

〈연구보고〉

N-back 과제수행에 과제무관련 자극의 정서가와 각성가가 미치는 영향*

이 선 경 홍 영 지 이 윤 형†

영남대학교 심리학과

본 연구의 목적은 N-back 과제수행에 과제 무관련 사진자극의 정서가와 각성가가 미치는 영향을 살펴보는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 2-back 과제의 자극 사이에 제시된 사진의 각성가 수치는 동일하게 통제하고 정서가를 긍정, 중립, 부정으로 조작한 실험과 정서가는 동일하게 통제하고 각성가를 저각성, 중각성, 고각성으로 조작한 실험을 실시하였다. 그 결과 각성가 조건에 따른 차이는 관찰되지 않았으나 정서가 조건에 따른 차이가 관찰되어 부정정서의 경우 긍정정서 및 중립정서에 비해 과제수행이 부정확했다. 이러한 결과는 각성가의 영향을 배제하였을 때도 부정정서가 N-back 과제수행을 간섭했으며 각성가보다는 정서가의 차이가 이러한 간섭의 원인을 시사한다.

주제어 : 작업기억, N-back, 정서가, 각성가, IAPS

〈Brief report〉

The effect of the task-unrelated valence and arousal on the N-back task performance

Seonkyoung Lee Youngji Hong Yoonhyoung Lee

Department of Psychology, Yeungnam University

The purpose of this study was to examine the effect of the task-unrelated valence and arousal on N-back task performance. To do so, in the first experiment, participants performed 2-back tasks where valence levels of the pictures presented before the target were manipulated while arousal levels were controlled. In the second experiment, arousal levels of the pictures were manipulated while valence levels were controlled. As results, accuracies of the N-back task were worse when pictures with negative valence were presented. Arousal had no effect on N-back task performance. The results indicate that negative valence affects cognitive processing even when the arousal level were controlled.

Key words : Working memory, N-back task, valence, arousal, IAPS

* 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

인간의 인지적 능력에 관한 연구는 인지과학의 핵심주제로 많은 연구자들이 지능, 기억과 같은 인지능력뿐만 아니라 동기, 정서와 같이 인간의 인지능력에 영향을 미칠 수 있는 요인들에 대해 연구해왔다. 특히 정서와 인간 간 관련성을 밝히고자 하는 시도들은 현재까지도 지속적으로 진행되고 있으며 최근에는 정서와 인지가 구분되지만 밀접히 상호작용한다는 것이 일반적인 사실로 받아들여지고 있다(Pessoa, 2008).

과거 많은 연구자들은 주로 정서가 작업기억 과제수행에 미치는 영향을 살펴보는 방식으로 정서와 인지의 관련성을 탐색해왔다. 작업기억이란 목표와 관련 있는 정보를 일시적으로 유지하고 조작하는 심적 체계로(Baddeley, 2003) 작업기억에 정보를 유지하는 동안 정서가 미치는 영향을 살펴본 연구들은 부정정서가 작업기억에 정보를 유지하는데 큰 간섭을 일으킨다는 결과를 보고하고 있다(Dolcos & McCarthy, 2006). 또한 정서의 간섭효과는 단순히 자극을 작업기억에 유지해야 할 때뿐만 아니라, 순차적으로 제시되는 자극들을 갱신(updating)해야 하는 더 고차적인 인지 처리에서도 나타나는 것으로 보인다(Bowling, 2015; Kensinger & Corkin, 2003; Li, Ouyang, & Luo, 2012; Uher, Brooks, Bartholody, Tchanturia, & Campbell, 2014).

