

## Speech-Language Pathologists' Experiences and Perspectives on the Use of Digital Therapeutics for Adults With Dysarthria

Jeong Eun Kim<sup>1</sup>, Tae-Jin Song<sup>2</sup>, Ji Young Na<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Communication Disorder, Graduate School, Korea Nazarene University, Doctoral Student

<sup>2</sup> Dept. of Neurology, Seoul Hospital, Ewha Womans University College of Medicine, Associate Professor

<sup>3</sup> Dept. of Communication Disorder, Korea Nazarene University, Assistant Professor

**Purpose:** This study aimed to investigate speech-language pathologists' perspectives on clinical interventions using digital therapeutics for adults with dysarthria and to suggest factors to consider when developing digital therapeutics for these patients.

**Methods:** A survey was conducted with 100 level 1 and 2 certified speech-language pathologists residing in Korea. The survey consisted of sections on demographic information, experience in dysarthria assessment and intervention, explanation of digital therapeutics, and perspectives on digital therapeutics.

**Results:** First, less than half of the speech-language pathologists had experience using digital therapeutics, primarily to maintain patient engagement and interest, while those without experience cited lack of information as the main reason. Second, neurogenic speech-language disorders were identified as the most suitable area for digital therapeutics application, with analysis of patients' strengths and weaknesses ranked as the most important factor when using these tools. Third, speech-language pathologists mainly utilized data obtained from digital therapeutics to monitor patient progress and emphasized the need for content improvement, such as diversification and customization of treatment.

**Conclusions:** These results suggest that developing digital therapeutics for adults with dysarthria requires a data-driven approach reflecting speech-language pathologists' expertise and user-friendly design. The development of educational programs for speech-language pathologists and intuitive interface design to improve accessibility were identified as important factors for introducing digital therapeutics in clinical settings. Effective clinical application of digital therapeutics requires a multidisciplinary approach combining clinical insights with technological innovation. This study establishes a foundation for digital therapeutics research and hopes to contribute to the development of digital therapeutics that reflect speech-language pathologists' expertise, evolving beyond mere technological tools into meaningful instruments for clinical practice.

**Keywords:** Dysarthria, digital therapeutics, speech-language pathologist, perception, experience

**Correspondence :** Ji Young Na, PhD

**E-mail :** sunqueen4@kornu.ac.kr

**Received :** February 28, 2025

**Revision revised :** April 02, 2025

**Accepted :** April 30, 2025

This research was supported by a grant of the Korea Health Technology R & D Project through the Korea Health Industry Development Institute (KHIDI), funded by the Ministry of Health & Welfare, Republic of Korea (grant number : RS-2023-00262087).

### ORCID

Jeong Eun Kim

<https://orcid.org/0009-0003-2838-4843>

Tae-Jin Song

<https://orcid.org/0000-0002-9937-762X>

Ji Young Na

<https://orcid.org/0000-0002-1688-7887>

## 1. 서론

마비말장애는 중추 또는 말초신경계의 손상으로 인해 말 산출과 관련된 근육 조절에 문제가 생겨 움직임 패턴, 속도, 범위, 긴장조절, 협응 등의 문제가 나타나 말 산출에 어려움을 보이는 장애이다(Duffy, 2013). 이러한 근긴장과 통제의 문제는 호흡, 발성, 조음, 공명, 운율 등 말소리 산출의 전체적인 영역에 영향을 미쳐 구어로 의사소통을 하는 데에 어려움을 갖게

한다(Duffy, 2005; Freed, 2000). 성인 마비말장애의 주요 원인 중 하나는 뇌졸중으로, 뇌졸중 환자의 약 35~57%가 마비말장애를 동반하며 뇌졸중 생존자의 약 40%에게는 다양한 유형의 장애가 남는다(Flowers et al., 2013; Hankey et al., 2002). 성인기에 갑작스럽게 발병하는 마비말장애는 구어 의사소통의 어려움을 포함하여 자신감 상실, 타인과의 관계 단절 등 사회심리학적 측면에서도 어려움을 불러 일으킨다. 결국에는 의사소통 방식의 변화로 삶의 질 저하까지 이어진다(Hwang et al., 2018).

