

Meta-analysis of the effectiveness of speech processing analysis methods: Focus on phonological encoding, phonological short-term memory, articulation transcoding*

Eun-Joo Ryu^{1,2,**} · Ji-Wan Ha¹

¹Department of Speech Pathology, Daegu University, Gyeongsan, Korea

²Aimajung Child Development Center, Ulsan, Korea

Abstract

This study aimed to establish evaluation methods for the speech processing stages of phonological encoding, phonological short-term memory, and articulation transcoding from a psycholinguistic perspective. A meta-analysis of 21 studies published between 2000 and 2024, involving 1,442 participants, was conducted. Participants were divided into six groups: general, dyslexia, speech sound disorder, language delay, apraxia+aphasia, and childhood apraxia of speech. The analysis revealed effect sizes of $g=.46$ for phonological encoding errors, $g=.57$ for phonological short-term memory errors, and $g=.63$ for articulation transition errors. These results suggest that substitution errors, order and repetition errors, and phoneme addition and voicing substitution errors are key indicators for assessing these abilities. This study contributes to a comprehensive understanding of speech and language disorders by providing a methodological framework for evaluating speech processing stages and a detailed analysis of error characteristics. Future research should involve non-word repetition tasks across various speech and language disorder groups to further validate these methods, offering valuable data for the assessment and treatment of these disorders.

Keywords: phonological encoding, phonological short-term memory, articulation transcoding

1. 서론

말소리장애는 가장 흔한 아동 의사소통장애 중 하나로, 취학 전 아동의 약 10%~25%, 취학 아동의 약 6%에 영향을 미친다.

그러나 말소리장애와 관련한 원인은 아직 명확히 규정되지 않았으며, 구조적인 문제가 발견되지 않는 대부분의 경우, ‘원인을 알 수 없는 말소리장애’로 진단된다. 말소리 결함의 원인을 밝히는 일은 매우 중요하기 때문에, 최근 국내외 연구자들은 심

* This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (No. NRF-2022 S1A5B5A17045720).

** jw-ha@daegu.ac.kr, Corresponding author

Received 30 July 2024; Revised 31 August 2024; Accepted 31 August 2024

© Copyright 2024 Korean Society of Speech Sciences. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

리언어학적 관점에서 말소리장애의 기저 요인을 탐구하고 이를 바탕으로 말소리장애 집단을 세분화하려는 시도를 하고 있다(Kim & Ha, 2024).

심리언어학적 관점에서는 정확한 말 산출이 복잡한 말 처리 과정을 통해 이루어진다고 설명된다(Stackhouse & Wells, 1997). 이 말 처리 과정은 크게 세 가지 단계로 나눌 수 있는데, 첫 번째는 음소 간 미세한 차이를 정확하게 지각하고 변별하는 음운부호화(phonological encoding) 단계이며, 두 번째는 말소리의 입력과 출력 과정에서 음운 정보를 일시적으로 저장하고 유지하는 음운단기기억(phonological short-term memory) 단계, 그리고 마지막으로 학습된 음운 규칙을 적용하여 발음 계획을 세우고 프로그래밍하는 조음전환(articulation transcoding) 단계로 구분된다. 각 단계는 서로 다른 능력을 요구하며, 특정 단계에서의 결함은 고유한 오류 특성을 나타낸다.

음운부호화 단계에서는 음소를 정확하게 식별하고 조작하는 능력이 필수적이다. 이 단계에서 결함이 발생할 경우, 음소 간 대치 오류가 빈번하게 나타날 수 있으며, 특히 음운적으로 유사한 항목이나 비슷한 포먼트 구조, 유사한 주파수 등이 부호화 과정에서 혼동을 일으킬 수 있다(Roepke et al., 2020). Caramazza et al.(1986)은 읽기와 쓰기에 어려움을 겪는 환자들이 비단어 따라말하기 과제에서 조음 방식을 공유하는 음소 간 대치 오류를 자주 보인다고 보고하였다. Shriberg et al.(2012)는 음운부호화 결함이 음운 표상의 정확도를 저하시킬 수 있으며, 특히 공유되는 조음위치나 조음방법 간의 혼동이 주된 원인이 될 수 있다고 주장하였다. Ettlinger et al.(2013) 또한 음운적으로 유사한 항목이 청지각적 부호화 과정에서 혼동을 일으켜 유사 항목 간 대치 오류가 발생할 수 있음을 강조한 바 있다. 이러한 연구들은 음운적으로 유사한 항목 간의 대치 오류가 청지각적 부호화 능력과 연관성이 있음을 시사한다.