정서가 작업기억의 갱신능력에 미치는 영향을 살펴보기 위해 여러 연구자들이 N-back 과제를 이용해왔다. N-back 과제에서 참가자들은 연속적으로 제시되는 자극 중 현재 제시된 자극이 N번째 전에 제시된 자극과 동일한지의 여부에 대해 반응해야 한다. 이를 위해 참가자들은 최소 N번째 전 시행의 자극부터 현재 시행의 자극까지 기억을 하고 있어야 하며,

각 시행마다 기억해야 할 자극이 달라지기 때문에 끊임없이 자극에 대한 표상을 갱신하는 과정이 필요하다(Meegan, Purc-Stephenson, Honsberger, & Topan, 2004). N-back 과제수행에 정서가 미치는 영향을 살펴본 Kensinger와 Corkin(2003)의 연구에서는 부정 및 중립 얼굴자극을 사용하여 참가자들에게 N번째 전 시행과 현재 시행의 얼굴의 정서가 일치하는지 판단하도록 하였는데, 부정적인 얼굴자극일 때 참가자들의 수행이 저하되었다. 또한 Bowling(2015)은 N-back 과제의 자극으로 단어, 풍경사진, 얼굴자극을 사용하여 정서가 일치 여부를 판단하도록 지시한 후, 정서가 N-back 과제수행에 미치는 영향을 살펴보았는데 중립 자극에 비해 정서적인 자극에서 적중률(hit rate)은 낮게, 오경보율(false alarm rate)은 높게 나타나 정서가 인지적 과제수행을 방해한다는 결과를 보고하였다. 이렇듯 정서가 과제수행에 직접적인 관련이 있는 경우 정서가 과제수행에 영향을 미친다는 것은 일관적인 결과이며 대부분의 연구들에서 정서적 자극이 부정정서일 때 과제수행이 저하된다고 보고하고 있다(Bowling, 2015; Kensinger & Corkin, 2003).

또한 정서가 과제와 직접적인 관련이 없는 경우에도 정서적 자극이 과제의 수행에 영향을 미친다는 결과가 보고되고 있다. 예를 들어 Li 등(2012)은 목표자극이 나오기 전에 과제수행과 관련이 없는 정서사진을 짧게 제시하고 정서사진이 N-back 과제수행에 영향을 미치는지를 살펴보았는데 부정정서 사진이 제시된 경우에 2-back 과제수행이 저하되었다. 또한 Uher 등(2014)은 N-back 과제수행 시 정서사진을 매우 짧게(23ms) 점화자극으로 제시한 후, 이 점화자극이 과제수행에 미치는 영향을 살펴보는 방식을 통해 의식할 수 없을

정도로 짧게 제시된 정서자극도 과제수행에 영향을 미치는지 살펴보았다. 그 결과 부정정서 사진이 점화자극으로 제시된 경우 과제수행이 저하되어, 무의식적인 수준에서 제시되는 정서자극도 자동적으로 처리되어 인지과제수행에 영향을 준다는 것을 보여주었다. 이상의 결과를 종합하면 부정정서가 작업기억 갱신능력에 간섭효과를 야기하는 것은 과제와 관련이 있는 경우와(Bowling, 2015; Kensinger & Corkin, 2003) 없는 경우(Uher et al., 2014) 비교적 일관적으로 나타나는 현상으로 여겨진다. 그리고 다수의 연구자들이 이러한 결과를 부정정서 자극이 주의자원을 사로잡아, 인지적 과제에 할당해야 할 자원이 줄어들게 되어서 나타난 것으로 해석한다(Dolcos & McCarthy, 2006; Kensinger & Corkin, 2003).

이와 같은 일련의 연구들은 정서를 긍정-부정으로만 구분하여 살펴보았으나, 최근에는 정서 변인을 정서의 쾌-불쾌 수준을 의미하는 정서가(valence)와 활성화 정도를 의미하는 각성가(arousal) 변인으로 구분하고 이들이 인지과제 수행에 각기 다른 영향을 초래한다는 제안을 바탕으로(Pessoa, 2008) 여러 연구들에서 정서가와 각성가가 인지과제 수행에 미치는 영향을 보기 시작하였다. 예를 들어 Demanet, Liefoghe와 Vergruggen(2011)은 두 과제를 번갈아 수행하는 전환과제에 정서가와 각성가가 미치는 영향을 살펴보았는데, 정서가는 전반적인 과제수행에 차이를 가져왔으나 과제 간 전환능력에는 영향을 미치지 못한 반면 각성가는 과제 간 전환능력에는 영향을 미쳤으나 전반적 과제수행에는 영향을 미치지 못하였다. 또한 Choi 등(2010)은 N-back 과제를 이용하여 작업기억의 갱신능력에 각성이 영향을 미치는지 살펴보았다. 이들은 실험참가자들에게 일

