

# A meta-analysis of relation between creative thinking and executive functions: Effects of the executive function type and stimulus modality\*

Jiyun Hong<sup>1</sup>, Chobok Kim<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Department of Psychology, Kyungpook National University

Creative thinking is defined as a mental process that involves novel and useful idea generation. Executive functions (EF's), a set of goal-directed cognitive functions, can play an important role in creative thinking. However, previous findings reported conflicting results regarding the relation between creative thinking and EF's. In this meta-analysis study, we aimed to identify moderator effects of the EF types and/or congruency between stimulus modalities used in creative thinking and EF tasks, by analyzing 232 effects from 28 research papers. For this purpose, each EF task used in the previous studies was subdivided into 'semantic' and 'domain-general'. Additionally, the stimulus modalities used in the creative thinking and EF tasks were divided into 'verb', 'non-verb', and 'multi-modal', and were classified as 'same' or 'different' according to the congruency between the tasks. The results showed that the effect sizes for creative thinking were greater in the semantic EF compared to domain-general EF, and those of the same modality were greater than different modality. In conclusion, it appears to be necessary to consider the type of EF and the stimulus modality of tasks for the relation between creative thinking and EF's.

**Keywords:** Creative thinking, Semantic executive function, Domain-general executive function, Stimulus modality

1차원고접수 22.03.15; 수정본접수: 22.06.30; 최종게재결정 22.07.13

창의적 사고(creative thinking)는 기존의 방식과 다르게 연합된 요소들을 바탕으로, 새롭고 유용한 아이디어를 생성하는 심적 과정으로 정의된다(Mednick, 1962). 예를 들어, “의자”라는 물건은 무언가를 지탱하고 받친다는 것과 강하게 연관되기 때문에, 실제로 “앉는 도구”로 사용되는 것이 일반적이다. 반면, 의자의 속성이 다른 목적(예, 어떤 것을 부수거나 때림)과 연합될 경우, 일반적인 의자의 용도와 비교하여 새로운 뿐만 아니라 상황에 따라 유용한 용도(예, 망치가 없는 상황에서 못을 박기 위하여 사용)를 떠올릴 수 있다. 따라서, 창의적 사고 과정에서는 강하게 연합된 요소들이 아닌, 보다 약한 관련성을 가지는 요소들이 핵심적인 역할을 한다(Hass, 2017; Yi et al., 2022).

창의적 사고에 필요한 개념의 인출은 지식 및 개념의 저장 체계인 의미기억(semantic memory) 내에서 연관 개념들의 활성화 과정과 밀접한 관련이 있다. 일단 어떤 개념이 활성화되면 의미적으로 연합된 또 다른 개념들이 활성화되기 시작하는데, 이러한 활성화는 개념 간의 연합 강도와 의미적 거리에 따라 점진적으로 확산되는 것으로 알려져 있다(Anderson, 1983; Collins & Loftus, 1975). 이러한 과정을 통해, 활성화된 개념 범위가 확대될수록 의미적 거리가 먼 요소들이 더 빠르게 연결될 수 있다. 창의적 사고가 요구되는 문제 상황에 대입해보면, 주어진 문제와 강하게 관련된 개념들부터 활성화되기 시작하여 약하게 관련된 개념까지 점진적으로 활성화 범위가 확대되면서, 결과적으로 창의적 사

\* 이 논문은 2019학년도 경북대학교 국립대학육성사업 지원비에 의하여 연구되었음.

† 교신저자: 김초복, 경북대학교 심리학과, (41566) 대구광역시 북구 대학로 80, E-mail: ckim@knu.ac.kr

고가 나타날 수 있다. 이는 창의적 사고를 잘 하는 사람들이 더 유연한 의미망을 가지고 있고, 이로 인해 원거리 개념이 더 효율적으로 인출될 수 있다는 선행 연구 결과를 통해서도 확인할 수 있다(Benedek et al., 2017; Kenett, Anaki, & Faust, 2014; Kenett et al., 2016).

한편, 많은 선행 연구들은 집행기능(executive functions)에 의한 통제 시스템이 창의적 사고에 핵심적인 역할을 한다는 것을 확인하였다(Benedek et al., 2020; Lee & Therriault, 2013; Volle, 2018). 여기서, 집행기능은 목표를 달성하기 위해 사고 및 행동의 조절에 관여하는 통제적인 인지 기능들의 집합으로 정의되며, 억제(inhibition), 작업기억(working memory), 전환(shifting), 그리고 장기기억 인출(broad retrieval)과 같은 다차원적 요인들로 구성된다(Friedman & Miyake, 2017). 창의적 사고에 필요한 개념, 즉 의미적으로 약하게 관련된 개념이 목표에 맞게 활성화되기 위해서는 이러한 집행기능이 중요하다. 예컨대, 전형적인 연합에 의해 인출될 수 있는 개념을 억제하거나(Benedek & Neubauer, 2013), 새로운 형태로 연합될 수 있는 개념을 의도적으로 탐색하는 과정이 필요할 수 있다(Benedek et al., 2020). 특히, 개념의 의미 정보를 통제적으로 처리하는 장기기억 인출 기능은 창의적 사고와 밀접하게 관련되는 것으로 보이는데, 이는 장기기억 인출이 필요한 언어 유창성 과제와 창의적 사고 과제 수행 간 정적 상관을 보고한 이전 연구들을 바탕으로 추론할 수 있다(Benedek et al., 2020; Benedek et al., 2017; Silvia, Beaty, & Nusbaum, 2013).

반면, 집행기능과 창의적 사고 간 부적 관계가 나타나거나 어떠한 관련성도 없다는 주장 또한 제기되고 있다(Radel, Davranche, Fournier, & Dietrich, 2015; Volle, 2018; Weiss et al., 2020). 예를 들어, Radel 등(Radel et al., 2015)의 연구에서는 억제 부하가 작은 조건보다 큰 조건에서 창의적 사고 과제의 점수가 더 높다는 것을 확인하여, 창의적 사고와 저하된 억제 기능 간 정적 관계의 가능성을 제안하였다. 또한, Weiss 등(Weiss et al., 2020)의 연구에서는 여러 창의적 사고 과제의 수행 측정치와 장기기억 인출 능력 간에 높은 정적 상관이 나타난 반면, 작업기억 용량에 대한 관계는 대부분 유의하지 않았다. 이처럼 상이한 연구 결과들에 따르면, 집행기능의 유형에 따라 창의적 사고와의 관련성이 서로 다르게 나타날 수 있다. 따라서, 창의적 사고와 집행기능 간 관계를 구체적으로 확인하기 위해서는 세부적인 집행기능 유형을 고려하는 것이 중요한 것으로 보인다.