음운단기기억 단계는 음운정보를 일시적으로 저장하고 유지하는 능력을 요구한다. 기억 용량이 제한적이거나 특정 음운정보를 저장하고 처리하는데 어려움이 있을 경우, 이전에 저장된 음운정보가 새로운 음운정보의 처리에 간섭을 일으킬 수 있다. 음운단기기억의 작업 공간에서 간섭과 혼란이 발생할 때 관찰될 수 있는 대표적인 오류는 음소의 생략과 동일한 음소의 반복이다(Ellis, 1980). 더불어, 음운정보를 정확하게 유지하기 위해서는 정보가 순서대로 기억되고, 이후 처리 과정에서도 순차적으로 접근하여 정보를 올바르게 배열해야 한다(Ryu & Ha, 2018). 그러나 이 과정에서 어려움이 발생하면 음소 간의 전환 오류, 또는 음절 구조의 채편성 등의 오류가 나타날 수 있다(McCormack et al., 2000). 이러한 오류는 음운정보를 정확하게 구별하고 저장하는데 문제가 있음을 시사한다(Oh & Ha, 2021). 따라서, 대상자가 음운정보를 어떻게 유지하고, 조작하며, 재생산하는지를 보다 정밀하게 평가하기 위해서는 이와 같은 오류의 특성을 종합적으로 분석할 필요가 있다.

조음전환 단계에서는 조음 운동을 계획하고, 이를 프로그래밍하여 실행하는 과정이 포함된다. 이 과정에서 조음의 전환은 말 움직임의 속도, 강도의 변화, 그리고 분절음, 음절, 형태소 경

계 내에서 나타나는 시공간적인 이상을 기반으로 한다(McCabe et al., 2017). 발화를 위한 운동 계획에는 개별 음소에 대한 공간적 지시뿐만 아니라 타이밍에 대한 시간적 지시도 포함된다(Oh & Ha, 2021). 동시조음 과정에서 이러한 타이밍 조절에 실패할 경우, 다양한 오류가 발생할 수 있다. 예를 들어, 비음이나 모음 등 음소가 첨가되거나(Shriberg et al., 2009), 운동 명령의 부조화로 인해 유·무성음이 대치되거나, 성대가 과도하게 긴장되어 평음이 경음으로 대치되거나, 중성 위치에 새로운 음소가 첨가되어 뒤따르는 음소가 경음화되는 현상(예: ‘매뚜기’→/매뚝기/)이 관찰될 수 있다(Oh & Ha, 2021). 또한, 이러한 결함은 발화 속도가 느려지는 현상으로도 이어질 수 있다(Kim, 2003). 따라서 조음전환의 능력을 살펴보기 위해서는 음소의 첨가나, 유·무성음의 대치 오류와 같은 현상들을 면밀히 분석할 필요가 있다.

이상의 연구들을 종합해보면 음운부호화, 음운단기기억, 조음전환과 같은 말 처리 단계는 각각 고유한 특성을 지니며, 이러한 특성에 따라 관찰되는 오류의 형태도 상이하다는 것을 알 수 있다. 그러나 기존 연구들은 말 처리 능력을 평가할 때 단계별 특성을 충분히 고려하지 않은 채 대치, 생략, 왜곡 등의 넓은 범주로 접근하여 음소와 음절 수준에서 자·모음의 정확도(Kalnak et al., 2014; Lee & Sim, 2003; Pham et al., 2018)와 항목 정확도(Hwang, 2014; Hwang & Ha, 2010; Láazaro et al., 2018)를 측정해왔다. 이러한 방법들은 표면적인 오류를 파악하는데 유용할 수 있으나, 말 처리 능력을 보다 정밀하게 평가하기 위해서는 더 구체적인 기준이 필요하다.

가령, 음운부호화 능력에 결함이 있을 경우나 음운단기기억 능력에 문제가 있을 경우 모두 넓은 범주의 ‘대치’ 오류가 나타날 수 있다. 그러나 동일한 대치 오류라고 해도, 이 오류가 발생한 말 처리 단계에 따라 그 특성이 상이할 수 있다. 앞서 열거한 선행연구와 같이 음운을 부호화하는 과정에서 발생하는 대치 오류는 유사한 음소 간의 대치가 빈번하게 나타난다. 반면, 음운단기기억 과정에서 발생하는 대치 오류는 길이가 긴 음절 내에서 음소 전환이나 동일한 음소의 반복으로 인한 대치 오류일 가능성이 높다. 따라서 같은 대치 오류라고 하더라도, 그 특성에 따라 해당 오류가 음운부호화의 문제에서 기인한 것인지, 음운단기기억의 문제에서 기인한 것인지를 구별할 필요가 있으며, 이러한 차이는 단순히 큰 범주의 오류에 대한 음소정확도 평가방식으로는 파악하는 데 한계가 있다.

이러한 한계를 보완하기 위해서는 각 말 처리 단계의 특성을 반영한 평가방법의 개발이 필요하며, 이를 위해 단계별 특성을 고려한 오류 기준을 정의하고 이에 대한 심도 있는 문헌고찰이 선행되어야 할 것이다.

본 연구는 선행 연구를 바탕으로 각 단계에서 발생할 수 있는 오류 특성을 규정하고, 이러한 오류 특성을 반영한 오류율 또는 정확도를 토대로 집단 간 수행력이 차이를 비교 분석하고자 하였다. 구체적으로, 동일한 조음특성 간 대치 오류를 음운부호화 능력으로, 순서(전환), 반복, 생략 오류를 음운단기기억 능력으로, 유·무성음 간 대치 오류와 음소 첨가 오류를 조음전환 능력으로 정의하였다. 이를 통해, 각 오류 특성에 따른 수행력 차이

를 정교하게 분석하고자 하였다. 이에 대한 연구 질문은 다음과 같다.

