., Abelson, J. L., & Cameron, O. G. (2004). Effect of comorbid anxiety disorders on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to a social stressor in major depression. *Biological psychiatry*, 56(2), 113-120.
- Yuan, J., Xu, S., Yang, J., Liu, Q., Chen, A., Zhu, L., Chen, J., & Li, H. (2011). Pleasant mood intensifies brain processing of cognitive control: ERP correlates. *Biological psychology*, 87(1), 17-24.

1 차원고접수 : 2016. 01. 18
수정원고접수 : 2016. 04. 01
최종게재결정 : 2016. 04. 02

Differences in task performance according to the cognitive and emotional demands

Jini Tae¹⁾ Sangeun Lee¹⁾ Yoonhyoung Lee¹⁾ Youan Kwon²⁾

¹⁾Department of Psychology, Yeungnam University

²⁾Multi-lingualism and Multi-culturalism Research Center, Konkuk University

The purpose of this study was to examine the difference of performance depending on the type of stress imposed on the task. To do so, we divided the stress imposed on the task into cognitive stress and emotional stress and investigated the impact of these stresses on the performance of cognitive task. Participants were asked to solve arithmetic problems. The cognitive stress was aroused by manipulating task difficulty, and the emotional stress was aroused by manipulating the existence of timer and the possibility of self-paced task performance. The results of behavioral experiment showed that emotional stress has negative impact on solving cognitively more demanding problems, but the emotional stress has positive affect on solving less demanding problems. The results of the ERP study showed such that the effect of emotional stress is observed in P1, P2, N400 (left occipital lobe) and the effect of cognitive stress is observed in N400 (right anterior and central lobe). Interestingly, the interaction between emotional processing and cognitive processing was observed in P2 and N400 components. These findings provide experimental evidence that psychological stress is an umbrella concept including two distinct cognitive and emotional stresses and suggest that emotional processing and cognitive processing interact with each other.

Key words : Cognitive stress, Emotional stress, ERP