

The Effects of Working Memory Loads and Trial Contexts on Efficient Problem Solving

Jiyun Hong¹, Chobok Kim^{1†}

¹Department of Psychology, Kyungpook National University

Working memory loads and trial contexts can affect problem solving based on association-based strategy such as a shortcut. Since relevant studies reported inconsistent results, this study aimed to test the effects of working memory loads and inefficient trial contexts on problem solving using a shortcut strategy. The results showed that faster and more accurate performance only in the shortcut condition after inefficient trials when working memory loads was high. This study suggests that cognitive and contextual factors have important influences on when solving problems using strategies.

Keywords: Problem Solving, Working Memory Load, Trial Context, Shortcut Strategy

1차원고접수 20.07.28; 수정본접수: 21.01.26; 최종게재결정 21.01.27

문제해결을 위한 전략(strategy)은 문제에 관한 해결책이나 정답을 도출하기 위하여 안내 지침 역할을 하는 기술이다 (Gick, 1986). 문제해결 전략은 수반되는 처리과정의 차이에 따라 두 유형으로 구분될 수 있다. 우선, 일반적으로 사용 빈도가 높은 규칙기반 전략(rule-based strategy)은 정보를 능동적으로 재구성하여 단계적 해결을 유도하는 전략이다 (Fischer & Holt, 2017). 예를 들어, '27+1-27=?'과 같은 문제에 대해 먼저 '27+1=28' 단계를 실행한 후 '28-27=1' 단계 순으로 해결하는 경우가 이에 해당한다. 이러한 속성으로 인해, 규칙기반 전략은 가용한 작업기억 용량에 따라 수행이 달라진다(Fürst & Hitch, 2000). 반면, 연합기반 전략 (association-based strategy)은 문제 관련 정보를 자동으로 활성화시키는 전략으로, 단계적 처리를 요구하지 않아 문제 해결 과정을 축소시킨다(Siegler, 2000). 위 문제에서, '27'과 '-27'를 상쇄시키는 단축(shortcut) 전략을 일컫는다. 따라서 연합기반 전략의 사용은 작업기억 용량에 크게 의존하지 않으며, 규칙기반 전략을 사용할 때보다 해결 시간이 줄어들고

정확성이 증가하여 문제해결의 효율성이 일반적으로 증가하게 된다(Beilock & DeCaro, 2007).

그러나 어떤 전략을 사용하여 문제를 해결할지 결정해야 할 때 작업기억의 역할을 확인한 연구는 많지 않으며, 관련된 소수의 연구들은 서로 불일치하는 결과를 보고하고 있다. 먼저, Imbo 등(Imbo, Duverne, & Lemaire, 2007)은 규칙기반 전략을 사용하다가 연합기반 전략으로 전환할 수 있는 과제에서 작업기억에 부하를 가한 이중과제 조건과 단일과제 조건 간 문제에 적절한 연합기반 전략으로의 전환 비율을 비교하였다. 이중과제 조건보다 단일과제 조건에서 연합기반 전략으로의 전환 비율이 더 높게 나타난 결과 기반으로, 연구자들은 부하 수준이 낮을 때 연합기반 전략에 대한 접근성이 높을 수 있다고 주장하였다. 그러나 매 시행에서 연합기반 전략을 사용할 수 있었기 때문에, 효율적 전략 사용에 따른 수행에 작업기억이 어떠한 영향을 주었는지 설명할 수 없다는 한계가 있다. 이를 보완하기 위해 연합기반 전략을 사용 가능한 조건과 그렇지 않은 조건 간 수행을 비교할 수

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

있는 실험이 필요하다.