1. 동일한 조음특성에서 발생하는 대치 오류율 및 정확도는 의사소통장애 집단과 일반 집단을 구분할 수 있는가?
2. 순서(전환), 반복, 생략 오류율 및 정확도는 의사소통장애 집단과 일반 집단을 구분할 수 있는가?
3. 유·무성음 간 대치, 음소 첨가 오류율 및 정확도는 의사소통장애 집단과 일반 집단을 구분할 수 있는가?

2. 연구 방법

2.1. 문헌검색

음운부호화, 음운단기 기억, 조음전환 능력을 분석하기 위한 방법을 살펴보기 위해 국외 데이터베이스와 학술지 검색을 통해 관련 연구들을 수집하였다. 국외 데이터베이스(Academic Search Complete, Eric, PsycINFO, PubMed, Google Scholar)를 사용하였고, 검색어로는 phonological memory deficits, immediate recollection of non-words, serial recall, phonological encoding, phonological perception, motor programming, phonological transitions, non-word repetition task를 활용하여 검색하였다. 또한 출판년도는 2000-2024년 사이 국내외 학술지에 게재된 연구만으로 제한하였다.

2.2. 연구 선정

본 연구에서는 앞서 규정한 오류분석 기준을 통해 집단 간 수행 수준을 비교한 연구들을 대상으로 하였다. 연구 선정 기준은 다음과 같다. (1) 연구 참여자는 의사소통장애 아동과 성인, 일반 아동과 성인을 포함하였고, 난독증 집단의 경우, 말 언어처리 과정에 결함이 있는 것으로 간주되어 예외적으로 의사소통장애 집단에 포함하였다. 그 외 행동, 정서, 정신 문제를 보이는 집단은 제외하였다. (2) 연구방법으로는 듣고 즉각 회상해서 말하기, 비단어 따라말하기, 단어 따라말하기 과제를 실시한 연구는 포함하였으며, 그 외 숫자 따라말하기, 판단하기, 쓰기, 기기 영상 분석 등의 과제를 사용한 연구는 제외하였다. (3) 비교집단으로 일반 발달 아동 또는 성인을 포함하였으며, 그 외는 제외하였다. (4) 결과 산출은 공유되는 조음 특성 간 대치 오류를 반영한 오류율 또는 정확도, 순서(전환), 반복, 생략 오류를 반영한 오류율 또는 정확도, 유·무성음 간 대치 오류 및 음소 첨가 오류를 반영한 오류율 또는 정확도로 분석한 연구를 포함하였으며, 이 외의 방법으로 분석된 연구는 제외하였다. (5) 연구는 무작위 대조 연구, 준실험 연구를 포함하였으며, 개별 사례 연구, 조사 연구, 질적 연구는 제외하였다. 이러한 기준에 따라 총 21편의 논문을 선정하였으며, 자세한 선정 기준은 표 1에 제시하였고, 선정 과정은 그림 1에 순서도로 제시하였다.

표 1. 연구의 선정기준
Table 1. Selection criteria for research

	Inclusion criteria	Exclusion criteria
Subject	Children or adults with typical development Children or adults with communication difficulties Children or adults with dyslexia and poor reading comprehension	Children and adults with psychological, emotional, and behavioral problems
Method	Immediate serial recall task Serial recall of items task Repeat the non-words task Repeat the words task	Digit span task Read task Write task Judge task
Results	Phonological encoding : Substitution error results between identical articulatory features Phonological short-term memory : Sequence, repetition, and omission error results Articulation transcoding : Substitution error results between voiced and voiceless sounds, phoneme addition error results	Error rate without analysis criteria Accuracy without analysis standards
Design	Randomized controlled study Quasi-experimental study	Individual case studies Research study Qualitative research