이러한 마비말장애를 증재하기 위해서는 마비말장애를 가진 환자 개인의 필요와 목표를 평가하고 맞춤형된 언어치료가 필요하다(Mitchell et al., 2018). 마비말장애의 말평가는 주로 언어재활사

의 청지각적 평가를 통해 실시된다(Wannberg et al., 2016). 모음연장발성, 단어 읽기, 문단 읽기 등의 과제를 이용해 마비말장애 환자의 말을 수집하여 말의 하부체계를 중심으로 영역을 나누어 청지각적 요소를 평가한다(Darley et al., 1969). 청지각적 평가는 특별한 장비 없이 간단하게 평가할 수 있다는 장점이 있지만, 평가에 사용되는 공통된 척도가 없으며 임상가의 주관적인 판단에 의존하기 때문에 정량화가 어렵고 회복에 따른 환자의 미묘한 변화를 객관적으로 제시하지 못한다는 제한점을 지니고 있다(Byeon, 2010; Ferrand, 2007). 언어재활사의 평가를 바탕으로 마비말장애 환자의 의사소통 능력을 향상시키기 위한 중재가 진행된다. 발병 초기의 집중적이고 반복적인 언어치료가 신경학적 회복을 도울 수 있으며(Kiran & Thompson, 2019; Robertson & Thomson, 1984), 병원 입원 당시뿐 아니라 퇴원 후에도 지속적인 치료가 필요하다. 그러나 환자의 치료 접근성, 환자 이동의 어려움, 상당한 의료비용의 발생으로 치료의 횟수를 늘리고 치료를 유지하는 것에 어려움이 있다(Lee, 2022). 또한, 개개인 환자의 상태에 따라 언어치료 전문가의 상당한 시간과 노력을 수반하기 때문에 전문가에게 환자가 필요한 충분한 치료를 받기 어렵다는 점도 있다(Avan et al., 2019).

이러한 마비말장애 평가와 중재의 제한점을 보완하기 위해서는 객관적이고 정량화된 평가와 만성질환의 영역에서의 지속적인 중재를 위한 방안으로 디지털 치료제(digital therapeutic: DTx)가 하나의 해결책이 될 수 있다. 디지털 치료제는 약물, 주사 등 전통적 치료 방식에서 벗어나 모바일 앱, 가상현실, 인공지능, 게임 등의 방식으로 질병을 치료, 예방, 관리하고자 하는 것으로 기존의 전통적 치료방식과 동일하게 임상시험을 통해 효과가 검증되어야 하며, 활용 시 의사의 처방을 필요로 한다(Korea Health Industry Development Institute: KHIDI, 2019). 또한, 사용자 스스로 데이터를 수집할 수 있게 하여 의료진의 실시간 모니터링과 개인 맞춤형 치료를 지원하기도 하며(KHIDI, 2019). 단순 건강 관리를 위한 식습관, 운동 관련 정보 수집 등이 아닌 특정 질환에 대한 치료와 예방 관리를 주목적으로 사용된다(Son, 2023). 디지털 치료제를 환자에게 적용 시 물리적, 시간적 제한이 적고 다수의 환자에게 적용이 가능하여 의료비를 절감할 수 있으며 의료 공급 부족이나 지역 간 의료 접근성 편차 문제를 보완할 수 있다(Kim et al., 2020). 또한 데이터를 수집할 수 있는 장점 때문에 급성기 환자를 위한 집중적 중재는 물론, 만성기 환자를 위한 기능 유지 및 증진에도 많은 도움을 줄 수 있다(Park et al., 2022).

디지털 치료제는 전 세계적으로 활발하게 개발이 이루어지고 있다. 특히 디지털 치료제 시장이 가장 발달한 미국에서는 중추신경계 질환처럼 치료제 개발이 어렵고 많은 시간과 비용이 요구되는 영역이나, 행동이나 습관 변화를 통해 치료 효과를 높일 수 있는 만성질환을 중심으로 한 디지털 치료제가 주를 이루고 있다(Kim et al., 2022). 국내에서도 디지털 치료제에 대한 관심과 개발이 증가하고 있으며, 일반 의학, 정신건강 및 심리치료 분야, 재활 분야 등 다양한 분야에서 개발 및 적용되고 있다.