다른 연구에서는 작업기억 용량에 따라 집단을 구분하여 연합기반 전략을 사용할 수 있는 조건과 그렇지 않은 조건이 포함된 과제를 수행하도록 했을 때, 고용량 집단이 저용량 집단보다 연합기반 전략을 사용할 수 있는 문제를 더 잘 해결하는 것을 확인하였다(Beilock & DeCaro, 2007). 그러나 유사한 과제를 사용한 최근 연구에서는 연합기반 전략을 사용할 수 있을 때 작업기억 용량에 따른 집단 간 수행 차이가 나타나지 않았다(DeCaro, 2016). 두 연구에서 서로 다른 결과를 보인 원인으로, 작업기억 용량 집단 간 수행을 비교함으로써 작업기억 용량에 따른 개인차가 충분히 반영되지 않았을 가능성을 들 수 있다(Conway et al., 2005). 따라서 실험적으로 조작된 작업기억 부하 수준에 따른 수행을 살펴볼 필요가 있다.

더 나아가, 전략의 사용은 이전의 전략 사용 맥락에 의해 영향을 받을 수 있다(Beilock & DeCaro, 2007). 예를 들어, 두 가지 전략을 사용할 수 있는 과제에서는 서로 다른 전략을 사용하기보다는 동일한 전략을 반복하려는 패턴을 보일 수 있다(Schillemans, Luwel, Bulté, Onghena, & Verschaffel, 2009). 그러나 사용 가능한 전략들 간 필요한 인지 자원 요구량이 서로 다른 경우에는 이전 시행에서 비효율적 문제해결이 이루어졌는지에 따라 후속 전략 사용이 달라질 수 있다. Uittenhove와 Lemaire(2012)의 연구에서는 이전 시행에서 비효율적으로 문제를 해결할 때 후속 시행의 수행이 느려지고 정확률이 감소한 결과를 기반으로, 비효율적 문제해결에 따른 작업기억 자원 소모가 후속 시행에 영향을 미친 것으로 설명하였다. 이를 바탕으로, 비효율적으로 문제를 해결한 이후, 후속 시행에서 가용한 자원에 기반한 효율적 해결 경향성이 나타날 가능성을 추론할 수 있다. 특히, Beilock과 DeCaro(2007)는 이전의 비효율적 문제해결 경험 여부가 이후 효율적 전략 사용에 영향을 미치는 중요한 요인이 될 수 있다고 주장하였으나, 이에 대한 실험적 검증은 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 효율적 문제해결 과정에서 작업기억과 이전의 비효율적 문제해결 경험의 역할을 구체적으로 파악하기 위해, 작업기억 부하 수준과 비효율적 문제해결 경험 여부가 연합기반 전략을 사용할 수 있는 문제해결에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 이를 위해, 일상적으로 접할 수 있는 암산 문제를 일차 과제로 제시하고, 이차 과제로서 작업기억 부하를 가하는 이중과제를 구성하였다. 암산 과제는 효율성이 높은 연합기반 전략인 단축 전략 사용이 가능한 단축 시행과, 단축이 불가능하여 규칙기반 전략으로 해결해야 하

는 비단축 시행으로 구성되었으며, 이전의 비단축 시행 유무를 독립적으로 조작한 맥락여부 조건이 포함되었다. 이러한 설계를 바탕으로 각 조건별 암산 과제 수행을 비교하고자 하였다. 선행연구 결과를 고려하여, 작업기억 고부하 조건에서 단축 전략에 따른 수행 향상이 저부하 조건보다 크게 나타나고, 이러한 차이는 비단축 맥락에서 더 클 것으로 예상하였다.

방 법

참가자

심리학 관련 수업을 수강하는 경북대학교 재학생 총 42명이 참가하였다. 모든 참가자들은 실험 참여 전 동의서를 작성하였으며, 참여에 따른 성적 가산점이 주어졌다. 참가자 중 작업기억 과제 수행 정확률이 낮음으로 인하여 작업기억 과제에 주의를 주지 않았다고 판단한 네 명(70% 미만)과 암산 과제 정확률이 낮은 두 명(60% 미만)을 제외하여, 최종적으로 평균 연령이 21.14세(SD=2.51)인 36명(여성 25명, 남성 11명)의 데이터를 분석하였다.