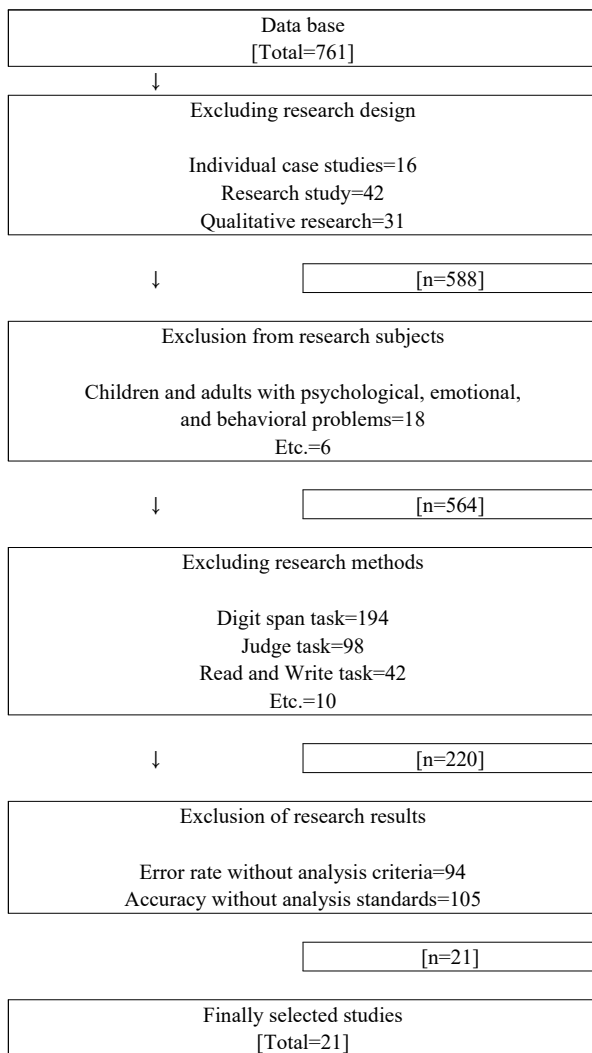


그림 1. 연구의 선정 절차

Figure 1. Flow chart of studies included from database searching

3. 자료분석

3.1. 연구의 질

연구의 질적 평가를 위해 Gersten et al.(2005)의 필수적인 질 지표(essential quality indicator)를 사용하여 3점 척도(1점: 부적절, 2점: 불명확, 3점: 적절)로 평가하였다. 집단별 할당 방법, 실험 과제에 대한 구체적인 기술과 평가내용, 본 연구의 목적과 연관된 결과 측정 등을 분석하였다. 그 결과, 총 21편 논문의 논문 중 7편은 평균 2.5점, 14편은 평균 3점으로 평가되었다.

3.2. 출판편향 검증

포함된 연구들의 출판편향 오류를 검증하기 위해 funnel plot을 통해 좌우대칭성을 시각적으로 확인한 후(그림 2), 비대칭성에 대한 통계분석을 위해 Egger의 회귀분석을 실시하였다. 분석 결과, $bias=2.74(t=1.98, df=19, p>.05)$ 로 본 연구에 포함된 연구들에 대한 출판편향은 통계적으로 유의하지 않음을 확인하였다.

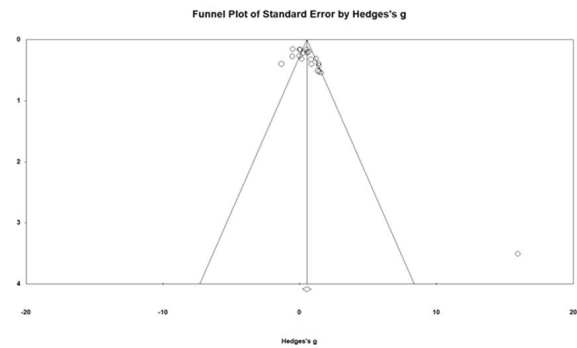


그림 2. 분산 도표
Figure 2. Funnel plot

4. 자료코딩 및 메타분석

본 연구에서 선정된 연구 21편의 연구에 포함된 과제분석의 특성 및 연구에 대한 정보를 추출하여 코딩하였고, 각 문헌의 연구자, 출판년도, 독립변인 및 종속변인의 통계적 수치(평균, 표준편차, 표본크기, p 값, t 값)를 사용하여 효과크기를 분석하였다. 이를 위해 메타분석을 위한 통계 프로그램 CMA4(Comprehensive Meta-Analysis. 4, Biostat Imaging LLC, Addison, TX, USA)를 사용하였고, 평균 효과크기는 Hedge's g 를 사용하여 산출하였다.

전체 21편의 문헌 중 10% 이상에 해당하는 2건의 논문에 대해 독립된 연구자가 코딩하고, 효과크기를 산출하여 신뢰도를 평가하였다. 그 결과, 평가자 간 신뢰도는 100%를 나타내었다.

5. 연구결과

5.1. 연구대상

본 연구의 분석 대상으로 선정한 총 21편의 논문은 아동부터 성인까지를 모두 대상으로 하였다. 총 1,442명의 대상자 중 일반집단 889명, 난독증 집단 195명, 말소리장애 집단 174명, 언어 지연 집단 95명, 실행증+실어증 집단 64명, 아동기말실행증 집단 12명으로 구분되었고, 연령은 3세부터 84세까지 다양하였다.

5.2. 음운부호화 오류특성에 따른 효과크기

공유하는 조음 특성 간 대치 오류율 및 정확도에 대해 집단 간 수행 차이를 분석한 결과, 효과크기는 $g=.46, p<.05, 95\%$ 신뢰구간[.01, .91]으로 나타났다(그림 3). 이는 의사소통장애 집단이 조음 특성 간 대치 오류를 더 빈번하게 발생시키는 것으로 해석할 수 있다.