이를 위하여 우선적으로 집행기능의 유형을 구분할 필요가 있다. 먼저, 일반적인 관점에서 정의하는 집행기능 유형

(multiple-demand 또는 domain-general control)은 과제의 영역(예, 지각, 의미, 운동 등)과 관계없이 목표지향적으로 행동하도록 하는 통제 기능을 일컫는다(Duncan, 2010). 한편, 창의적 사고에 새로운 의미 연합이 필요하다는 점을 고려하면, 일반적 유형보다는 의미적 유형(semantic control)의 집행기능이 중요한 역할을 할 수 있다. 의미적 유형의 집행기능은 의미기억 표상에 접근하여 목표와 관련된 개념을 유연하게 사용하도록 하는 통제 기능이며(Gao et al., 2021; Jackson, 2021), 그 과정에서 의미가 있는 개념을 인출하는 과정에 특수하게 관여한다는 점에서 영역 일반적 유형과 명확하게 구별된다. 이러한 정의에 따르면, 의미적 유형의 집행기능은 약하게 부호화된 개념이나 자주 사용하지 않는 의미의 개념이라도 목표에 맞게 활성화시키는데 기여할 수 있다(Jefferies, Thompson, Cornelissen, & Smallwood, 2020). 이를 고려할 때, 영역 일반적 유형보다 의미적 유형이 창의적 사고와 더 밀접한 관련성을 보일 가능성이 있다.

한편, 창의적 사고와 집행기능 간 관계를 구체적으로 살펴보기 위해서는 기능적 유형과 더불어 측정 도구에서 사용된 자극의 특성도 동시에 고려하는 것이 필요하다. 자극 양식의 영향을 설명하는 다양한 연구 결과에 따르면, 서로 다른 변인을 측정하는 과제들 간에 시각, 공간 및 언어와 같은 자극 양식이 일치할 때, 그렇지 않은 경우보다 변인 간 관련성이 더 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 예를 들어, Palmiero 등(Palmiero et al., 2010)의 연구에서는 시각 및 언어 평가 과제와 창의적 사고 과제 간 자극 양식이 일치할 때 두 변인 간 높은 상관을 보였고, 이는 후속 연구에서도 유사하게 나타났다(Palmiero et al., 2015). 또한, 작업기억 훈련의 효과를 메타분석한 연구에서는 훈련 프로그램과 측정 도구 간 자극 양식의 일치 여부에 따라 훈련의 효과가 다르게 나타나는 것을 확인했다(서희영 & 김초복, 2014). 따라서, 창의적 사고와 집행기능의 관계에서도 자극 양식의 일치 여부가 영향을 미칠 수 있다. 즉, 다른 연구들과 마찬가지로 창의적 사고와 집행기능 과제 간 자극 양식이 서로 일치할 때 더 높은 관련성을 보일 가능성이 있다.

이러한 필요성을 바탕으로, 본 연구는 창의적 사고와 집행기능 간 관계가 집행기능의 유형, 또는 과제 간 자극 양식의 일치 여부에 의해 영향을 받는지를 메타분석을 통해 확인하고자 하였다. 이를 위해 창의적 사고 과제와 집행기능 과제를 모두 포함한 연구를 대상으로 자료를 수집하였다. 이때, 창의적 사고를 측정하는 과제의 경우에는 확산적 사고 과제로 범위를 한정하였다. 확산적 사고(divergent thinking)는 기존의 방식과 다르게 조합된 정보를 바탕으로 다양한 해결책

을 생성하는 능력으로 정의되며(Cropley, 2006), 정답이 없는 문제에 대해 참신하고 적절한 해결책을 생성하는데 기여하는 것으로 알려져 있다(Moore et al., 2009; Runco, 2008). 이에 따르면, 확산적 사고 과제는 본 연구에서 살펴보고자 하는 창의적 사고의 특성을 가장 적절하게 평가하는 도구이기 때문에 확산적 사고 과제를 사용한 경우로 한정하여 연구 결과를 확인해 볼 필요가 있으며, 이를 통해 메타분석 과정에서 측정 방식의 다양성으로 인한 변산을 최소화할 수 있다. 또한, 각 연구에서 측정한 집행기능이 영역 일반적 유형인지 의미적 유형인지에 따라 세부적으로 구분하였다. 마지막으로, 두 과제 간 자극 양식의 일치 여부를 구분하기 위하여 과제별 측정치를 언어, 비언어, 또는 중다양식으로 세분화한 후에 자극 양식의 일치 여부를 분류하였다. 이와 같이 주요 변인의 하위 영역이 분류된 자료들에 대하여 메타분석을 실시하였으며, 창의적 사고와 집행기능 간 관계의 효과크기는 영역 일반적 유형보다 의미적 유형에 대해 크게 나타나고, 과제 간 자극 양식이 일치하지 않을 때보다 일치하는 경우에 더 클 것이라고 예상하였다.

## 방 법

### 문헌 수집 및 선별

메타분석에 포함될 자료를 수집하기 위하여, 온라인 학술 데이터베이스인 PubMed, Web of Science, ScienceDirect, 그리고 Google Scholar에서 창의적 사고에 대한 키워드와 집

행기능 관련 키워드를 서로 조합하여 검색하였다. 이때, 창의적 사고의 경우 ‘creativity’, ‘creative thinking’, ‘divergent thinking’을 키워드로 사용하였고, 집행기능과 관련된 키워드는 ‘cognitive control’, ‘executive function’, ‘inhibition’, ‘inhibitory control’, ‘working memory’, ‘updating’, ‘broad retrieval’, ‘semantic retrieval’을 사용하였다. 연령 범위는 젊은 성인을 대상으로 하였고, 심리학 관련 분야의 학술지에서 2008년에서 2021년 사이에 출판된 자료를 수집하였으며, 확산적 사고 과제와 집행기능 과제를 모두 사용한 연구논문만을 포함하였다. 만약, 문헌에서 ‘확산적 사고 과제’라는 명칭이 직접 언급되지 않은 경우에는 과제에서 평가하는 내용 및 항목을 바탕으로 판단하였다. 이렇게 추출된 연구 중에서, 개별 집행기능 측정치를 사용하지 않거나, 창의적 사고 측정을 위하여 확산적 사고 과제와 여러 과제를 함께 사용하여 평균값을 제시한 연구, 기술통계치나 효과크기 둘 중 하나라도 명시하지 않은 연구를 제외하여 최종적으로 28편을 대상 논문으로 선정하였다. 문헌 수집 및 선별 과정은 Figure 1의 흐름도로 제시하였으며, 본 연구에 포함된 문헌 목록과 세부 내용은 Table 1과 같다.