도구 및 절차

실험은 E-prime 2.0으로 진행되었고 자극은 1280 × 1024 해상도의 17인치 모니터 화면에 제시되었다. 실험은 작업기억 부하 조작을 위한 이중과제로 구성되었으며 일차 과제는 암산 과제로, 이차 과제는 작업기억 과제로 제시되었다. 참가자들은 숫자로 제시되는 작업기억 과제를 수행하는 동안 암산을 수행해야 했는데, 화면에 나타나는 1개 혹은 4개의 숫자로 구성된 자극을 기억하고, 연이어 제시되는 암산 과제 수행 후, 제시되는 화면의 숫자가 처음에 기억한 숫자와 동일할지, 혹은 숫자열에 있었는지 판단해야 했다(Figure 1).

작업기억 과제는 저부하 조건과 고부하 조건으로 구성되었다. 저부하 조건에서는 화면 중앙의 초록색 숫자 하나를 기억해야 했으며(기억자극), 암산 과제 종료 후 화면 중앙에 하나의 빨간색 숫자와 물음표가 함께 나타나는 검사자극 화면이 제시되면, 기억자극과 검사자극이 일치하는 경우 왼손 검지로 ‘z’ 키를, 일치하지 않는 경우 오른손 검지로 ‘m’ 키를 눌러야 했다. 고부하 조건에서는 기억자극으로 네 개의 초록색 숫자가 주어지고 한 개의 빨간색 숫자와 물음표가 검사자극 화면에 나타났으며, 참가자들은 검사자극이 기억한 네 개의 숫자들 중 하나와 일치하는지 판단해야 했다. 이때, 반응은 최대한 정확하게 하도록 지시받았다.

암산 과제에서는 화면의 등식에 대해 암산해야 했으며, 등

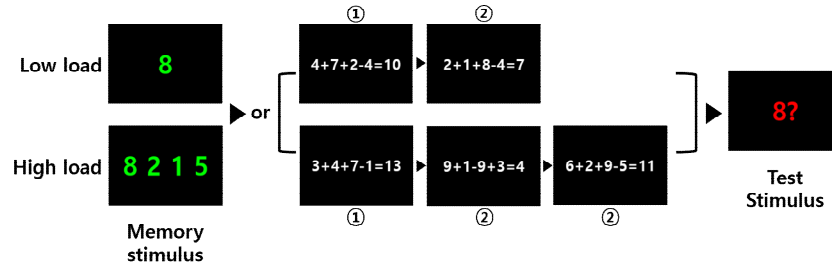


Figure 1. Examples of the dual-task paradigm used in the experiment. The shortcut condition for the mental arithmetic task is presented in either ① or ②. The stimuli for ① are the no-context condition as the first trials of mental arithmetic task whereas the stimuli for ② are the context condition.

식의 좌변은 하나의 음수와 세 개의 양수, 우변은 하나의 양수로 구성되었다. 이 때, 음수와 합이 '0'이 되는 하나의 양수가 포함되어 단축 전략을 사용할 수 있는 단축 조건과(예: "2-3+4+3=6"), 단축 전략을 사용할 수 없는 비단축 조건으로 구분되었다(예: "3+1-7+5=2"). 단축 조건의 숫자 배열에서, 합이 '0'이 되는 양수와 음수 쌍은 시각적으로 쉽게 판단할 가능성을 배제하기 위해 연이어 제시되지 않도록 하였다. 암산 과제는 작업기억 과제 한 시행을 완료하는 동안 둘 혹은 세 시행이 제시되었다. 이 중 첫 번째 시행은 암산을 처음 수행하는 비맥락 조건이었으며, 나머지 시행 중 이전 시행의 조건이 비단축 조건인 시행만 맥락 조건에 포함되었다. 참가자들은 단축 가능 여부에 대하여 알지 못하는 상태에서 문제를 해결하였으며 좌변 계산 값이 우변의 숫자와 일치하면 'z' 키, 불일치하면 'm' 키로 최대한 빠르고 정확하게 반응해야 했다.