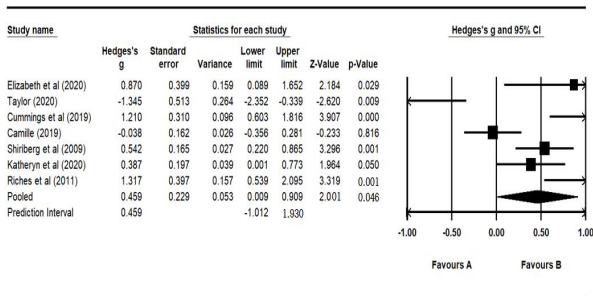


그림 3. 음운부호화 메타분석 결과
Figure 3. Phonological encoding meta-analysis results

5.3. 음운단기 기억 오류특성에 따른 효과크기

순서(전환), 반복, 생략 오류율 및 정확도에 대한 집단 간 수행 차이를 분석한 결과는 그림 4와 같다. 효과크기는 $g=.57$, $p<.05$, 95% 신뢰구간 [.11, .1.02]에 해당되었다. 이는 의사소통장애 집단이 순서, 반복, 생략 오류를 더 빈번하게 나타내는 것으로 해석할 수 있다.

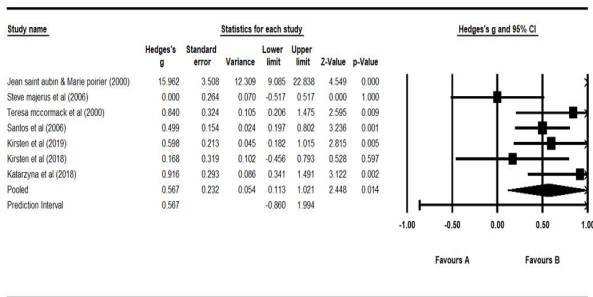


그림 4. 음운단기 기억 메타분석 결과
Figure 4. Phonological short-term memory meta-analysis results

5.4. 조음전환 오류특성에 따른 효과크기

유·무성음 간 대치, 새로운 음소 첨가 오류율 및 정확도에 대해 집단 간 수행 차이를 살펴본 결과, 효과크기는 $g=.63$, $p<.05$, 95% 신뢰구간 [.01, 1.25]에 해당되었다(그림 5). 즉, 의사소통장애 집단이 유·무성음 간 대치, 음소 첨가 오류를 더 빈번하게 나타내는 것으로 해석할 수 있다.

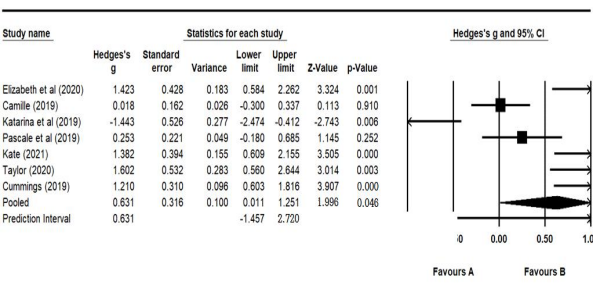


그림 5. 조음전환 메타분석 결과
Figure 5. Articulatory transition meta-analysis results

6. 논의 및 결론

본 연구는 메타분석을 통해 말 처리 단계를 음운부호화, 음운 단기 기억, 조음전환으로 구분하여 각 단계별 평가방법의 근간을 마련하고자 하였다. 이를 위해 2000년도부터 2024년까지의 관련 연구 중 선정기준에 따라 총 21편의 연구를 선정하였고, 각 단계별 오류특성에 대한 효과크기를 살펴보았다. 연구에 참여한 대상자는 총 1,442명으로, 대상자 중 일반집단 889명, 난독증 집단 195명, 말소리장애 집단 174명, 언어지연 집단 95명, 실험증+실어증 집단 64명, 아동기말실험증 집단 12명으로 분석되었다.

먼저, 조음특성 간의 대치 오류를 통해 집단 간 차이를 살펴본 결과, 중간 정도의 효과크기가 나타났다. 이러한 결과는 의사소통장애 집단이 음소를 정확히 인식하고 구별하는 데 어려움을 겪을 수 있으며, 이러한 지각적 혼동이 동일한 조음위치나 조음방법을 가진 음소에서 발생할 가능성이 높다는 것을 의미한다.

이러한 결과는 Flemming(2005)과 Ettlinger et al.(2013)가 보고한 바와 같이, 동일한 조음 특성을 가진 음소들 간 혼동이 빈번하게 발생한다는 결과와 일치하다. 또한, Miller & Nicely(1955), McQueen et al.(2006), 그리고 Shirberg et al.(2009) 등의 연구에서 음운부호화 결함이 조음방법을 공유하는 자음 간의 대치나, 조음방법이 동일하면서 조음위치만 다른 음소로의 대치 오류와 청지각적 결함 사이에 밀접한 연관성이 있다는 결과와도 부합한다.

말소리를 인식하는 초기 단계에서 인간은 음소를 범주화하여 처리하게 된다. 이 과정에서 음향학적 특성이 유사한 음소들은 동일한 범주로 인식되기 쉽고, 이러한 유사성은 음소 간의 음향적 차이를 정밀하게 부호화하는 능력에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 음운부호화 과정에서 이러한 차이를 정교하게 처리할 수 있는 능력은 정확한 말소리 산출을 위한 필수 요소이며, 나아가 말 처리의 정확성과 효율성을 결정짓는 핵심 요인으로 작용한다.