본 연구에서는 디지털 치료제를 임상시험을 통해 승인받은 공식적인 치료제로 한정하지 않고, 더 넓은 범위의 디지털 기술을

활용한 언어치료 중재 도구로 정의하였다. 이는 국내·외에서 언어재활 분야에서 디지털 기술을 이용한 프로그램은 다수 개발되었지만 임상시험을 완료한 프로그램은 드물기 때문이다(Kim et al., 2023). 따라서 본 연구의 설문조사에서는 환자의 건강과 관련된 상품이나 서비스를 디지털 기술을 사용하여 제공하는 포괄적인 도구들을 디지털 치료제 범주에 포함하였다(World Health Organization: WHO, 2021). 이러한 접근은 언어재활 분야에서 디지털 기술 활용의 현황과 인식을 폭넓게 파악하고, 향후 공식적인 디지털 치료제 개발의 기초 자료를 마련하는 데 목적이 있다.

언어재활 분야에서도 다양한 디지털 기술을 활용한 평가 및 중재 연구가 활발히 진행되고 있다. 아직 임상시험을 통과하여 식품의약품안전처 승인을 받은 디지털 치료제는 없지만, 증강현실(augmented reality: AR)과 애플리케이션 등을 활용한 연구들이 이어지고 있다. 증강현실 기술을 활용한 연구로는 인공와우 이식 아동의 청능재활 프로그램(Bae et al., 2016), 자폐스펙트럼장애 아동의 의문사 습득 연구(Kim et al., 2019), 브로카 실어증 환자의 동사 이름대기 중재(Kim & Kwon, 2020) 등이 있다. 최근에는 디지털 기술 활용을 넘어 디지털 치료제로서의 개발을 목표로 하는 연구들도 진행되고 있는데, 언어발달장애 및 말소리장애 아동을 위한 언어·말 훈련 프로그램 ‘토크랜드’(Kim et al., 2023)와 자폐스펙트럼장애 아동의 의사소통능력 향상을 위한 ‘AVATA’(Choi, 2024) 등이 있다.

디지털 치료제는 언어재활 분야에서 새로운 방향을 제시하고 있으나, 아직 임상 현장에서는 생소한 개념이며 그 활용이 제한적이다. 디지털 치료제가 언어재활 현장에서 실질적인 도구로 자리 잡기 위해서는 환자들을 직접 평가하고 중재하는 언어재활사들의 전문적 견해가 무엇보다 중요한 역할을 할 수 있다. 특히 언어재활사들의 임상 경험과 전문성은 디지털 치료제의 실제적 적용 방안을 모색하고 그 효과성을 향상시키는 데 기여할 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 성인 마비말장애 환자에게 디지털 치료제를 이용한 임상적 중재에 대한 언어재활사의 견해를 조사하고, 성인 마비말장애 환자를 위한 디지털 치료제 개발을 위해 고려해야 할 요소들을 제시하고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 나사렛대학교 생명윤리위원회(Institutional Review Board: IRB)로부터 사전승인을 받은 후 실시되었다(No. IRB-2023-73). 성인 마비말장애 환자에게 디지털 치료제를 이용한 임상적 중재에 대한 언어재활사의 견해를 조사하기 위해 국내 거주 중인 1, 2급 언어재활사 100명을 대상으로 진행하였다. 대상자 모집은 연구의 편향성을 최소화하기 위해 언어재활사 카페, 주위 언어재활사 등 여러 매체를 통하여 이메일과 QR코드를 이용하여 모집하였다. 모집 공고에는 연구의 목적, 참여 방법, 소요 시간, 참여 자격 등을 명시하였다. 대상자들의 기본 정보는 Table 1과 같다.

**Table 1.** Participants' information

Category		n (%)
Gender	Female	86 (86.0)
	Male	14 (14.0)
Age (year)	20~29	29 (29.0)
	30~39	56 (56.0)
	40~49	15 (15.0)
	≥ 5	29 (29.0)
Clinical career (year)	5~9	51 (51.0)
	10~19	20 (20.0)
	≥ 20	29 (29.0)
Degree	Associate	6 ( 6.0)
	Bachelor	54 (54.0)
	Master	33 (33.0)
	Doctorate	7 ( 7.0)
Certificate of clinical competence	State-authorized certificate (level 1)	48 (48.0)
	State-authorized certificate (level 2)	52 (52.0)
Work setting	Private center	48 (42.5)
	Community center	16 (14.2)
	Hospitals	41 (36.3)
	Etc.	8 ( 7.0)
Location	Seoul	29 (29.0)
	Incheon · Gyeonggi-do	32 (32.0)
	Gangwon-do	6 ( 6.0)
	Daejeon · Chungcheong-do	19 (19.0)
	Gwangju · Jeolla-do	3 ( 3.0)
	Busan · Ulsan · Gyeongnam	9 ( 9.0)
Daegu · Gyeongbuk	2 ( 2.0)	
Total		100 (100.0)

## 2. 연구 도구

본 연구의 설문지는 선행 연구 분석과 연구자들의 논의를 기반으로 1차로 작성되었다. 설문지의 타당도를 검증하기 위해 언어병리학 교수 2인이 검토한 후 피드백을 바탕으로 수정 및 보완하여 2차 설문지를 제작하였다. 설문지의 순서와 질문의 내용이 적절한지 살펴보기 위해 언어재활사 2인에게 예비 설문을

을 실시하여 최종적으로 설문지를 수정하고 완성하였다.