작업기억 과제의 기억자극은 1,000ms동안 제시되었고, 자극 종료 후 암산 과제 전까지 1,500ms의 자극 간 간격이 주어졌다. 각 암산 시행은 2,500ms동안 제시되었으며 반응 즉시 문제가 화면에서 사라지고, 다음 문제까지 1,500ms의 시행 간 간격이 주어졌다. 암산 종료 후 작업기억 검사자극이 1,000ms동안 제시되었고 반응 즉시 화면에서 사라졌으며, 다음 작업기억 과제까지 2,000ms의 시행 간 간격이 주어졌다. 또한, 암산 및 작업기억 과제 검사 시행은 자극 제시 이후의 시행 간 간격 동안에도 반응을 받을 수 있도록 구성하였다.

작업기억 과제는 각 부하 조건에 대해 72시행으로 구성되어 총 144시행이었으며, 이에 따라 전체 실험은 작업기억 과제 및 암산과제를 포함하는 144개의 블록으로 구성되었다. 암산 과제는 총 360시행이었으며 이 중 72 시행의 단축 조건(20%), 288시행의 비단축 조건(80%)을 무선적으로 제시하여 예측 가능성을 줄이고자 하였다(Luwel, Schillemans,

Onghena, & Verschaffel, 2009). 이 때, 조건별로 계산결과가 정답인 문제와 오답인 문제의 비율을 1:1로 제시하였으며, 하나의 블록에 단축 조건이 두 번 이상 제시되지 않도록 하였다. 실험은 작업기억 부하 조건에 따라 두 세션으로 구분되었으며, 세션 순서는 참가자 간 역균형화되었다. 한 세션의 수행에 약 20분이 소요되었고, 참가자별로 전체 실험은 약 40분 동안 진행되었다.

분석방법

SPSS 23.0을 사용하여, 2(부하; 고(High load), 저(Low load)) × 2(맥락여부; 맥락(Context), 비맥락(No-context)) × 2(전략; 단축(Shortcut), 비단축(No-shortcut)) 설계에 따라 암산 수행에 대한 반복측정 변량분석이 이루어졌다. 이 때, 작업기억 부하 조작이 충분히 이루어진 시행만을 분석하기 위해, 작업기억 과제 시행이 오답인 경우는 해당 블록의 암산 시행을 분석에서 제외하였고, 나머지 암산 오답 시행 또한 분석에서 제외하였다. 이에 더하여, 부하 조작이 성공적으로 이루어졌는지 확인하기 위하여, 작업기억 과제 정확률에 대한 추가 분석을 수행하기 위해, 부하(2; 고, 저), 블록 내 암산횟수(2; 3회, 2회), 그리고 블록 내 단축 조건 포함 여부에 따른 전략(2; 단축, 비단축)의 반복측정 변량분석을 실시하였다.

결 과

우선, 암산 과제 반응시간 분석 결과, 단축 조건이 비단축 조건보다 더 빠른(307.99ms) 전략의 주효과가 유의하였다 ($F(1, 35)=37.78, p<.01, \text{partial } \eta^2=.52$). 다음으로, 부하 × 맥락여부의 이원 상호작용이 유의하였으며($F(1, 35)=16.53, p<.01, \text{partial } \eta^2=.32$), 이는 부하가 낮을 때 맥락 조건보다 비맥락 조건의 반응시간이 더 빠른 반면(40.99ms), 부하가