결론적으로, 이러한 메타분석 결과는 음운부호화 능력을 평가할 때, 동일한 조음 특성을 공유하는 음소의 정확한 지각이 중요하게 고려되어야 하며, 이러한 평가 기준이 음운부호화 능력 평가에 효과적으로 활용될 수 있음을 시사한다.

다음으로 순서(전환), 반복, 생략 오류를 분석한 결과, 집단 간 차이에 중간 정도의 긍정적 효과를 가진다고 나타났다. 음운 단기 기억과 관련한 연구 7편에서 오류 특성을 조사한 결과, 오류 유형은 크게 순서 오류, 생략 오류, 목록 내 항목 반복 오류, 결함 오류 등으로 구분할 수 있었다. 이 중 가장 보편적으로 관찰되는 오류는 위치가 바뀌는 순서(전환) 오류(예: ABCD→ABDC), 마지막이나 처음에 들었던 항목으로 반복하는 반복 오류(예: ABCD→ABBB), 들었던 항목 일부를 빠트리는 생략 오류(예: ABCD→AB) 등이다.

Burgess & Hitch(1999)의 연구에 따르면, 들은 항목을 정확하게 다시 재생하기 위해서는 맥락 노트와 항목 정보 간의 상호작용

용이 필수적이다. 그러나 단기기억 용량이 제한적일 경우, 맥락 노드의 패턴이 왜곡되거나 잘못 재생되면서 결과적으로 잘못된 순서로 회상하는 오류가 발생한다. 즉, 기억 용량이 부족하면 정보의 정확한 순서를 유지하기 어려워지며, 이는 순서(전환) 오류의 주요 원인으로 작용할 수 있다.

또한, 초두 효과와 최신 효과도 기억에서 중요한 역할을 한다. 이 두 효과는 정보를 연속적으로 회상할 때 목록의 앞부분과 마지막 부분에 위치한 항목들이 상대적으로 정확하게 인출되는 경향을 나타내는 현상이다. 반면, 목록의 중간 부분에 위치한 항목들은 단기기억의 한계로 인해 특정 오류가 발생하기 쉬운데, 이러한 오류로는 생략과 대치 오류가 있다(Thomas & Nelson, 2001).

초두 및 최신효과에 따른 대치 오류는 처음에 들었던 음소나 마지막에 들었던 음소로 대체되는 경우이다. 이는 기억의 편향이 음소 인식과 회상에 영향을 미친다는 것을 시사한다. 이러한 편향은 동일한 항목으로의 반복 오류를 유발하는 주된 원인으로 작용할 수 있다.

따라서 이러한 메타분석 결과는 음운 단기기억의 오류를 이해하는 데 중요한 통찰을 제공한다. 순서(전환)오류, 반복 오류, 생략 오류의 발생 원인은 단기기억의 용량 제한과 그에 따른 맥락 노드 패턴 왜곡, 초두 효과와 최신 효과의 복합적인 요인에 기인하며, 이를 바탕으로 음운단기기억 능력을 평가한다면 보다 정교하고 유의미한 결과를 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

마지막으로, 음소 첨가 오류 및 유·무성음 간 대치 오류를 통해 집단 간 차이를 분석한 결과, 중간 정도의 긍정적 효과가 나타났다.

조음운동을 위한 근육 움직임이 잘 조직되려면, 말 운동 프로그램과 관련된 정확한 명령이 선행되어야 한다. 이러한 명령은 다양한 조음기관의 적절한 협응, 근육 움직임의 조절, 그리고 타이밍 제어가 포함된다. 이 과정에서 결함이 발생하면 비정상적인 말 산출 오류가 나타날 수 있다.

보통 말실행증과 아동기말실행증 집단에서 이러한 비정상적인 말 산출 오류가 두드러지며, 연구에 따르면 이 집단에서는 유성 자음을 무성 자음으로 대체를 하거나, 단어 내 음절 간 발화 시간이 길어지면서 자음이 왜곡되거나 모음 또는 비음이 첨가되는 등의 오류가 발생한다고 보고되었다(Shriberg et al., 2009). 국내 중재연구에서도 아동기말실행증 아동이 /주사기/를 [주각기], /거부기/를 [겉끄디], /고구마/를 [고모마]로 발화하며 음소를 첨가하거나 경음화로 대체하는 비정상적인 오류를 보였다고 보고된 바 있다. 이러한 오류는 조음전환 과정에서 시간적, 공간적 파라미터의 손상으로 인한 것으로 추정된다(Oh & Ha, 2021).

정리하면, 음소 첨가와 유·무성음 간 대치 오류는 말 운동 계획 및 프로그램의 생성, 수정, 인출 과정에서의 결함을 시사한다. 이러한 오류를 분석함으로써 조음전환 능력을 평가할 수 있으며, 이는 말운동 관련 특정 집단을 구분하는 데 중요한 정보를 제공할 것이다.