### 자료 분류

총 28편의 연구에서 창의적 사고와 집행기능 간 관계를 설명하는 232개의 통계치 자료를 집행기능 유형과 자극 양식의 일치 여부에 따라 하위 영역을 분류 및 입력하였다. 우선, 각 연구에서 사용된 집행기능 과제에 대하여, 자극(예,

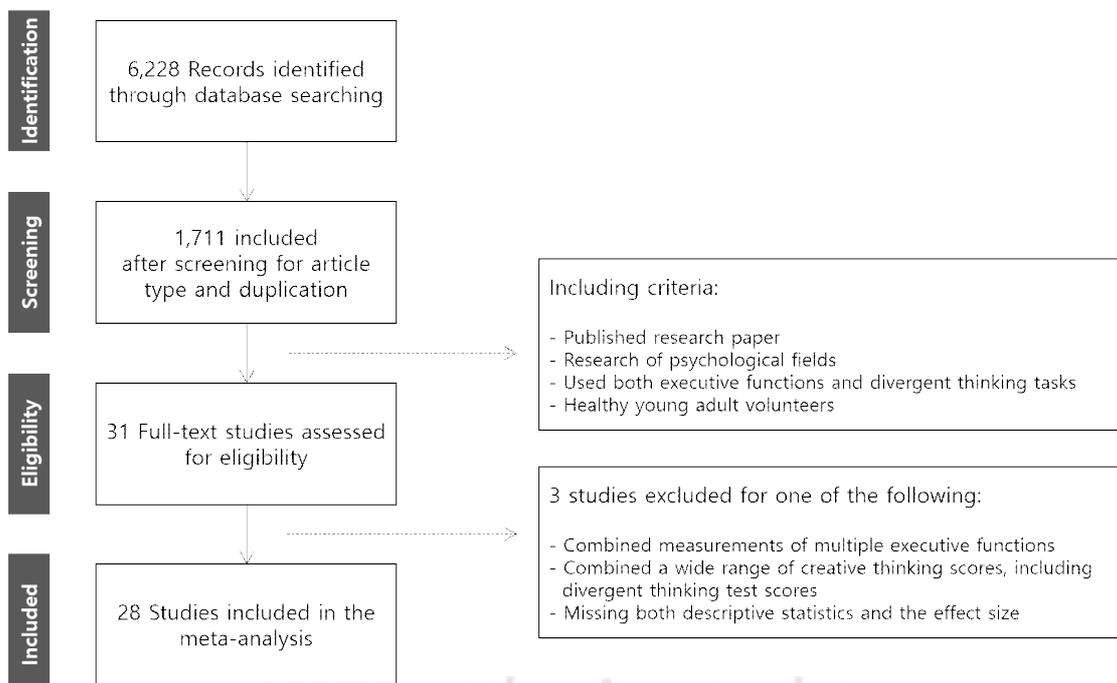


Figure 1. A flow diagram of literature selection for the meta-analysis

**Table 1.** A descriptive summary of studies included in the meta-analysis

Author (year)	Sample size	Creative thinking		Executive functions		Executive function type	Modality congruency
		Task	Modality	Task	Modality		
Beaty et al. (2014)	147	AUT	Verbal	Fluency	Verbal	Semantic	Same
Benedek, Franz, et al. (2012)	104	Divergent thinking test	Verbal, Non-verbal	Mittenecker pointing	Non-verbal	Domain-general	Same
Benedek et al. (2014)	230	AUT, Instance	Verbal	Stroop 2-Back	Verbal Non-verbal	Domain-general	Same/Different
Benedek et al. (2020)	102	AUT	Verbal	Fluency, Association	Verbal	Semantic	Same
Benedek et al. (2017)	89	AUT	Verbal	Fluency	Verbal	Semantic	Same
Benedek, Könen, et al. (2012)	150	AUT	Verbal	Fluency	Verbal	Semantic	Same
Camarda et al. (2018) -Study 1	75	Egg task	Verbal	Stroop	Verbal	Domain-general	Same
Camarda et al. (2018) -Study 2	78	Egg task	Verbal	Dot memory	Non-verbal	Domain-general	Different
Cheng et al. (2016)	70	Creative problem finding	Verbal	Mittenecker pointing	Non-verbal	Domain-general	Different
De Dreu et al. (2012) -Study 4	60	Brainstorm task	Verbal	Operation span	Verbal	Domain-general	Different
Edl et al. (2014)	61	Verbal idea generation TTCT	Verbal Non-verbal	Stroop	Verbal	Domain-general	Same/Different
Hass (2015) -Study 1	55	AUT	Verbal	Fluency	Verbal	Semantic	Same
Hass (2015) -Study 2	76	AUT, Instance	Verbal	Fluency	Verbal	Semantic	Same
He et al. (2021)	188	TTCT	Verbal	Association Fluency	Verbal, Non-verbal Verbal	Semantic	Same/Different
Lee et al. (2014)	413	Unusual uses ATTA	Verbal Verbal, Non-verbal, Multi	Symmetry span Backward digit span	Non-verbal Verbal	Domain-general	Same/Different
Lee & Therriault (2013)	265	Unusual uses ATTA	Verb Verb, Non-verbal, Multi	Fluency	Verbal, Non-verbal, Multi	Semantic	Same/Different
		Unusual uses ATTA	Verbal Verbal, Non-verbal, Multi	Symmetry span Backward digit span	Non-verbal Verbal	Domain-general	Same/Different
Lu et al. (2021) -Study 1	107	TTCT	Verbal, Non-verbal	Recall task Dot matrix, Corsi block	Verbal Non-verbal	Domain-general	Same/Different
Lu et al. (2021) -Study 2a	68	TTCT	Verbal, Non-verbal	Tapping task	Non-verbal	Domain-general	Same/Different
Lu et al. (2021) -Study 2b	64	TTCT	Verbal, Non-verbal	Articulatory suppression	Verbal	Domain-general	Same/Different

**Table 1.** A descriptive summary of studies included in the meta-analysis (continued)

Author (year)	Sample size	Creative thinking		Executive functions		Executive function type	Modality congruency
		Task	Modality	Task	Modality		
Marron et al. (2018)	35	AUT	Verbal	Association	Verbal	Semantic	Same
Marron et al. (2020)	27	AUT	Verbal	Association	Verbal	Semantic	Same
Menashe et al. (2020)	95	AUT Pattern meaning	Verbal Non-verbal	Digit span	Verbal	Domain-general	Same/Different
Radel et al. (2015) -Study a	25	AUT	Verbal	Flanker	Non-verbal	Domain-general	Different
Radel et al. (2015) -Study b	22	AUT	Verbal	Simon	Non-verbal	Domain-general	Different
Silvia (2008)	226	Unusual uses	Verbal	Fluency	Verbal	Semantic	Same
Silvia et al. (2013)	131	Unusual uses	Verbal	Fluency	Verbal	Semantic	Same
Tidikis & Ash (2018)	240	Unusual uses, Consequences	Verbal	Stroop	Verbal	Domain-general	Same
Vitrano et al. (2021)	54	AUT	Verbal	Association, Fluency	Verbal	Semantic	Same
Weiss et al. (2020) -Study 1	145	Verbal creativity	Verbal	Fluency	Verbal, Non-verbal	Semantic	Same/Different
		Figural creativity	Non-verbal				
Weiss et al. (2020) -Study 2	281	Verbal creativity	Verbal	Recall 1-back	Verbal, Non-verbal	Domain-general	Same/Different
		Figural creativity	Non-verbal				
Xuejun & Haijuan (2018)	60	Verbal creativity	Verbal	Fluency	Verbal, Non-verbal	Semantic	Same/Different
		Figural creativity	Non-verbal				
Zabelina et al. (2019)	47	Verbal creativity	Verbal	Recall 1-back	Verbal, Non-verbal	Domain-general	Same/Different
		Figural creativity	Non-verbal				
Xuejun & Haijuan (2018)	60	TTCT	Multi	Stroop	Verbal	Domain-general	Same
Zabelina et al. (2019)	47	ATTA	Multi	Antisaccade, Stroop, Keep track, Letter memory	Multi	Domain-general	Same
Zabelina & Robinson (2010)	50	ATTA	Multi	Stroop	Verbal	Domain-general	Same
Zabelina et al. (2012)	102	ATTA	Multi	Number generation	Verbal	Domain-general	Same

Note. AUT=Alternate Uses Test; ATTA=Abbreviated Torrance Test for Adults; TTCT=Torrance Tests for Creative Thinking.