높은 경우는 비맥락 조건보다 맥락 조건에서 더 빠르게 반응한 결과로 인한 것이다(83.44ms). 또한, 비단축 시행은 비맥락 조건보다 맥락 조건에서 더 느린 반응을 보였으나(12.25ms), 이와 반대로 단축 시행은 비맥락 조건보다 맥락 조건에서 반응시간이 더 감소하여(54.69ms) 맥락여부 × 전략의 이원 상호작용이 유의하게 나타났다($F(1, 35)=5.01, p<.05, \text{partial } \eta^2=.13$). 뿐만 아니라, 부하 × 맥락여부 × 전략의 삼원 상호작용이 유의하여 이를 세부적으로 확인하였다($F(1, 35)=4.59, p<.05, \text{partial } \eta^2=.12$). 그 결과, 고부하 조건에서 맥락-단축 조건이 비맥락-단축 조건보다 149.11ms 빠른 수행을 보인 반면($F(1, 35)=13.06, p<.01, \text{partial } \eta^2=.27$), 비단축 조건은 맥락여부에 따른 차이가 없었고($ps>.05$), 저부하 조건에서는 이러한 단순효과가 유의하지 않았다($ps>.05$). 한편, 다른 주효과와 상호작용은 유의하지 않았다($ps>.05$).

다음은 암산 과제 정확률에 대해 분석을 실시하였다. 그 결과, 맥락여부($F(1, 35)=415.53, p<.01, \text{partial } \eta^2=.92$)와 전략($F(1, 35)=179.11, p<.01, \text{partial } \eta^2=.84$)의 주효과가 유의하였는데, 맥락 조건보다 비맥락 조건에서 20%, 비단축 조건보다 단축 조건에서 15% 높은 것으로 나타났다. 또한,

고부하 조건보다 저부하 조건에서 비맥락 조건의 정확률이 2% 높았으나, 이와 반대로 맥락 조건은 저부하 조건보다 고부하 조건에서 3% 높은 정확률을 보여 부하 × 맥락여부의 상호작용이 유의하였다($F(1, 35)=10.79, p<.01, \text{partial } \eta^2=.24$). 뿐만 아니라, 맥락여부 × 전략 상호작용이 유의하였으며($F(1, 35)=31.82, p<.01, \text{partial } \eta^2=.48$), 이는 비맥락 조건(8%)보다 맥락 조건(21%)에서 단축 조건의 정확률 향상이 더 크게 나타난 결과에서 기인하였다. 마지막으로, 부하 × 맥락여부 × 전략의 삼원 상호작용이 유의하였다($F(1, 35)=10.91, p<.01, \text{partial } \eta^2=.24$). 구체적으로, 맥락 조건에서 저부하-단축 조건은 저부하-비단축 조건보다 18% 정확한 수행을 보였고($F(1, 35)=105.96, p<.01, \text{partial } \eta^2=.75$) 고부하-단축 조건의 정확률은 고부하-비단축 조건보다 24% 더 높았다($F(1, 35)=138.19, p<.01, \text{partial } \eta^2=.80$). 즉, 맥락이 있을 때 단축 조건의 정확률 향상이 저부하 조건보다 고부하 조건에서 더 크게 나타나는 상호작용을 보였다. 그러나 비맥락 조건은 이러한 효과가 관찰되지 않았다($ps>.05$). 이외의 주효과 및 상호작용은 유의하지 않았다($ps>.05$).

추가적으로, 이차 과제인 작업기억 과제 정확률 및 반응시간에 대한 부하(2; 고, 저) × 암산횟수(2; 3회, 2회) × 전

Table 1. Descriptive statistics of mental arithmetic and working memory tasks (N=36)