본 연구는 추상적인 말 처리 단계를 음운부호화, 음운단기기

억, 조음전환의 세 영역으로 세분화하여 각 단계의 능력을 평가할 수 있는 기준의 타당성을 검토하고자 하였다. 말소리장애의 원인을 보다 정밀하게 진단하기 위해서는 표면적인 오류 분석을 넘어, 대상자가 직면한 결함의 기저 원인을 명확히 구분할 수 있는 세분화된 평가방법이 필요하다. 이러한 접근을 통해 대상자의 말 처리 과정에서 발생하는 문제의 본질을 깊이 이해하고, 보다 효과적인 중재 전략을 수립하는 데 기여할 것으로 기대된다.

따라서 본 연구는 오류 특성 기준을 세 가지 영역으로 나누어 분석하고, 이에 대한 증거 기반 자료를 제공했다는 점에서 중요한 의의를 갖는다. 그러나 오류 특성 기준의 신뢰성을 더욱 높이기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다. 특히, 다양한 말·언어장애 집단을 대상으로 비단어 따라말하기 과제를 실시하고, 각 단계별 분석을 통해 심층적으로 검토하는 작업이 중요한 과제로 남아있다. 이러한 연구가 진행됨으로써 말소리장애, 나아가 의사소통장애의 보다 정교한 평가와 중재 전략 개발에 기여할 수 있을 것이다.

References

- Burgess, N., & Hitch, G. J. (1999). Memory for serial order: A network model of the phonological loop and its timing. *Psychological Review*, 106(3), 551-581.
- Caramazza, A., Miceli, G., & Villa, G. (1986). The role of the (output) phonological buffer in reading, writing, and repetition. *Cognitive Neuropsychology*, 3(1), 37-76.
- Ellis, A. W. (1980). Errors in speech and short-term memory: The effects of phonemic similarity and syllable position. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19(5), 624-634.
- Ettlinger, M., Yund, E. W., Herron, T. J., & Woods, D. L. (2013). Phonological confusions in verbal working memory. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(5_suppl), 4232.
- Flemming, E. (2005). Speech perception and phonological contrast. In D. B. Pisoni, & R. E. Remez (Eds.), *The handbook of speech perception* (pp. 156-181). Oxford, UK: Blackwell.
- Gersten, R., Fuchs, L. S., Compton, D., Coyne, M., Greenwood, C., & Innocenti, M. S. (2005). Quality indicators for group experimental and quasi-experimental research in special education. *Exceptional Children*, 71(2), 149-164.
- Hwang, J., & Ha, S. (2010). Nonword repetitions of 2- to 5-year-old typically developing children. *Communication Sciences & Disorders*, 15(4), 561-571.
- Hwang, M. (2014). Working memory of children with reading comprehension difficulty: Sentence repetition and nonword repetition. *Korea Journal of Learning Disabilities*, 11(1), 53-72.
- Kalnak, N., Peyrard-Janvid, M., Forssberg, H., & Sahlén, B. (2014). Nonword repetition: A clinical marker for specific language impairment in Swedish associated with parents' language-related

- problems. *PLOS ONE*, 9(2), e89544.
- Kim, J. Y., & Ha, J. W. (2024). Pilot study for the development of Korean and English speech processing task system. *Phonetics and Speech Sciences*, 16(2), 29-36.
- Kim, Y. J. (2003). Characteristics of AMR in apraxia of speech: A case study. *Communication Sciences & Disorders*, 8(1), 168-182.
- Lázaro, M., Rujas, I., Montero, I., Murillo, E., & Casla, M. (2018). Validation of a scale for a nonword repetition task to assess lexical development. *Anales de Psicología*, 34(1), 92-100.
- Lee, E. J., & Sim, H. S. (2003). Phonological memory in the nonword repetition of children: A comparison of functional phonologically disordered and normal children. *Communication Sciences & Disorders*, 8(2), 127-145.
- McCabe, P., Murray, E., Thomas, D. C., & Evans, P. (2017). Clinician manual for rapid syllable transition treatment (REST). Camperdown, Australia: The University of Sydney
- McCormack, T., Brown, G. D. A., & Vousden, J. I., & Henson, R. N. (2000). Children's serial recall errors: Implications for theories of short-term memory development. *Journal of Experimental Child Psychology*, 76(3), 222-252.
- McQueen, J. M., Norris, D., & Cutler, A. (2006). Are there really interactive processes in speech perception? *Trends in Cognitive Sciences*, 10(12), 533.
- Miller, G. A., & Nicely, P. E. (1955). An analysis of perceptual confusions among some English consonants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 27(2), 338-352.
- Oh, D. H., & Ha, J. W. (2021). Development and clinical application of Korean-version nonword intervention to improve speech motor programming. *Phonetics and Speech Sciences*, 13(2), 77-90.
- Pham, G., Ebert, K. D., Dinh, K. T., & Dam, Q. (2018). Nonword repetition stimuli for Vietnamese-speaking children. *Behavior Research Methods*, 50(4), 1311-1326.
- Roepke, E., Bower, K. E., Miller, C. A., & Brosseau-Lapr , F. (2020). The speech "Bamana": Using the syllable repetition task to identify underlying phonological deficits in children with speech and language impairments. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 63(7), 2229-2244.
- Ryu, E. J., & Ha, J. W. (2018). Development and application of nonsense syllable repetition test for evaluating phonological retrieval and sequencing abilities. *Communication Sciences & Disorders*, 23(4), 992-1004.
- Shriberg, L. D., Lohmeier, H. L., Campbell, T. F., Dollaghan, C. A., Green, J. R., & Moore, C. A. (2009). A nonword repetition task for speakers with misarticulations: The syllable repetition task (SRT). *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52(5), 1189-1212.
- Shriberg, L. D., Lohmeier, H. L., Strand, E. A., & Jakielski, K. J. (2012). Encoding, memory, and transcoding deficits in childhood apraxia of speech. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 26(5), 445-482.
- Stackhouse, J., & Wells, B. (1997). *Children's speech and literacy difficulties: A psycholinguistic framework*. London, UK: John Wiley & Sons.
- Thomas, K. M., & Nelson, C. A. (2001). Serial reaction time learning in preschool- and school-age children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 79(4), 364-387.