설문은 총 4영역으로 구성하였다. 설문 영역은 (1)응답자의 기본 정보에 대한 영역(7문항), (2)성인 마비말장애 평가 및 증재 경험에 대한 영역(6문항), (3)디지털 치료제 설명 영역 (4)디지털 치료제의 인식에 대한 영역(10문항)으로 총 23문항이었다. 성인 마비말장애 평가 및 증재 유·무와 디지털 치료제 경험 유·무에 따라 응답할 수 있는 문항에 차이를 두었다. 성인 마비말장애 평가 및 증재 경험이 없는 경우 첫 번째 영역에서는 1문항, 디지털 치료제 경험이 없는 경우 네 번째 영역에서 7문항, 디지털 경험이 있는 경우 4영역에 8문항 응답하도록 구성하였고, 설문지의 흐름도는 Appendix 1에 제시하였다.

**Table 2.** Overall structure of the survey

Section	Main items
Assessment and intervention for adults with dysarthria (6 items)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experience in dysarthria assessment and intervention</li> <li>• Clinical experience duration</li> <li>• Severity distribution of dysarthria</li> <li>• Types of clinical settings</li> <li>• Diagnostic categories</li> <li>• Important elements in intervention</li> </ul>
Digital therapeutics (10 items)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experience using digital therapeutics</li> <li>• Reasons for use / non-use</li> <li>• Age groups of patients</li> <li>• Disability areas of patients</li> <li>• Suitable disability areas for digital therapeutics application</li> <li>• Important factors when using digital therapeutics</li> <li>• Date utilization methods</li> <li>• Required support</li> </ul>

첫 번째 영역에는 성별, 연령대, 거주지역, 임상 경력, 최종학력, 자격증, 근무 기관을 포함하였다. 두 번째 영역은 설문 참여한 언어재활사들의 성인 마비말장애 평가 및 증재 여부와 성인 마비말장애 대상자 진단 영역 및 증증도 순위, 성인 마비말장애 환자 평

**Table 3.** Digital therapeutics survey components

Questions	Response options
Reasons for using digital therapeutics (multiple selection)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Improving treatment effectiveness</li> <li>• Maintaining patient engagement</li> <li>• Diversifying treatment content</li> <li>• Data-driven treatment approach enabling systematic repetitive practice</li> </ul>
Reasons for not using digital therapeutics (multiple selection)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lack of information on digital therapeutics</li> <li>• Technical issues</li> <li>• Absence of digital therapeutics in relevant treatment areas</li> <li>• Patients' low digital literacy</li> </ul>
Important factors when using digital therapeutics (ranked selection)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis of patients' strengths and weaknesses</li> <li>• Analysis of patients' problems / errors</li> <li>• Goal setting</li> <li>• Treatment content</li> <li>• Performance feedback</li> </ul>
Required support for digital therapeutics (multiple selection)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technical support</li> <li>• Content enhancement (diversification, customization)</li> <li>• Data accuracy and analysis improvement</li> <li>• User interface design</li> </ul>

가 및 증재 시 중요하다고 생각되는 내용을 포함하였다. 세 번째 영역에서는 디지털 치료제에 대해 들어본 적이 없거나 자세히 알지 못하는 설문 대상자들을 위해 디지털 치료제 설명을 제시하였다. 디지털 치료제 설명에는 디지털 치료제의 의미, 디지털 치료제의 예시, 원격치료와 디지털 치료제의 차이에 대한 내용을 포함하였다. 네 번째 영역은 디지털 치료제 사용 경험과 디지털 치료제 활용 방법 및 이점과 활용 시 중요하다고 생각되는 내용에 관한 문항을 포함하였다. 설문의 전체 구조는 Table 2와 같으며, 디지털 치료제와 관련된 주요 문항 및 응답은 Table 3에 제시하였다.