	Mental arithmetic task [Mean (S.E.)]							
	High load				Low load			
	Context		No-Context		Context		No-Context	
	Shortcut	No-Shortcut	Shortcut	No-Shortcut	Shortcut	No-Shortcut	Shortcut	No-Shortcut
ACC (%)	68.52* (3.31)	44.96* (2.60)	77.22 (2.89)	70.71 (2.77)	62.70* (3.08)	45.02* (2.23)	81.11 (2.37)	70.71 (2.22)
RTs (ms)	2,150.80* (63.86)	2,514.80 (63.88)	2,299.91* (75.07)	2,532.56 (62.16)	2,206.65 (53.39)	2,525.55 (56.51)	2,166.92 (63.03)	2,483.30 (59.10)
	Working memory task [Mean (S.E.)]							
	High load				Low load			
	3-trial condition		2-trial condition		3-trial condition		2-trial condition	
	Shortcut	No-Shortcut	Shortcut	No-Shortcut	Shortcut	No-Shortcut	Shortcut	No-Shortcut
ACC (%)	88.73* (1.62)	83.95* (2.31)	83.33 (2.55)	83.64 (2.52)	83.18 (1.76)	83.95 (1.67)	85.03 (1.94)	82.72 (1.91)
RTs (ms)	881.35 (36.94)	907.65 (35.24)	962.19 (35.93)	964.57 (38.36)	733.87 (34.21)	702.31 (35.54)	773.44 (32.51)	774.20 (33.86)

Note. * $p<.01$ (Significant simple effects for the three-way interactions)

략(2; 단축, 비단축) 분석을 시행하였다. 정확률 분석 결과, 부하 × 암산횟수 × 전략의 삼원 상호작용이 유의하였다 ($F(1, 35)=5.82, p<.05, \text{partial } \eta^2=.14$). 구체적으로, 고부하 조건에서 암산 3회 블록의 단축 가능 조건의 정확률이 비단축 조건보다 5% 더 높은 반면($F(1, 35)=7.90, p<.01, \text{partial } \eta^2=.18$), 암산 2회 블록에서는 단축 가능 여부에 따른 차이가 관찰되지 않았고($p>.05$), 저부하 조건에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p>.05$). 반응시간의 경우, 저부하 조건보다 고부하 조건에서 182.99ms 더 느린 반응을 보여 부하의 주효과가 유의한 것으로 나타났다($F(1, 35)=55.13, p<.01, \text{partial } \eta^2=.61$). 정확률과 반응시간에서 이외의 효과들은 모두 유의하지 않았다($p>.05$).

논 의

본 연구는 작업기억 과제와 암산 과제가 포함된 이중과제 절차를 사용하여, 작업기억 부하 수준과 이전의 비단축 조건 여부가 효율적 단축 전략을 사용할 수 있는 문제해결에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 연구 결과, 작업기억 부하가 클 때 단축 전략 사용이 불가능한 시행 이후의 단축 조건에서 더 높은 정확률과 빠른 반응시간을 보이는 삼원 상호작용이 관찰되었다. 이 결과는 작업기억 부하와 이전의 문제해결 경험이 효율적 전략을 사용한 문제해결 과정에 영향을 미친다는 것을 나타낸다.

구체적으로, 작업기억 고부하 조건이 연합기반 수행에 영향을 미친 본 연구 결과는 작업기억 고용량 집단이 저용량 집단보다 연합기반 전략을 사용할 수 있는 문제를 정확하고 빠르게 해결했던 선행연구 결과와 일치하였다(Beilock & DeCaro, 2007). 이는 규칙기반 전략보다 연합기반 전략을 사용하는 과정에 필요한 부하량이 적기 때문일 수 있다. 이러한 가능성은 부하가 클 때 단계적 분석을 요구하는 규칙기반 전략보다 일부 정보 간 연합을 바탕으로 하는 연합기반 전략의 사용을 예측한 다른 연구에서도 확인할 수 있다(Hoffmann, von Helversen, & Rieskamp, 2013). 따라서 본 연구는 작업기억 용량 집단 간 수행을 비교한 선행연구(Beilock & DeCaro, 2007; DeCaro, 2016)의 한계를 보완하여 효율적 전략 기반의 수행에 대한 작업기억의 영향을 실험적으로 확인하였다는 의의를 가진다.