련의 각성을 유발하는 사진자극들을 약 2분간 제시하여 각성을 유발시킨 후 3-back 과제를 실시하였다. 이때 제시된 사진들의 정서가는 차이가 없었으며 각성가는 고각성, 중각성, 저각성으로 구분되었다. 그 결과 3-back 과제에 앞서 제시된 사진의 각성가가 중각성인 경우가 저각성이나 고각성인 경우보다 수행이 좋아 최적각성 모형의 설명과 일치하였으며 인지과제 수행에 정서가의 영향과는 독립적으로 각성가 수준의 차이가 영향을 줄 수 있음을 보여주었다. 하지만 Choi 등(2010)의 연구에서는 정서가에 따른 차이를 살펴보지 않았다는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 N-back 과제를 이용하여 정서의 두 차원(정서가, 각성가)이 작업기억의 갱신능력에 미치는 영향을 구분하여 살펴보았다. 이를 위해 연구 1에서는 정서자극의 각성가 수치는 동일하게 통제하고 정서가를 긍정, 중립, 부정으로 조작하였으며 연구 2에서는 정서자극의 정서가 수치는 동일하게 통제하고 각성가를 저각성, 중각성, 고각성으로 구분하였다. 또한 본 연구는 Choi 등(2010)과 같이 과제 수행에 앞서 정서를 유도한 후, 유발된 정서가 N-back 과제수행에 미치는 영향을 살펴보거나 기존의 다른 연구들과 같이 자극 자체에 정서가 부가된 자극을 사용하여 N번째 전 시행과 현재 시행의 정서가 일치여부를 판단하도록 하는(Bowling, 2015; Kensinger & Corkin, 2003) 대신에, 작업기억에 새로운 정보를 갱신하는 도중에 정서가 미치는 영향을 살펴보았다. 이를 위해 본 연구에서는 Dolcos와 McCarthy(2006) 그리고 Erk, Kleczka와 Walter(2007)의 연구에서 사용된 실험 패러다임을 변형하여 사용하였다. 선행 연구들에서는 정보를 작업기억에 일시적으로 유지하고 있는 단

계에 정서자극이 미치는 영향을 살펴보기 위해 기억해야 할 자극들과 이후 반응해야 할 탐침자극(probe) 사이에 정서적 방해자극을 제시하였다. 본 연구에서는 이들의 패러다임을 변형하여 자극을 작업기억 상에 유지하는 것뿐만 아니라 순차적으로 제시되는 자극을 갱신시키는 과정에 미치는 정서의 영향을 살펴보았다. 즉 본 연구에서는 N-back 과제의 목표 자극이 제시된 후 정서자극이 제시되고, 그 후 반응을 받도록 실험을 설계하였다(Figure 1). 만약 작업기억의 갱신 과정에 정서가 미치는 영향이 주로 정서가에 의한 것이라면 각성가를 통제했을 때도 정서에 의한 간섭효과가 관찰될 것이지만, 선행연구들에서 관찰된 부정 정서에 의한 간섭효과가 각성가의 영향에 의한 것이라면 정서가를 통제하고 각성가를 조작했을 때 각성가에 따라서 N-back 과제수행이 저하될 것이다.

방 법

참가자 영남대학교에 재학 중이며 심리학 강의를 수강하는 대학생을 대상으로 참가자를 모집하였다. 실험 참가자들은 모두 정상시력 혹은 교정 후 시력이 정상에 해당하는 대학생으로, 정서가 실험에는 54명, 각성가 실험에는 50명이 각각 참여하였다.

실험 도구 본 실험은 E-prime 2.0 프로그램을 사용하여 제작되었으며, IBM호환용 컴퓨터를 이용하여 진행되었다. 모든 자극은 17인치 LED모니터를 통해 검은색 바탕화면의 중앙에 제시되었으며, 참가자의 반응은 키보드로 수집되었다.