단어)과 관련된 개념적 의미 처리가 필요한 과제는 의미적 유형으로, 그렇지 않은 과제는 영역 일반적 유형으로 세분화하였다. 의미적 유형의 과제에는 통제된 장기기억 인출을 평가하기 위하여 일반적으로 사용되는 유창성 과제(fluency task), 또는 연합 과제(association task)가 포함되었다. 영역 일반적 유형의 과제에는 억제와 작업기억을 측정하는 과제만 포함되었는데, 다른 집행기능 과제의 경우 분석할 데이터가 충분하지 않음으로 인하여 통합 측정치에 대한 혼입 가능성을 배제하기 위해 제외하였기 때문이다.

다음으로, 자극 양식의 일치 여부를 정의하기 위하여 집행

기능 과제의 측정치와 확산적 사고 과제의 측정치를 언어, 비언어, 중다양식 중 하나의 양식으로 분류하고, 두 변인 간 관계를 나타내는 통계치에 대하여 자극 양식의 일치 여부를 결정하였다(“일치함” 또는 “불일치함”). 이때, 문자 또는 숫자 자극을 사용한 측정치의 경우 언어 양식으로, 시각, 공간, 또는 운동 처리를 기반으로 한 측정치의 경우 비언어 양식으로 분류하였다. 언어 자극과 비언어 자극을 모두 사용한 과제의 측정치는 중다양식으로 정의되었는데, 이러한 측정치가 집행기능 과제 또는 확산적 사고 과제에 포함되는 경우에는 과제 간 자극 양식이 일부 중첩되므로 “일치함”으

로 분류하였다.

**효과크기 산출**

창의적 사고와 집행기능 간 적률상관계수(Pearson's  $r$ )에 기반하여 평균 효과크기를 산출하였다. 우선, 두 변인 간 관계에 대한 통계치(Cohen's  $d$ , partial  $\eta^2(\eta_p^2)$ ,  $\beta$ , Pearson's  $r$ )를 수집 후, 상관계수를 제외한 나머지 통계치는 아래 공식에 따라 변환하였다.

Cohen's  $d$  :

$$r = \frac{d}{\sqrt{d^2 + a}}$$

( $n_1 = n_2$ 이면  $a = 4$ )

$\eta_p^2$  :

$$\textcircled{1} f = \sqrt{\frac{\eta_p^2}{1 - \eta_p^2}} \quad \textcircled{2} d = 2 * f \quad \textcircled{3} r = \frac{d}{\sqrt{d^2 + a}}$$

$\beta$  :

$$r = \beta + .05\lambda$$

( $\beta \geq 0$ 이면  $\lambda = 1$ ,  $\beta < 0$ 이면  $\lambda = 0$ )

이렇게 수집 또는 계산된 상관계수는 분산 값의 정규 분포를 위해 표준화된 값(Fisher's  $z$ )로 변환되었으며, 이에 대한 분산( $V_z$ ) 및 표준오차( $SE_z$ )는 아래와 같이 계산되었다.

$$z = 0.5 \times \ln\left(\frac{1+r}{1-r}\right)$$

$$V_z = \frac{1}{n-3}$$

$$SE_z = \sqrt{V_z}$$

Fisher's  $z$ 로 추정된 평균 효과크기는 해석의 용이성을 위하여 기존의 상관계수  $r$ 로 전환 후 보고되었으며, 공식은 아래와 같다.

$$r = \frac{e^{2z} - 1}{e^{2z} + 1}$$

이때, 각 연구의 표본, 과제 및 절차의 다양성으로 인한 연구 간 이질성을 가정하여, 표본 크기에 따라 가중치가 부

여되는 무선효과모형(random effect model)을 적용하였다. 이를 위한 가중치 공식( $W_i$ )과 가중된 평균 추정치( $M$ )는 다음과 같다.

$$W_i = \frac{1}{v_z}$$

$$M = \frac{\sum(W \times ES)}{\sum W}$$

( $ES$  : 효과크기)

평균 효과크기 추정치를 해석하기 위하여 Cohen(1992)의 지침이 널리 사용되고 있지만, 이러한 지침의 기준이 정량적 데이터를 바탕으로 정립된 것이 아니며 지나치게 엄격하다는 비판이 제기되고 있다(Gignac & Szodorai, 2016; Hemphill, 2003). 이에, 본 연구는 여러 문헌에서 실제로 보고되었던 상관계수들을 통합적으로 분석하여 보완한 지침(Gignac & Szodorai, 2016)을 바탕으로,  $r=0.1$ 은 작은 수준,  $r=0.2$ 는 중간 수준,  $r=0.3$  이상은 큰 효과크기로 해석하였다.

**통계적 분석 절차**

통계 소프트웨어 프로그램인 R(version 3.3.3)의 메타분석 패키지를 사용하였다. 우선, 분석에 포함된 표본 자료들의 출판 편향(publication bias)에 대한 가능성 및 심각성을 검토함으로써 연구 결과의 타당성을 확보하고자 하였다. 이를 위하여, 각 연구의 효과크기와 표준오차 간 관계를 보여주는 깔때기 차트(funnel plot)를 통하여 효과크기가 대칭적으로 분포되어 있는지 확인하였다. 또한, 출판 편향성을 통계적으로 검증하기 위한 Egger's regression test(Egger, Smith, Schneider, & Minder, 1997), 그리고 출판 편향의 심각성을 확인하기 위한 Trim-and-fill test(Duval & Tweedie, 2000)를 실시하였다. Trim-and-fill test의 경우, 평균 추정치의 변화량이 10% 미만일 때 출판 편향으로 인한 오류가 심각하지 않은 것으로 본다(Sutton et al., 2000).

다음으로, 모든 연구에 대한 평균 효과크기를 추정하고 연구 간 실제 분산 비율을 나타내는  $I^2(\%)$ 를 통해 평균 효과크기에 대한 이질성을 확인하였다. 이때,  $I^2$ 이 75% 이상이면 이질성이 크다는 것을 의미하고, 50%는 중간 정도이며, 25% 이하는 이질성이 작다고 해석한다(Higgins, Thompson, Deeks, & Altman, 2003). 마지막으로, 창의적 사고와 집행기능 간 관계에 영향을 미칠 것으로 예상되는 집행기능 유형과 자극 양식의 일치 여부 변인을 조절 모형에 추가하여, 각

조절 변인의 하위 영역에 대한 평균 효과크기 및 이질성 계수를 추정하였다. 추가적으로, 집행기능 유형의 경우에는 영역 일반적인 억제와 작업기억 간 차이를 사후적으로 검증하였다.