더 나아가, 이전의 비효율적 문제해결 맥락이 효율적 전략 기반 수행에 미치는 영향을 경험적으로 확인함으로써 선행연구 결과를 확장하였다. 구체적으로, 고부하 맥락 조건에서 연합기반 전략을 사용할 수 있는 문제를 빠르고 정확하게 해

결한 것을 확인하였는데, 이는 작업기억 부하가 클 때 비효율적 문제해결 경험이 효율적 전략 기반 수행을 촉진시킬 수 있음을 시사한다. 관련된 선행연구에서는 비효율적 전략을 사용한 후 수행이 느리고 정확률이 낮아진 실험 결과를 통해, 비효율적 해결로 인한 작업기억 자원 소모의 영향이 후속 시행까지 지속될 수 있다고 주장하였다(Uittenhove & Lemaire, 2012). 따라서 본 연구 결과는 비효율적 문제해결 경험으로 인해 후속 시행에서 작업기억 자원에 의존하지 않고 문제를 해결할 수 있는 연합기반 전략을 많이 사용한 결과일 가능성이 있다.

한편, 작업기억 부하가 잘 조작되지 않았거나 일차-이차 과제 간 교환(trade-off)이 있을 때 본 연구 결과에 대한 해석에 한계가 있을 수 있기 때문에, 이를 확인하기 위하여 이차 과제인 작업기억 과제 수행에 대한 추가 분석을 실시하였다. 반응시간 분석 결과, 고부하 조건의 수행이 저부하 조건보다 느린 것으로 나타나, 유지항목 개수가 많은 조건에서 반응시간이 더 느려지는 전형적인 패턴이 관찰되었다(Lavie, Hirst, De Fockert, & Viding, 2004). 정확률의 경우 부하 조건 간 차이가 관찰되지 않았는데, 이는 작업기억 검사 자극이 제시될 때 최대한 정확하게 반응하도록 지시한 영향으로 보인다. 작업기억 과제에서 긴 검사 시간을 제공하며 정확한 반응을 요구했던 한 연구에서도 유사한 결과가 관찰되었다(Gao, Chen, & Russell, 2007). 또한, 저부하 조건에서는 암산횟수 및 전략에 의한 차이가 나타나지 않은 반면, 고부하 조건의 암산 3회 블록에서 단축 시행이 포함되었을 때 비단축 시행이 포함된 경우보다 더 높은 정확률을 보였다. 이러한 결과는 작업기억 부하와 이전 문제해결 경험이 효율적 전략을 사용하는 과정에 영향을 준다는 본 연구의 주요 결과가 일차 및 이차 과제 간 교환에 의한 것은 아닌 것으로 판단할 수 있는 근거를 제공해준다.

이러한 결과에도 불구하고, 본 연구는 효율적으로 접근 가능한 문제를 해결한 결과를 통해 연합기반 전략의 사용 여부를 추정하고자 했으며, 실제 사용 여부에 대한 사후 확인을 하지 않았다는 한계가 있다. 따라서 추후에 전략 사용에 대한 사후 보고 과정을 포함하는 등의 측정을 통해 이를 명확히 할 필요가 있다. 또한, 본 연구는 이전의 비효율적 문제해결 경험 여부에 따른 효과를 확인하고자 비효율적 문제해결 유무를 조작하였으나, 이전에 사용한 전략 유형을 독립적으로 조작할 경우 맥락 요인의 영향을 구체적으로 다룰 수 있다. 이에 더하여, 일부 선행연구들은 연합기반 전략 선택 과정과 집행 과정에서 작업기억이 다른 수준으로 관여할 수 있음을 보고하고 있기 때문에(Hecht, 2002; Imbo &

Vandierendonck, 2007), 추후 연구를 통해 맥락과 전략 사용 단계를 세부적으로 조작하여 효율적 문제해결과 관련된 작업기억 부하 및 맥락 효과에 대한 논의를 확장시킬 수 있을 것으로 기대한다.