실험 재료 본 실험은 알파벳 자극을 이용한 2-back 과제를 사용하였다. 알파벳 자극은 B, C, D, F, G, J, K, P, R, S, X, Y로 총 12개의 자극이 사용되었다. 이때 알파벳을 한글로 소리 내어 읽었을 때 1음절이 되는 경우(B, C, D, G, P, R)와 2음절이 되는 경우(F, J, K, S, X, Y)를 모두 6개로 맞추어 음절수에 의한 영향을 통제하였다. 본 연구에서는 정서의 영향을 살펴보기 위한 자극으로 IAPS(International Affective Picture System) 자극을 사용하였다. IAPS 자극은 동물, 사람, 스포츠 등 정서를 나타낼 수 있는 다양한 범주로 구성된 사진자극으로(Lang, Bradley, & Cuthbert, 1999), 본 실험에서 사용된 자극은 Park과 Park(2009)이 한국인 대학생을 대상으로 IAPS 자극의 정서가 및 각성가를 평정한 평정치를 기준으로 선정되었다. 정서가에 따른 영향을 살펴보기 위한 실험에서는 각성가를 통제하고 긍정정서 자극 50장(정서가: 7.0, 각성가: 5.4), 중립정서 자극 50장(정서가: 5.0, 각성가: 5.4) 및 부정정서 자극 50장(정서가: 3.6, 각성가: 5.5)을 선정하였다. 각성가에 따른 영향을 살펴보기 위한 실험에서는 저각성 자극 50장(정서가: 5.4, 각성가: 3.8), 중각성 자극 50장(정서가: 5.0, 각성가: 5.3) 및 고각성 자극 50장(정서가: 5.6, 각성가: 6.6)이 선정되었다. 이 때 정서가와 각성가 실험에 동일한 사진자극이 중복될 수 있는 점을 방지하기 위해 참가자 간 설계를 사용하였으며, 한 실험에는 동일한 사진이 중복되지 않았다.

실험 절차 모든 참가자들은 실험 전 서면으로 제공되는 실험 참가 동의서에 서명한 후 실험에 참가하였다. 참가자들은 실험을 시작하기 전 실험 절차에 대한 설명을 들었으며,

사전에 연습시행을 실시하여 과제의 절차를 충분히 숙지한 후 본 시행을 시작하였다. 연습시행은 총 18시행으로 구성되어 있으며, 반응을 받지 않는 처음 두 시행을 제외하고 일치시행 6시행, 불일치시행 10시행으로 구성되었다. 연습시행에는 정반응 또는 오반응 여부를 나타내는 피드백이 주어졌으며, 본 시행에서는 피드백이 주어지지 않았다. 본 시행은 총 144시행으로, 정서가 실험에서는 정서가의 범주(긍정, 중립, 부정)에 따라 3개의 블록으로 구성되었고 각성가 실험에서는 각성가의 범주(저각성, 중각성, 고각성)에 따라 3개의 블록으로 구성되었다. 각 블록은 처음 두 시행을 제외하고 총 48시행으로, 일치시행 15시행(약 30%), 불일치시행 33시행(약 70%)으로 구성되었다. 12개의 알파벳 자극은 각 4번씩 제시되었다. 피험자들은 정서가, 각성가 실험 중 하나만을 수행하였다. 또한 각 실험에서 순서에 의한 영향을 상쇄시키기 위해 참가자 별로 블록의 순서를 역균형화 하였다.

Figure 1은 본 실험의 절차를 나타낸다. 각 시행은 응시점(“●”)이 1000ms 동안 제시된 후 시작되며 목표자극인 알파벳 문자가 500ms가 제시된 이후 IAPS 자극이 500ms 동안 제시되

었다(Bowling, 2015; Jeggi, Buschkuhi, Perrig, & Meier, 2010). 참가자들은 IAPS 자극이 사라진 후 현재 시행(n시행)에 제시된 알파벳이 2시행 전(n-2시행)에 제시된 알파벳과 동일한 경우 Yes 버튼(키보드의 Z버튼)을, 동일하지 않은 경우 No 버튼(키보드의 M버튼)을 최대한 빠르고 정확하게 눌러야 했다. 참가자들이 반응버튼을 누르고 나면 검은색 빈 화면이 짧게 제시(1000ms)된 후 다음 시행이 시작되었다.