### 결 과

먼저, 메타분석에 포함된 전체 연구 자료에 대한 출판 편향 가능성과 심각성을 검토하기 위한 분석을 우선적으로 실시하였다. 전체 표본들이 대칭 분포를 이루고 있는지 깔때기 차트로 확인한 결과, Figure 2와 같이 대부분 깔때기 내부의 상단 양측에 위치하고 있으나 깔때기 외부는 좌측보다 우측에 더 많이 분포해 있었다. 즉, 출판 편향 가능성을 시각적으로 확인하였다. 이를 객관적으로 검증하기 위한 Egger's regression test 결과에서 절편검증 값이  $1.88(t(230)=4.83, p<.01)$ 로 나타나, 출판 편향성이 통계적으로 유의하다는 것을 알 수 있었다. 그러나 Trim-and-fill test 결과, 전체 표본의 비대칭성을 교정하기 위한 53개의 표본을 추가하여 평균 추정치를 보정하였을 때  $.11(95\% \text{ CI: } .09 - .13)$ 로 나타났는데, 이는 보정 전 추정치(.18)와 비교하면 변화량이 10% 미만이므로 출판 편향성의 정도가 심각한 편은 아닌 것으로 판단할 수 있다.

다음으로, 모든 연구들의 효과크기에 대한 평균 추정치와 이질성 계수를 확인한 결과, 평균 효과크기는 .18로 작은 수준을 보였으며 이질성은 높게 나타났다( $I^2=75.4\%$ ,  $Q(231)=$

$939.76, p<.01$ ). 이를 바탕으로, 연구들 간 효과크기의 차이를 설명할 수 있는 잠재적인 조절 변인의 영향을 확인하기 위하여, 집행기능 유형과 자극 양식의 일치 여부를 주요 변인으로 하여 각 변인에 대한 조절 효과를 메타분석적으로 검증하였다(Table 2). 첫째, 집행기능 유형에 대한 평균 추정치의 경우에는 의미적 유형과 영역 일반적 유형 간 통계적으로 유의미한 차이가 있었다( $p<.01$ ). 각 하위 영역을 살펴보면, 의미적 유형에 따른 평균 추정치는 중간 수준인 .26이었으며 이질성은 높게 나타났다( $I^2=76.5\%$ ,  $Q(101)=429.88, p<.01$ ). 반면, 영역 일반적 유형은 .11의 평균 추정치로 작은 수준을 보였고, 중간 정도의 이질성이 나타났다( $I^2=53.1\%$ ,  $Q(129)=274.80, p<.01$ ). 추가적으로, 영역 일반적 유형을 세부적으로 구분하였을 때, 억제에 대한 평균 효과크기는 .15, 작업기억에 대한 평균 효과크기는 .09로 모두 작은 수준을 보였으며, 두 변인 간 추정치 차이는 유의미하였다( $p<.05$ ).

둘째, 자극 양식의 일치 여부에 따른 조절 효과 검증 결과, 자극 양식이 일치하는 경우와 불일치하는 경우 간 차이는 통계적으로 유의미하였다( $p<.01$ ). 구체적으로, 자극 양식이 일치할 때는 .20로 중간 정도의 효과크기를 보이고 이질성 계수가 크게 나타났다( $I^2=79.0\%$ ,  $Q(170)=808.23, p<.01$ ). 반면에, 자극 양식이 불일치할 때는 평균 효과크기 추정치가 .12로 나타나 작은 수준의 효과크기를 보였으며, 이질성 계수는 중간 정도의 크기로 나타났다( $I^2=49.8\%$ ,  $Q(60)=119.48, p<.01$ ).

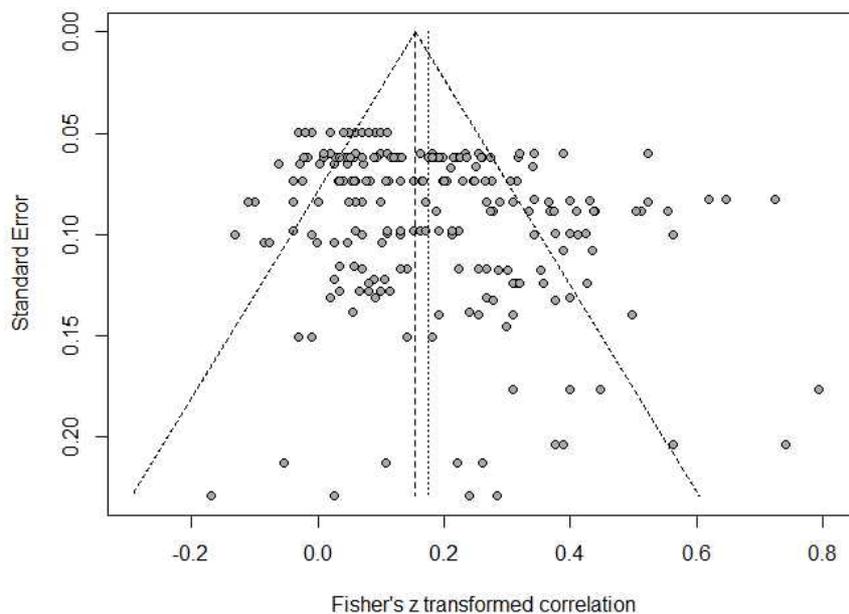


Figure 2. A funnel plot for identifying publication bias

**Table 2.** Meta-analysis of moderators on relation between creative thinking and executive functions

Moderator	Category	K	Q	I <sup>2</sup>	ES	95% CI
Executive function type	Semantic	102	429.88	76.5	.26	.23 - .28
	Domain-general	130	274.80	53.1	.11	.08 - .13
Stimulus modality	Same	171	808.23	79.0	.20	.18 - .22
	Different	61	119.48	49.8	.12	.08 - .16
Total		232	939.76	75.4	.18	.16 - .20

Note. K=number of effect sizes; Q=statistic of test for homogeneity in effect sizes; I<sup>2</sup>=statistic of test for heterogeneity in effect sizes(%); ES=effect size; CI=confidence interval.

## 논 의

본 연구는 창의적 사고와 집행기능 간 관계에 대한 선행 연구 결과들을 메타분석하여, 집행기능 유형과 자극 양식의 일치 여부가 조절 변인으로서 효과크기에 영향을 미치는지 확인하고자 하였다. 이를 위하여, 각 연구에서 사용한 집행기능 과제를 영역 일반적 유형과 의미적 유형으로 분류하였으며, 창의적 사고를 평가하는 확산적 사고 과제와 집행기능 과제 간 자극 양식의 일치 여부를 구분하였다. 이를 바탕으로 메타분석을 실시한 결과, 집행기능 유형과 자극 양식의 일치 여부에 따라 평균 효과크기에서 유의한 차이가 나타났다. 본 연구의 결과에 대한 구체적인 설명은 다음과 같다.