종합하면, 본 연구는 작업기억 부하가 클 때 비효율적 문제해결 경험에 따라 연합기반 전략을 사용하는 문제를 잘 해결함으로써, 효율적 문제해결에 대한 작업기억 및 시행 간 맥락 요인의 영향을 실험적으로 확인하였다. 이 결과는 전략을 적용하여 문제를 해결할 때 개인의 인지적 특성과 맥락적 특성이 중요하게 작용하고 있음을 시사한다.

References

- Beilock, S. L., & DeCaro, M. S. (2007). From poor performance to success under stress: Working memory, strategy selection, and mathematical problem solving under pressure. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33(6), 983-998.
- Conway, A. R., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 769-786.
- DeCaro, M. S. (2016). Inducing mental set constrains procedural flexibility and conceptual understanding in mathematics. *Memory & Cognition*, 44(7), 1138-1148.
- Fischer, H., & Holt, D. V. (2017). When high working memory capacity is and is not beneficial for predicting nonlinear processes. *Memory & Cognition*, 45(3), 404-412.
- Fürst, A. J., & Hitch, G. J. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory & Cognition*, 28(5), 774-782.
- Gao, Q., Chen, Z., & Russell, P. (2007). Working memory load and the stroop interference effect. *New Zealand Journal of Psychology*, 36(3), 146-153.
- Gick, M. L. (1986). Problem-Solving Strategies. *Educational Psychologist*, 21, 99-120.
- Hecht, S. A. (2002). Counting on working memory in simple arithmetic when counting is used for problem solving. *Memory & Cognition*, 30(3), 447-455.
- Hoffmann, J. A., von Helversen, B., & Rieskamp, J. (2013). Deliberation's Blindsight: How Cognitive Load Can Improve Judgments. *Psychological Science*, 24(6), 869-879.
- Imbo, I., Duverne, S., & Lemaire, P. (2007). Working memory, strategy execution, and strategy selection in mental arithmetic. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(9), 1246-1264.
- Imbo, I., & Vandierendonck, A. (2007). Do multiplication and division strategies rely on executive and phonological working memory resources? *Memory & Cognition*, 35(7), 1759-1771.
- Lavie, N., Hirst, A., De Fockert, J. W., & Viding, E. (2004). Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(3), 339-354.
- Luwel, K., Schillemans, V., Onghena, P., & Verschaffel, L. (2009). Does switching between strategies within the same task involve a cost? *British Journal of Psychology*, 100(4), 753-771.
- Schillemans, V., Luwel, K., Bulté, I., Onghena, P., & Verschaffel, L. (2009). The influence of previous strategy use on individuals' subsequent strategy choice: Findings from a numerosity judgement task. *Psychologica Belgica*, 49(4), 191-205.
- Siegler, R. S. (2000). Unconscious Insights. *Current Directions in Psychological Science*, 9(3), 79-83.
- Uittenhove, K., & Lemaire, P. (2012). Sequential difficulty effects during strategy execution: A study in arithmetic. *Experimental Psychology*, 59(5), 295-301.

작업기억 부하와 시행 맥락이 효율적 문제해결에 미치는 영향

홍지윤¹, 김초복¹

¹경북대학교 심리학과

효율적으로 문제를 해결할 수 있는 연합기반 전략을 사용할 때, 작업기억의 용량과 비효율적 문제해결 경험이 영향을 미칠 수 있다. 그러나 관련된 소수의 연구들은 일관된 결과를 보고하지 않았기 때문에 선행연구의 한계를 보완하여 연구를 확장할 필요가 있다. 이에, 본 연구는 이중과제 패러다임을 통해 작업기억 부하와 비효율적 문제해결 경험 여부가 연합기반 단축 전략을 사용할 수 있는 문제해결에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 실험 결과, 작업기억 부하가 클 때 비단축 조건 이후의 단축 조건에서 더 빠르고 정확하게 문제를 해결하는 것을 관찰하였다. 이 결과는 전략을 사용하여 문제를 해결할 때 인지 및 맥락적 요인이 중요하게 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

주제어: 문제해결, 작업기억 부하, 시행 맥락, 단축 전략