결 과

정서가 실험에서는 정확률이 지나치게 낮은 참가자 2명(각 50%, 61%)은 불성실하게 반응한 것으로 판단하여 분석에서 제외하고 52명의 결과를 분석하였고, 각성가 실험에서는 50명의 결과를 분석하였다. Levens와 Godlib(2010)의 N-back 과제에서의 데이터 스크리닝 절차와 동일하게 정서가와 각성가 실험 모두 참가자의 반응시간을 기준으로 200ms 보다 빠르게 반응한 시행 및 2.5 표준편차보다 느리게 반응한 시행은 분석에서 제외한 후 변량분석과 대응표본 t검정을 실시하였다.

N-back 과제수행의 경우 반응시간의 차이는

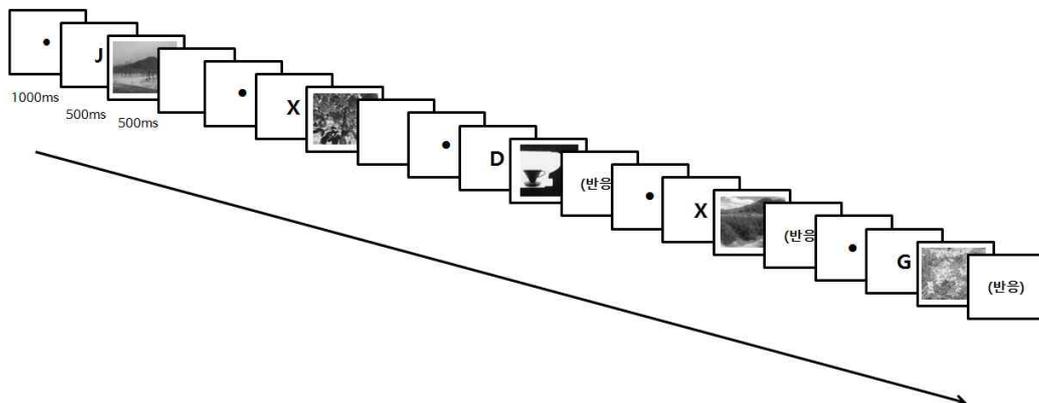


Figure 1. Schematic drawing of the experimental procedures.

주요한 요인이 아니므로 표시하지 않았으나 분석결과 두 실험 모두 조건 간 반응시간에 따른 차이는 없었다(all $p_s > .1$). 정확률에 따라 각 조건별 차이를 분석한 결과, 정서가를 조작한 실험에서는 정서가에 따른 유의한 주효과가 관찰되었다($F(2, 102) = 4.28, p < .05, \eta^2 = .08$). 사후검증을 위해 정서가 조건별로 대응표본 t 검정을 실시한 결과 긍정정서와 부정정서 간 유의미한 차이($t(51) = 2.57, p < .05$) 및 중립정서와 부정정서 간 유의미한 차이($t(51) = 2.31, p < .05$)가 관찰되었다. 그러나 긍정정서와 중립정서 간 차이는 나타나지 않았다($t(51) = 0.40, ns$). 즉 참가자들이 긍정정서 및 중립정서에 비해 부정정서 사진이 제시되는 블록에서 2-back 과제를 수행할 때 가장 낮은 정확률을 보였다. 각성가를 조작한 실험에서는 각성가 범주에 따른 효과가 관찰되지 않았다($F(2, 98) = 1.78, ns$). Table 1에 정서가 및 각성가 조건에 따른 N-back 과제수행의 정확률과 표준편차를 제시하였다.

논 의

본 연구의 목적은 N-back 과제를 이용해 작업기억에서 정보를 갱신하는 과정에 정서가와 각성가가 미치는 영향을 살펴보는 것이다. 이를 위해 첫 번째 실험에서는 정서사진 자극의 각성가를 고정하고 정서가를 긍정, 중립, 부정으로 조작하였으며 두 번째 실험에서는 정서가를 고정하고 각성가를 저각성, 중각성, 고각성으로 조작하였다. 그 결과 사진자극의 정서가가 부정일 경우 중립과 긍정인 경우보다 N-back 과제수행이 저하되었다. 반면 각성가 범주 간에는 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 작업기억에 정보를 유지하고

Table 1. Accuracies (standard deviations are in parenthesis).