우선, 집행기능 유형에 의한 조절 효과를 살펴보면, 창의적 사고에 대한 의미적 유형의 효과크기가 영역 일반적 집행기능보다 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 창의적 사고와 집행기능 간 관계가 집행기능 유형에 따라 다를 수 있음을 나타내며, 특히 의미적 집행기능이 창의적 사고와 관련 있을 것이라는 가설을 뒷받침해준다. 이는 참신한 아이디어를 생성하는 능력이 의미 구조상에서 상대적으로 원거리에 있는 개념, 즉 새로우면서도 유용한 개념을 탐색 및 인출하는 과정에 의존하기 때문일 수 있다(Avitia & Kaufman, 2014; Forthmann et al., 2019; Silvia, Beaty, & Nusbaum, 2013). 실제로, Benedek, Könen 등(2012)의 연구에서는 개념을 인출하는 과정에서 의미적으로 강하게 연결된 개념을 억제하는 능력, 그리고 서로 연관성 없는 개념들을 선택적으로 연결시키는 능력이 창의적 사고의 예측 요인이라는 것을 확인하였다. 이를 바탕으로, 연구자들은 의미 정보를 통제적으로 처리하는 장기기억 인출 기능이 창의적 사고와 밀접하게 관련될 수 있다고 주장하였으며, 유사한 과제를 사용한 다른 연구의 결과에서도 이러한 가능성이 관찰되었다(Benedek et al., 2020; Benedek et al., 2017; Silvia et al., 2013). 더 나아가, 본 연구에서는 메타분석으로 영역 일반적

유형과 의미적 유형을 비교하였을 때 의미적 유형에서 창의적 사고에 대한 관련성이 더 높게 나타나는 것을 확인함으로써, 기존 연구들의 주장을 지지하는 결과를 확인하였다.

다른 조절 변인인 자극 양식의 경우, 측정 과제 간 자극 양식이 일치할 때 그렇지 않은 경우보다 더 큰 효과크기를 보였다. 이는 과제 간 자극 양식이 일치할 때 창의적 사고와 집행기능 간 관련성이 더 높게 나타남으로써 측정 과제의 자극 양식에 의한 영향력을 확인한 결과이다. 이러한 자극 양식에 따라 인지 기능이 영역 특수적으로 관여한다는 것은 다른 분야의 연구를 통하여 널리 알려져 있다(Baddeley, Hitch, & Allen, 2021; Logie, 2011). 일부 연구자들은 창의적 사고 과정에서 과제 간 자극 양식의 일치 여부가 큰 영향을 미칠 수 있다고 주장하였으며, 이는 다양한 자극 양식을 사용한 과제를 통하여 확인되었다(Palmiero et al., 2010; Palmiero et al., 2015; Pérez-Fabello & Campos, 2007; Silvia, Kaufman, & Pretz, 2009). 이러한 맥락에서, 본 연구의 결과는 창의적 사고의 영역 특수성에 대한 가능성을 나타낼 뿐만 아니라, 창의적 사고와 집행기능의 관계를 확인할 때 측정 과제들의 자극 양식 요인을 고려하는 것이 중요하다는 것을 보여준다.

한편, 본 연구에서 창의적 사고와 집행기능 간 관계의 이질성에 영향을 미칠 수 있는 조절 변인의 효과를 확인하였음에도 불구하고 일부 하위 영역에 대한 이질성이 여전히 높게 나타난다는 점에서 결과 해석에 주의해야 한다. 이러한 이질성의 원인을 분석하기 위해서는 동질성 있는 하위 요인들을 추가적으로 구분하여 비교하는 것이 필요하다. 예를 들어, 영역 일반적 집행기능과 의미적 집행기능으로 분류된 각 통게치에 대하여 과제 간 자극 양식의 일치 여부에 따라 세부적으로 구분하거나, 또는 본 연구에서 고려하지 않은 추가적인 요인을 고려해 볼 수 있다. 추후 연구에서는 둘 이상의 조절 변인에 의한 복합적인 영향을 동시에 분석하고 각 변인과 효과크기 간 관계를 검증함으로써 이러한 이질성을 설명

할 수 있는지 확인할 필요가 있다.

또한 창의적 사고와 집행기능의 관계를 다루는 연구 자체가 적기 때문에, 본 연구에서는 여러 집행기능 중 일부에 대한 분석만 이루어졌다는 점에 유의해야 한다. 일례로, 전환은 억제, 작업기억과 더불어 영역 일반적인 핵심 집행기능으로 분류되지만(Friedman & Miyake, 2017; Miyake et al., 2000), 창의적 사고에 대한 관계를 다루는 연구는 부족한 실정이다. 일부 소수의 연구에서 창의적 사고와 전환 간 관계를 보고하고 있으나, 대부분 전환 기능을 간접적으로 측정하기 때문에 관련성을 추론하는데 어려움이 있다(Pan & Yu, 2018). 특히, 범주 간 전환을 기반으로 다양한 범주의 아이디어를 생성하는 과정은 독창적인 아이디어로 이어질 수 있기 때문에(Sowden, Pringle, & Gabora, 2015), 이러한 가능성을 실제로 확인해 볼 필요가 있다. 따라서, 전환 기능을 포함하는 연구의 필요성이 제안되며, 향후 이러한 연구들을 바탕으로 창의적 사고와 집행기능의 관계에 대한 통합적 추론을 확장 시킬 수 있을 것으로 기대한다.

마지막으로, 추후 연구에서는 창의적 사고의 다른 측면을 고려해 볼 필요가 있다. 일반적으로, 창의적 사고 평가 도구에는 확산적 사고 과제 뿐만 아니라, 새롭고 유용한 해결책을 수렴적으로 도출하는 능력을 평가하기 위한 수렴적 사고(convergent thinking) 과제도 포함된다(Allen & Thomas, 2011; Zmigrod, Colzato, & Hommel, 2015). 대표적으로, 원거리 연합 과제(remote association task, RAT)에서는 서로 다른 의미 범주에 속하는 여러 개념들과 공통적으로 관련된 새로운 개념을 떠올리는 과정이 포함된다. 이러한 과제에서 요구되는 인지 과정은 확산적 사고 과제와 차이가 있기 때문에(Allen & Thomas, 2011), 만약 수렴적 사고 과제를 사용한 연구들을 추가적으로 고려한다면, 창의적 사고와 집행기능 간 관계를 다각도에서 설명할 수 있을 것이다.

종합하면, 본 연구에서는 기존 연구들에 대한 메타분석을 통하여 집행기능 유형과 과제의 자극 양식이 창의적 사고와 집행기능의 관계에 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 특히, 영역 일반적 집행기능보다 의미적 집행기능이, 과제 간 자극 양식이 불일치할 때보다 일치할 때 더 큰 효과크기가 나타났다. 이러한 결과는 창의적 사고와 집행기능 간 관계에 영향을 미칠 수 있는 요인에 관한 가능성을 처음으로 탐색하였다는 점에서 중요한 의의를 가진다.