• 류은주 (Eun-Joo Ryu)

대구대학교 언어치료학과 겸임교수
아이마중 아동청소년 발달센터 센터장
경상북도 경산시 진량읍 대구대로 201
경상북도 울산 남구 봉월로 167
Tel: 053-850-4327
Email: hyej1234@haamail.netr
관심분야: 말소리장애, 음운처리

• 하지완 (Ji-Wan Ha) 교신저자

대구대학교 언어치료학과 교수
경상북도 경산시 진량읍 대구대로 201
Tel: 053-850-4327
Email: jw-ha@daegu.ac.kr
관심분야: 말소리장애, 음운처리

메타분석을 통한 말 처리 분석방법의 효과 연구: 음운부호화, 음운단기 기억, 조음전환을 중심으로*

류 은 주^{1,2} · 하 지 완¹

¹대구대학교 언어치료학과, ²아이마중 아동청소년 발달센터

국문초록

본 연구는 심리언어학적 관점에서 말 처리 단계를 음운부호화, 음운단기 기억, 조음전환으로 구분하여 각 단계별 평가방법의 근간을 마련하고자 하였다. 이를 위해 2000년부터 2024년까지 발표된 연구 중 선정 기준에 따라 총 21 편의 논문을 메타분석하였으며, 총 1,442명의 대상자를 포함하였다. 연구대상자는 일반집단, 난독증 집단, 말소리 장애 집단, 언어지연 집단, 실행증+실어증 집단, 아동기말실행증 집단으로 구성되었다. 분석 결과, 음운부호화 오류 특성의 집단 간 차이에 대한 효과크기는 $g=.46$, 음운단기 기억 오류 특성의 집단 간 차이에 대한 효과크기는 $g=.57$, 조음전환 오류 특성의 집단 간 차이에 대한 효과크기는 $g=.63$ 으로 나타났다. 이는 각각 대치 오류, 순서 및 반복 오류, 음소 첨가 및 유·무성음 간 대치 오류가 해당 능력 평가에 유용한 지표임을 시사한다. 본 연구는 말·언어장애를 다양한 시각으로 접근하는 데 기여하며, 오류 특성을 세부적으로 분석하여 말 언어장애의 원인을 보다 명확히 이해할 수 있는 방법을 제시한다. 향후 연구에서는 다양한 말·언어장애 집단을 대상으로 비단어 따라말하기 과제를 실시하고, 각 단계별 분석을 통해 심층적으로 살펴볼 필요가 있다. 이를 통해 제안된 분석 방법의 타당성을 검증하고, 말 언어장애 평가와 치료에 유용한 데이터를 제공할 수 있을 것이다.

핵심어: 음운부호화, 음운단기 기억, 조음전환

참고문헌

- 김윤정 (2003). 말실행증 환자(Apraxia of speech)의 AMR 수행 특성: 사례 연구. *언어청각장애연구*, 8(1), 168-182.
- 김지영, 하지완 (2024). 한국어-영어 말처리 평가시스템 개발을 위한 기초 연구. *말소리와 음성과학*, 16(2), 29-36.
- 류은주, 하지완 (2018). 음운 인출 및 배열 처리 능력 평가를 위한 무의미음절 따라말하기 검사의 개발 및 적용. *언어청각장애연구*, 23(4), 992-1004.
- 오다희, 하지완 (2021). 말운동프로그램 향상을 위한 한국어 비단어 중재접근법의 확립 및 임상 적용. *말소리와 음성과학*, 13(2), 77-90.
- 이은주, 심현섭 (2003). 무의미 음절 따라말하기를 통한 단순조음 음운장애아동과 정상아동의 음운기억 수행능력 비교연구. *언어청각장애연구*, 8(3), 127-145.
- 황민아(2014). 읽기이해부진 아동의 작업기억 특성: 문장 따라말하기 및 비단어 따라말하기 검사를 중심으로. *학습장애 연구*, 11(1), 53-72.
- 황진경, 하승희 (2010). 2~5세 일반아동의 무의미단어 따라말하기. *언어청각장애연구*, 15(4), 561-571.

* 이 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRT-2022S1A5B5A17045720).