**3. 연구 절차 및 분석**

본 설문은 온라인 설문조사인 ‘M 플랫폼’을 통해 제작하였으며, 이 플랫폼은 참여자가 링크를 통해 참여할 수 있고 실시간으로 응답 데이터를 수집하고 관리할 수 있는 기능을 제공한다. 설문은 언어재활사 카페, SNS, QR 코드, 이메일을 통해 배포하였다. 이후 설문 참여를 원하는 언어재활사는 링크를 통해 응답 후 제출하도록 하였다. 설문 참여 전 연구의 목적과 내용에 대한 설명에는 연구의 목적, 참여 자격 등을 명시하였고, 자발적인 동의를 얻은 후 진행하였다. 2024년 5월 9일부터 5월 14일까지 6일에 걸쳐 100개의 설문 응답이 수집되었다.

수집된 설문은 응답 시간과 답변을 확인하고 연구자들의 회의를 통해 응답의 성실성과 일관성을 검토하였다. 문항은 질문의 특성에 따라 단일 선택, 중복 선택, 순위형으로 구성하였으며, 자료의 분석은 문항별 빈도와 백분율, 누적 가중치로 산출하였다.

**III. 연구 결과**

**1. 성인 마비말장애 평가 및 증재 경험**

성인 마비말장애 환자를 증재해 본 경험이 있는 언어재활사는 75%(75명), 경험이 없는 언어재활사는 25%(25명)였다.

**Table 4.** Clinical characteristics of adult dysarthria management : Career and work environment

Category	n (%)	
Clinical career (year)	< 1	13 (17.3)
	1~3	32 (42.7)
	3~5	16 (21.3)
	5~10	8 (10.7)
	≥ 10	6 ( 8.0)
Clinical setting (multiple selection)	Hospital	73 (57.9)
	Rehabilitation center	36 (28.6)
	Private center	11 ( 8.7)
Diagnostic areas (multiple selection)	Stroke	61 (39.6)
	Parkinson's disease	39 (25.3)
	Traumatic brain injury	31 (20.1)
	Amyotrophic lateral sclerosis	13 ( 8.4)
	Right hemisphere damage	9 ( 5.8)

성인 마비말장애 환자를 증재해 본 경험이 있는 언어재활사에게 경력, 임상 현장, 환자의 증증도 순위, 진단 영역, 평가 및 증재 시 중요하다고 생각하는 순위에 대한 질문을 제공하였고, 그 결과는 Table 4, Table 5와 같다. Table 4는 단일, 중복 선택을 할 수 있는 문항이었으며 각 항목별 응답 수를 제시하였다. Table 5는 1, 2, 3순위 응답을 할 수 있는 문항이었으며 1, 2, 3순위 응답에 대한 응답 수와 가중치를 함께 제시하였다.

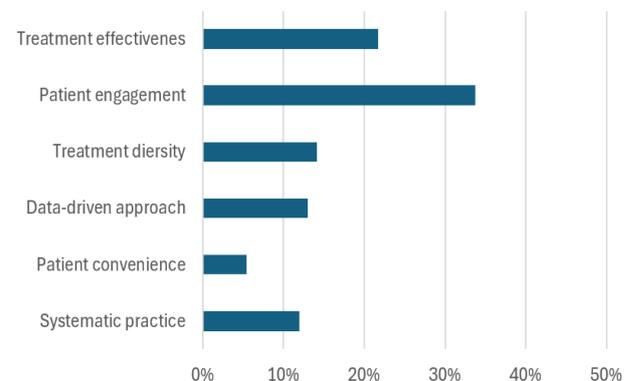
**Table 5.** Clinical characteristics of adult dysarthria management : Severity and intervention priorities

Category	1 <sup>st</sup> rank	2 <sup>nd</sup> rank	3 <sup>rd</sup> rank	weighted score (%)
Severity of dysarthria				
Mild	53	21	0	134.0 (41.5)
Moderate	51	18	5	135.0 (41.8)
Severe	6	13	35	54.0 (16.7)
Key intervention factors				
Functional communication	36	31	6	250.0 (30.5)
Speech intelligibility	28	38	8	243.0 (29.7)
Interaction with close	7	4	40	144.0 (22.0)
Conversational partners	4	2	21	112.0 (17.7)
Others	0	0	3	3.0 ( .4)

**2. 디지털 치료제 경험 및 인식**

언어재활과 관련된 디지털 치료제를 사용해 본 경험이 있는 언어재활사는 38명(38%), 경험이 없는 언어재활사는 62명(62%)이었다.