## References

- \*: 메타분석에 포함된 연구논문
- Allen, A. P., & Thomas, K. E. (2011). A dual process account of creative thinking. *Creativity Research Journal*, 23(2), 109-118.
- Anderson, J. R. (1983). A spreading activation theory of memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22(3), 261-295.
- Avitia, M. J., & Kaufman, J. C. (2014). Beyond g and c: The relationship of rated creativity to long-term storage and retrieval (Glr). *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 8(3), 293-302.
- Baddeley, A. D., Hitch, G. J., & Allen, R. J. (2021). A multicomponent model of working memory. In R. H. Logie, V. Camos, & N. Cowan (Eds.), *Working Memory: State of the science*. (pp. 10-43). Oxford University Press.
- \*Beatty, R. E., Silvia, P. J., Nusbaum, E. C., Jauk, E., & Benedek, M. (2014). The roles of associative and executive processes in creative cognition. *Memory & Cognition*, 42(7), 1186-1197.
- \*Benedek, M., Franz, F., Heene, M., & Neubauer, A. C. (2012). Differential effects of cognitive inhibition and intelligence on creativity. *Personality and Individual Differences*, 53(4), 480-485.
- \*Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M., & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*, 46, 73-83.
- \*Benedek, M., Jurisch, J., Koschutnig, K., Fink, A., & Beatty, R. E. (2020). Elements of creative thought: Investigating the cognitive and neural correlates of association and bi-association processes. *NeuroImage*, 210, 116586.
- \*Benedek, M., Kenett, Y. N., Umdasch, K., Anaki, D., Faust, M., & Neubauer, A. C. (2017). How semantic memory structure and intelligence contribute to creative thought: A network science approach. *Thinking & Reasoning*, 23(2), 158-183.
- \*Benedek, M., Könen, T., & Neubauer, A. C. (2012). Associative abilities underlying creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6(3), 273-281.
- Benedek, M., & Neubauer, A. C. (2013). Revisiting Mednick's model on creativity-related differences in associative hierarchies. Evidence for a common path to uncommon thought. *The Journal of Creative Behavior*, 47(4), 273-289.
- \*Camarda, A., Borst, G., Agogué, M., Habib, M., Weil, B.,

- Houdé, O., & Cassotti, M. (2018). Do we need inhibitory control to be creative? Evidence from a dual-task paradigm. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 12*(3), 351-358.
- \*Cheng, L., Hu, W., Jia, X., & Runco, M. A. (2016). The different role of cognitive inhibition in early versus late creative problem finding. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 10*(1), 32-41.
- Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current Directions in Psychological Science, 1*(3), 98-101.
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review, 82*(6), 407-428.
- Cropley, A. J. (2006). In praise of convergent thinking. *Creativity Research Journal, 18*(3), 391-404.
- \*De Dreu, C. K. W., Nijstad, B. A., Baas, M., Wolsink, I., & Roskes, M. (2012). Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin, 38*(5), 656-669.
- Duncan, J. (2010). The multiple-demand (MD) system of the primate brain: Mental programs for intelligent behaviour. *Trends in Cognitive Sciences, 14*(4), 172-179.
- Duval, S., & Tweedie, R. (2000). A Nonparametric "Trim and Fill" method of accounting for publication bias in meta-analysis. *Journal of the American Statistical Association, 95*(449), 89-98.
- \*Edl, S., Benedek, M., Papousek, I., Weiss, E. M., & Fink, A. (2014). Creativity and the Stroop interference effect. *Personality and Individual Differences, 69*, 38-42.
- Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M., & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ : British Medical Journal, 315*(7109), 629.
- Forthmann, B., Jendryczko, D., Scharfen, J., Kleinkorres, R., Benedek, M., & Holling, H. (2019). Creative ideation, broad retrieval ability, and processing speed: A confirmatory study of nested cognitive abilities. *Intelligence, 75*, 59-72.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex, 86*, 186-204.
- Gao, Z., Zheng, L., Chiou, R., Gouws, A., Krieger-Redwood, K., Wang, X., Varga, D., Ralph, M. A. L., Smallwood, J., & Jefferies, E. (2021). Distinct and common neural coding of semantic and non-semantic control demands. *NeuroImage, 236*, 118230.
- Gignac, G. E., & Szodorai, E. T. (2016). Effect size guidelines for individual differences researchers. *Personality and Individual Differences, 102*, 74-78.
- \*Hass, R. W. (2015). Feasibility of online divergent thinking assessment. *Computers in Human Behavior, 46*, 85-93.
- Hass, R. W. (2017). Tracking the dynamics of divergent thinking via semantic distance: Analytic methods and theoretical implications. *Memory & Cognition, 45*(2), 233-244.
- \*He, L., Kenett, Y. N., Zhuang, K., Liu, C., Zeng, R., Yan, T., Huo, T., & Qiu, J. (2021). The relation between semantic memory structure, associative abilities, and verbal and figural creativity. *Thinking & Reasoning, 27*(2), 268-293.
- Hemphill, J. F. (2003). Interpreting the magnitudes of correlation coefficients. *American Psychologist, 58*(1), 78-79.
- Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ: British Medical Journal, 327*(7414), 557-560.
- Jackson, R. L. (2021). The neural correlates of semantic control revisited. *NeuroImage, 224*, 117444.
- Jefferies, E., Thompson, H., Cornelissen, P., & Smallwood, J. (2020). The neurocognitive basis of knowledge about object identity and events: Dissociations reflect opposing effects of semantic coherence and control. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 375*(1791), 20190300.
- Kenett, Y. N., Anaki, D., & Faust, M. (2014). Investigating the structure of semantic networks in low and high creative persons. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*(407).
- Kenett, Y. N., Beaty, R. E., Silvia, P. J., Anaki, D., & Faust, M. (2016). Structure and flexibility: Investigating the relation between the structure of the mental lexicon, fluid intelligence, and creative achievement. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 10*(4), 377-388.
- \*Lee, C. S., Huggins, A. C., & Theriault, D. J. (2014). A measure of creativity or intelligence? Examining internal and external structure validity evidence of the Remote Associates Test. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 8*(4), 446-460.
- \*Lee, C. S., & Theriault, D. J. (2013). The cognitive underpinnings of creative thought: A latent variable analysis exploring the roles of intelligence and working memory in three creative thinking processes. *Intelligence, 41*(5), 306-320.