Valence levels	Accuracy	Arousal levels	Accuracy
Positive	91.52 (7.0)	Low	90.41 (8.9)
Neutral	91.16 (7.3)	Middle	89.91 (9.2)
Negative	88.94 (8.0)	High	88.25 (10.7)

새로운 정보를 갱신해야 하는 과정에 정서가 영향을 미치는 이유가 각성가 보다는 정서가 때문일 것이라는 보여 준다.

과거 정서와 작업기억의 상호작용을 살펴 보았던 연구들은 단순히 작업기억 상에 정보를 유지하고 있을 때뿐만 아니라(Dolcos & McCarthy, 2005) 연속적으로 이어지는 정보를 갱신할 때도(Bowling, 2015; Kensinger & Corkin, 2003; Uher et al., 2013) 부정정서가 작업기억 과제에 간섭효과를 일으킨다는 결과를 보고하고 있으며 이는 부정정서 자극이 주의를 사로잡아, 인지적 과제에 할당해야 할 주의자원이 줄어들었기 때문이라고 설명하고 있다. 하지만 이러한 연구들에서는 부정정서 자극과 중립 자극 간 각성가의 차이를 고려하지 못하였다. 그러나 본 연구에서는 각성가 수치를 통제하더라도 부정정서가 인지과제 수행을 저하시킨다는 것을 보여주었다.

또한 본 연구에서는 긍정정서와 중립정서 간 차이는 나타나지 않았다. 부정정서의 경우 생존과 직접적 관련이 있으며 이에 걸맞는 구체적인 행동을 유발시킨다. 예를 들어 공포는 그 환경에서 회피하도록 하는 것과 같이 특정한 행동을 유발시킬 수 있으며 이로 인해 인간의 생존확률을 높일 수 있다(Levenson, 1994). 그러나 긍정정서는 생존과 비교적 직접적 관련이 없기 때문에 많은 주의를 필요로 하지

않으며, 특정한 행동을 유발하지 않는 경우가 많다(Fredricson & Levenson, 1998). 즉 긍정정서의 경우 인지적 과제에 필요한 주의를 비교적 덜 앗아가며, 따라서 N-back 과제의 수행에 큰 영향을 주지 않았던 것으로 보인다.

본 연구에서는 각성가에 따른 차이가 발견되지 않았다. 반면 Choi 등(2010)의 연구에서는 중각성 조건에서 n-back 과제의 수행이 가장 향상되어, 각성과 인지 간 관계를 설명하는 대표적 모형인 최적각성모형을 지지하는 결과를 보고하였다. 이는 본 연구와 Choi 등(2010)의 연구에서 각성이 유발된 단계가 달랐기 때문일 수도 있다. 즉 Choi 등(2010)은 사전에 사진자극을 약 2분 간 제시하여 각성 상태를 유발시킨 후 3-back 과제를 실시하고 그 사진이 유발시킨 각성의 정도를 측정한다. 반면 본 연구에서는 작업기억에 정보를 갱신하는 도중에 나타나는 각성의 영향을 살펴보기 위해 기억해야 할 알파벳 자극과 반응구간 사이에 사진자극을 제시하였다. 이러한 차이점은 과제 요구 혹은 정보처리의 유형 등 다양한 변인에 따라 각성의 영향이 달라질 수 있다는 제안(Storkbeck & Clore, 2008)을 고려해 보면 이해될 수 있다. 즉, Choi 등(2010)의 결과와 같이 사전에 유발된 정서적 상태(state)에 따른 각성은 과제 수행에 중요한 영향을 미치지만 정보의 갱신단계에서 방해자극으로 제시되는 자극의 각성가는 과제 수행에 영향을 미치지 않을 수 있다. 따라서 다양한 자극제시 방법을 통해 정서를 유발시키거나 혹은 부호화 혹은 갱신 등 각각의 단계에 미치는 정서의 영향에 대한 별도의 연구가 이루어질 필요성이 제기된다.