디지털 치료제를 사용해 본 경험이 있는 언어재활사에게는 사용한 이유, 대상자 연령대, 대상자 장애 영역에 대해 질문을 하였고, 결과는 다음과 같다.



**Figure 1.** Reasons for using digital therapeutic (multiple selection, n=38)

사용한 이유에는 대상자의 참여와 관심 유지가 31명(33.7%)으로 가장 많았고, Figure 1에서 볼 수 있듯 치료 효과의 향상

20명(21.7%), 치료 내용의 다양화 13명(14.1%), 데이터 기반의 치료 접근 12명(13.0%), 체계적인 반복 학습 가능 11명(12.0%), 대상자의 요구 혹은 편의성 5명(5.4%) 순이었다.

디지털 치료제를 사용하였던 대상자 연령대에 대한 질문에는 초등학교생이 17명(22.1%)으로 가장 많았고, Figure 2와 같이 20~40세 미만 15명(19.5%), 40~65세 미만 12명(15.6%)과 65세 이상 12명(15.6%), 취학 전 아동 11명(14.3%), 중고등학교생 10명(13.0%)이 뒤를 이었다.

디지털 치료제를 사용해 본 경험이 없는 언어재활사에게는 사용하지 않은 이유, 사용할 때 예상되는 이점에 대해 질문을 하였고, 결과는 다음과 같다.

디지털 치료제를 사용하지 않은 이유에 대한 질문에는 언어재활사의 디지털 치료제에 대한 정보 부족이 41명(36.6%)으로 가장 많았고, Figure 3과 같이 대상자의 디지털 기술에 대한 친숙도 부족으로 사용의 어려움 19명(17.0%), 디지털 치료제 콘텐츠 부족 16명(14.3%), 치료 영역에 해당하는 디지털 치료제 부재 13명(11.6%), 디지털 치료제 데이터 분석의 부정확함 9명(8.0%), 기술적 문제 8명(7.1%), 보호자의 부정적 인식 6명(5.4%)이 뒤를 이었다.

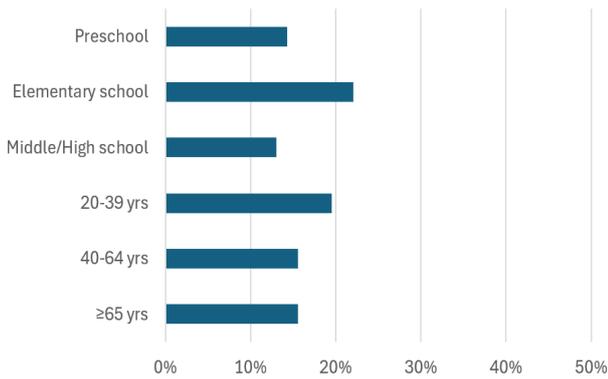


Figure 2. Age groups of digital therapeutic users (multiple selection,  $n=38$ )

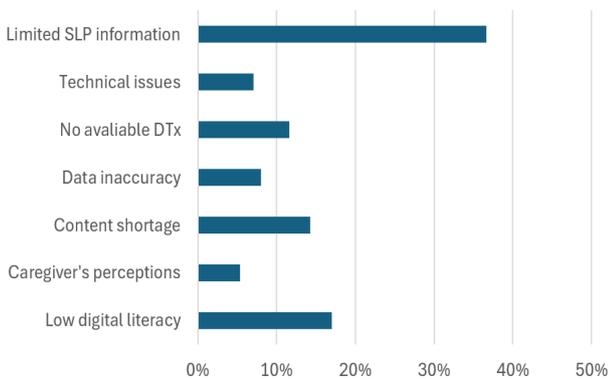


Figure 3. Reasons for not using digital therapeutic (multiple selection,  $n=38$ )

디지털 치료제를 사용할 때 예상되는 이점에 대한 질문에는 데이터 기반의 치료 접근이 34명(19.7%)으로 가장 많았고, Figure 4

와 같이 대상자의 참여와 관심 유지 33명(19.1%), 치료 효과의 향상 28명(16.2%), 체계적인 반복 학습 가능 28명(16.2%), 대상자의 편의성 26명(15.0%), 치료 내용 다양화 24명(13.9%) 순으로 나타났다.