- Logie, R. H. (2011). The functional organization and capacity limits of working memory. *Current Directions in Psychological Science*, 20(4), 240-245.
- \*Lu, R., Zhang, Y., Bao, N., Su, M., Zhang, X., & Shi, J. (2021). Visuospatial, rather than verbal working memory capacity plays a key role in verbal and figural creativity. *Thinking & Reasoning*, 1-33.
- \*Marron, T. R., Berant, E., Axelrod, V., & Faust, M. (2020). Spontaneous cognition and its relationship to human creativity: A functional connectivity study involving a chain free association task. *NeuroImage*, 220, 117064.
- \*Marron, T. R., Lerner, Y., Berant, E., Kinreich, S., Shapira-Lichter, I., Hendler, T., & Faust, M. (2018). Chain free association, creativity, and the default mode network. *Neuropsychologia*, 118, 40-58.
- Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69(3), 220-232.
- \*Menashe, S., Leshem, R., Heruti, V., Kasirer, A., Yair, T., & Mashal, N. (2020). Elucidating the role of selective attention, divergent thinking, language abilities, and executive functions in metaphor generation. *Neuropsychologia*, 142, 107458.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100.
- Moore, D. W., Bhadelia, R. A., Billings, R. L., Fulwiler, C., Heilman, K. M., Rood, K. M. J., & Gansler, D. A. (2009). Hemispheric connectivity and the visual-spatial divergent-thinking component of creativity. *Brain and Cognition*, 70(3), 267-272.
- Palmiero, M., Nakatani, C., Raver, D., Belardinelli, M. O., & van Leeuwen, C. (2010). Abilities within and across visual and verbal domains: How specific is their influence on creativity? *Creativity Research Journal*, 22(4), 369-377.
- Palmiero, M., Nori, R., Aloisi, V., Ferrara, M., & Piccardi, L. (2015). Domain-specificity of creativity: A study on the relationship between visual creativity and visual mental imagery. *Frontiers in Psychology*, 6(1870).
- Pan, X., & Yu, H. (2018). Different effects of cognitive shifting and intelligence on creativity. *The Journal of Creative Behavior*, 52(3), 212-225.
- Pérez-Fabello, M. J., & Campos, A. (2007). Influence of training in artistic skills on mental imaging capacity. *Creativity Research Journal*, 19(2-3), 227-232.
- \*Radel, R., Davranche, K., Fournier, M., & Dietrich, A. (2015). The role of (dis)inhibition in creativity: Decreased inhibition improves idea generation. *Cognition*, 134, 110-120.
- Runco, M. A. (2008). Commentary: Divergent thinking is not synonymous with creativity. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2(2), 93-96.
- Seo, H. & Kim, C. (2014). Working memory training effects according to domain-specificity: A meta-analysis. *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 26(4), 207-231.
- \*Silvia, P. J. (2008). Another look at creativity and intelligence: Exploring higher-order models and probable confounds. *Personality and Individual Differences*, 44(4), 1012-1021.
- \*Silvia, P. J., Beaty, R. E., & Nusbaum, E. C. (2013). Verbal fluency and creativity: General and specific contributions of broad retrieval ability (Gr) factors to divergent thinking. *Intelligence*, 41(5), 328-340.
- Silvia, P. J., Kaufman, J. C., & Pretz, J. E. (2009). Is creativity domain-specific? Latent class models of creative accomplishments and creative self-descriptions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 3(3), 139-148.
- Sowden, P. T., Pringle, A., & Gabora, L. (2015). The shifting sands of creative thinking: Connections to dual-process theory. *Thinking & Reasoning*, 21(1), 40-60.
- Sutton, A. J., Duval, S. J., Tweedie, R. L., Abrams, K. R., & Jones, D. R. (2000). Empirical assessment of effect of publication bias on meta-analyses. *BMJ: British Medical Journal*, 320(7249), 1574-1577.
- \*Tidikis, V., & Ash, I. K. (2018). Greater Stroop effect predicts better performance on creative insight problems, but not on divergent thinking tasks. *The International Journal of Creativity & Problem Solving*, 28(2), 27-37.
- \*Vitrano, D., Altarriba, J., & Leblebici-Basar, D. (2021). Revisiting Mednick's (1962) theory of creativity with a composite measure of creativity: The effect of stimulus type on word association production. *The Journal of Creative Behavior*, 55(4), 925-936.
- Volle, E. (2018). Associative and controlled cognition in divergent thinking: Theoretical, experimental, neuroimaging evidence, and new directions. In R. E. Jung & O. Vartanian (Eds.), *The Cambridge handbook of the neuroscience of creativity*. (pp. 333-360). Cambridge

- University Press.
- \*Weiss, S., Steger, D., Kaur, Y., Hildebrandt, A., Schroeders, U., & Wilhelm, O. (2020). On the trail of creativity: Dimensionality of divergent thinking and its relation with cognitive abilities, personality, and insight. *European Journal of Personality, 35*(3), 291-314.
- \*Xuejun, B., & Haijuan, Y. (2018). Differences in cognitive inhibition between persons with high and low creativity: Evidences from behavioral and physiological studies. *Acta Psychologica Sinica, 50*(11), 1197-1211.
- Yi, K., Heo, J., Hong, J., & Kim, C. (2022). The role of the right prefrontal cortex in the retrieval of weak representations. *Scientific Reports, 12*, 4537.
- \*Zabelina, D. L., Friedman, N. P., & Andrews-Hanna, J. (2019). Unity and diversity of executive functions in creativity. *Consciousness and Cognition, 68*, 47-56.
- \*Zabelina, D. L., & Robinson, M. D. (2010). Creativity as flexible cognitive control. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 4*(3), 136-143.
- \*Zabelina, D. L., Robinson, M. D., Council, J. R., & Bresin, K. (2012). Patterning and nonpatterning in creative cognition: Insights from performance in a random number generation task. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 6*(2), 137-145.
- Zmigrod, S., Colzato, L. S., & Hommel, B. (2015). Stimulating creativity: Modulation of convergent and divergent thinking by transcranial direct current stimulation (tDCS). *Creativity Research Journal, 27*(4), 353-360.

# 창의적 사고와 집행기능의 관계에 대한 메타분석: 집행기능 유형과 자극 양식의 효과

홍지윤<sup>1</sup>, 김초복<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 심리학과

창의적 사고는 새롭고 유용한 아이디어를 생성하는 심적 과정이다. 목표지향적인 인지 기능들의 집합인 집행기능은 창의적 사고 과정에서 중요한 역할을 할 수 있다. 그러나 관련 연구들은 창의적 사고와 집행기능의 관계에 대하여 상이한 결과를 보고하고 있다. 이에, 본 연구는 28개의 관련 연구에서 보고된 232개의 효과크기를 분석함으로써, 집행기능 유형과 자극 양식의 일치 여부가 창의적 사고와 집행기능의 관계에 미치는 영향을 메타분석으로 확인하고자 하였다. 이를 위하여, 각 연구에서 사용한 집행기능 과제는 의미적 유형과 영역 일반적 유형으로 세분화되었다. 또한, 창의적 사고 과제와 집행기능 과제의 측정치에 대하여 언어, 비언어, 또는 중다양식으로 분류한 다음, 두 과제 간 자극 양식의 일치 여부를 구분하였다. 분석 결과, 의미적 집행기능이 영역 일반적 집행기능보다 창의적 사고에 대하여 더 큰 효과크기를 보였으며, 자극 양식이 일치하는 경우에 그렇지 않은 경우보다 창의적 사고에 대한 효과크기가 더 크게 나타났다. 종합하면, 본 연구의 결과는 창의적 사고와 집행기능의 관계에서 집행기능 유형과 과제 자극 양식의 영향을 고려하는 것이 필요하다는 것을 시사한다.

**주제어:** 창의적 사고, 의미적 집행기능, 영역 일반적 집행기능, 자극 양식