본 연구에서는 정서가 실험의 경우 정서가를 긍정, 중립, 부정으로 조작하고 각성가는

모두 중각성으로 고정시켰으며 각성가 실험의 경우 각성가를 저, 중, 고로 조작하고 정서가는 모두 중립으로 고정시켰다. 그러나 우리가 실제 상황에서 마주치게 되는 정서자극들은 다양한 각성가를 가지고 있는 경우가 많으며, 동일한 정서가 범주 내에서도 각성가 수치에 따라 인지과제에 미치는 영향이 상이할 수 있다(Kensinger & Corkin, 2004; Kunbandner & Zehetleitner, 2011). 따라서 추후에는 부정정서 내에서 고각성, 중각성, 저각성으로 분류하거나 긍정정서 내에서 고각성, 중각성, 저각성으로 분류한 후 각 정서가 작업기억 과제에 미치는 영향을 살펴보는 방식으로 정서가와 각성가의 독립적인 영향을 살펴볼 필요성도 있다.

Reference

- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of communication disorders, 36*, 189-208.
- Bowling, A. J. (2015). *Emotional Interference: The Impact of Task-relevant Emotional Stimuli on Cognitive Performance* (Doctoral dissertation). University of Dayton, Ohio.
- Choi, M. H., Lee, S. J., Yang, J. W., Kim, J. H., Choi, J. S., Park, J. Y., Jun, J. H., Tack, G. R., Lim, D. W., & Chung, S. C. (2010). Changes in Cognitive Performance due to Three Types of Emotional Tension. *International Journal of Bio-Science and Bio-Technology, 2*, 23-28.
- Demant, J., Liefoghe, B., & Verbruggen, F. (2011). Valence, arousal, and cognitive control: a voluntary task-switching study. *Frontiers in Psychology, 2*, 336.

- Dolcos, F., & McCarthy, G. (2006). Brain Systems Mediating Cognitive Interference by Emotional Distraction. *The Journal of Neuroscience, 26*, 2072-2079.
- Erk, S., Kleczar, A., & Walter, H. (2007). Valence-specific regulation effects in a working memory task with emotional context. *Neuroimage, 37*, 623-632.
- Fredrickson, B. L., & Levenson, R. W. (1998). Positive Emotions Speed Recovery from the Cardiovascular Sequelae of Negative Emotions. *Cognition and Emotion, 12*, 191-220.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory, 18*, 394-412.
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2003). Effect of negative emotional content on working memory and long-term memory. *Emotion, 3*, 378.
- Kensinger, E. A., & Corkin, S. (2004). Two routes to emotional memory: Distinct neural processes for valence and arousal. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 101*, 3310-3315.
- Kuhbandner, C., & Zehetleitner, M. (2011). Dissociable effects of valence and arousal in adaptive executive control. *PLoS One, 6*.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1999). *International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective ratings* (Technical report C-1). Gainesville, FL: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- Levens, S. M., & Gotlib, I. H. (2010). Updating positive and negative stimuli in working memory in depression. *Journal of Experimental Psychology: General, 139*, 654.
- Levenson, R. W. (1994). Human emotion: A functional view. *The Nature of Emotion: Fundamental Questions, 1*, 123-126.
- Li, X., Ouyang, Z., & Luo, Y. J. (2012). The Cognitive Load Affects the Interaction Pattern of Emotion and Working Memory. *International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence, 6*, 68-81.
- Meegan, D. V., Purc-Stephenson, R., Honsberger, M. J., & Topan, M. (2004). Task analysis complements neuroimaging: an example from working memory research. *Neuroimage, 21*, 1026-1036.
- Park, T. J., Park, S. H. (2009). Emotional Evaluation about IAPS in Korean University Students. *Korean Journal of Cognitive Science, 20*, 183-195.
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience, 9*, 148-158.
- Storbeck, J., & Clore, G. L. (2008). Affective Arousal as Information: How Affective Arousal Influences Judgments, Learning, and Memory. *Social and Personality Psychology Compass, 2*, 1824-1843.
- Uher, R., Brooks, S. J., Bartholdy, S., Tchanturia, K., & Campbell, I. C. (2014). Increasing Cognitive Load Reduces Interference from Masked Appetitive and Aversive but Not Neutral Stimuli. *PLoS One, 9*.

1 차원고접수 : 2016. 12. 09
수정원고접수 : 2017. 01. 30
최종게재결정 : 2017. 01. 31