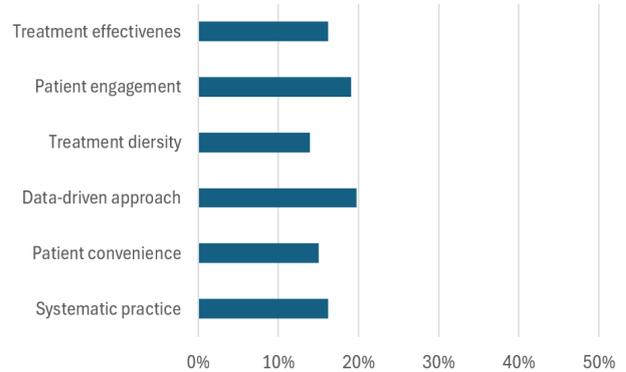


Figure 4. Expected benefits of using digital therapeutic (multiple selection,  $n=62$ )

디지털 치료제 사용 경험 유·무와 상관없이 설문 참여한 언어재활사에게는 디지털 치료제 사용에 적절할 것이라 예상되는 장애 영역, 사용 시 중요하다고 생각되는 순위, 디지털 치료제에서 얻은 데이터 활용 방법, 디지털 치료제 사용 시 필요한 도움에 대해 질문하였고, 그 결과는 다음과 같다.

디지털 치료제를 사용하기 적절할 것이라 예상되는 장애 영역에 대한 중복 선택 질문에는 신경말·언어장애가 70명(40.7%)으로 가장 많았고, 지체장애 55명(32.0%), 발달장애 47명(27.3%) 순이었다. 기타 의견으로 말소리장애, 청각장애에 적절할 것 같다는 답변이 있었다. 디지털 치료제 사용 시 중요하다고 생각되는 순서대로 선택하는 순위 질문에서 대상자의 강·약점 분석이 1순위로 나타났고, Figure 5와 같이 대상자의 문제 및 오류분석, 목표 설정, 치료 내용, 치료 후 피드백이 뒤를 이었다.



Figure 5. Important factors in using digital therapeutic (priority,  $n=100$ )

디지털 치료제에서 얻은 평가 및 증재 데이터 활용 방법에 대한 중복 선택 질문에는 대상자의 진행 상황 모니터링이 72명

(36.5%)으로 가장 많았고, 치료의 계획 및 조정 67명(34.0%), 치료 효과 모니터링 58명(29.4%) 순으로 나타났다. 디지털 치료제 사용 시 필요한 도움에 대한 질문에는 치료의 다양화 및 맞춤형 같은 콘텐츠 개선이 63명(20.0%)으로 가장 많았고, Figure 6과 같이 데이터 정확성 및 분석 개선과 오류에 대한 지원 같은 기술적인 문제가 44명(14.0%), 재정적 지원 39명(12.4%), 사용자 친화적인 인터페이스 및 디자인과 보호자 및 치료사와의 원활한 의사소통 지원이 33명(10.5%), 지속적인 피드백 및 동기 부여 32명(10.2%), 제품 홍보 및 사용자 인식 향상 27명(8.6%)으로 뒤를 이었다.

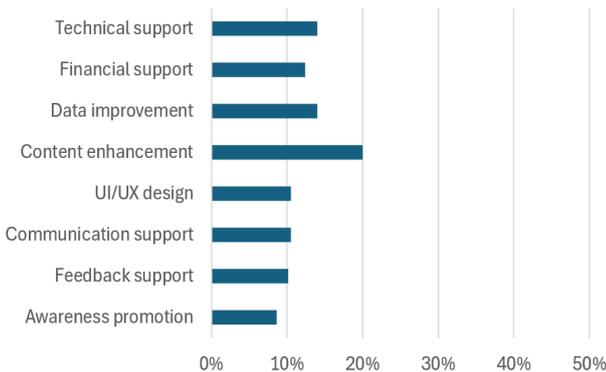


Figure 6. Required support for digital therapeutic use (multiple selection, n=100)

#### IV. 논의 및 결론

본 연구에서는 성인 마비말장애 환자를 대상으로 한 디지털 치료제의 임상적 중재에 대한 언어재활사의 견해를 조사하였다. 본 연구의 결과에 대한 요약과 논의는 다음과 같다.

첫째, 디지털 치료제 사용 경험이 있는 언어재활사는 38%, 사용 경험이 없는 언어재활사는 52%로 사용 경험이 없는 언어재활사가 더 많았다. 사용하지 않은 이유로는 정보 부족(36.6%), 디지털 기술에 대한 친숙도 부족으로 사용의 어려움(17.0%) 순으로 나타났다. 이러한 결과는 국내 언어재활 분야에서 디지털 치료제에 대한 연구와 적용이 초기 단계에 있음을 보여준다. 따라서, 임상 현장에서의 인식과 경험이 아직 제한적인 것으로 볼 수 있다. 또한 디지털 치료제 사용 대상 연령대에서는 초등학생(22.1%)이 가장 많았으나, 본 연구의 초점인 성인 마비말장애 대상자에 대한 디지털 치료제 활용은 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 이는 성인 마비말장애 환자를 위한 디지털 치료제에 대한 인식 향상과 개발, 교육이 더욱 필요함을 시사한다. 이러한 상황에서 디지털 치료제의 효과적인 임상 현장 도입을 위해서는 언어재활사와 성인 마비말장애 환자를 모두 고려해야 할 필요가 있다. 언어재활사를 위한 교육 프로그램 개발, 매뉴얼 제작 등 전문가 역량 지원 방안이 필요하다. 더불어 사용자 경험을 고려한 직관적이고 사용하기 쉬운 인터페이스 설계를 통해 디지털 치료제에 대한 접근성을 개선

해야 한다. Abbadessa 등(2022)의 선행 연구에서도 디지털 치료제 이용 시 접근성의 중요성을 강조하였다. Tye-Murray 등(2022)에서는 특히 디지털 치료제의 효과성 평가 시 환자의 경험이 중요하기 때문에 사용자 측면에서의 접근성을 고려해야 한다고 하였다.

둘째, 디지털 치료제를 사용하기에 적절한 장애군으로 신경말·언어장애군이 가장 높게 나타났다. 이는 성인 마비말장애 환자를 포함한 신경말·언어장애 환자를 위한 디지털 치료제 개발의 필요성을 시사한다. 임상 현장에서 언어재활사들은 경도에서 중도에 이르는 다양한 중증도의 환자들을 만나게 되며, 환자 개인의 특성과 장애 정도에 맞춘 개별화 접근이 필요하다. 국외의 선행 연구에서는 신경학적인 문제로 말·언어 외에도 인지, 감각, 운동영역에서 나타나는 문제를 디지털 치료제를 통해 전통적인 치료를 보완하거나 대체할 수 있다고 하였다(Abbadessa et al., 2022). 이러한 결과는 신경말·언어장애군 환자의 치료 접근성 문제와도 연결된다. 병원 입원 당시뿐 아니라 퇴원 후에도 지속적인 치료가 필요하지만, 환자의 이동 어려움과 의료비용 부담으로 인해 적절한 치료 빈도와 지속성을 유지하기 어려운 현실적인 문제가 있다. 특히 신경말·언어장애의 경우 만성적 질환의 영역이며 초기에는 지속적이고 반복적인 훈련이 필수적인데, 디지털 치료제의 강점인 시간적·공간적 제약 없는 접근성과 데이터 기반 모니터링 기능이 이러한 요구에 부합한다고 볼 수 있다. 더불어 최근 연구에서는 설명 가능한 인공지능 기술을 활용한 디지털 치료제가 환자 맞춤형 중재를 가능하게 하고 치료의 신뢰성을 높일 수 있음이 제시되었다(Lee et al., 2024). 이러한 기술적 접근은 신경말·언어장애 환자의 개별적 특성을 고려한 정밀한 중재 제공에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

셋째, 언어재활사들은 디지털 치료제를 대상자 모니터링과 대상자 수준에 따른 중재 제공에 활용하고 있으며, 이와 같은 맥락에서 데이터 분석의 정확도와 콘텐츠 개발에 대해서 현실적인 도움을 필요로 하였다. 이는 위의 논의 둘째와도 연결된다. 위에서 디지털 치료제는 환자 맞춤형 중재를 가능하게 한다고 하였는데 맞춤형 중재를 위해서는 디지털 치료제에서 수집된 데이터 분석과 중재 모두 신뢰할 수 있는 근거에 기반해야 함을 시사한다. 특히 마비말장애 환자의 경우, 치료 과정에 나타나는 미세한 변화를 감지하고 객관적으로 측정하는 것이 중요한데, 전통적인 청지각적 평가만으로는 이러한 미묘한 변화를 객관적으로 제시하기 어렵다는 제한점이 있다(Byeon, 2010; Ferrand, 2007). 디지털 치료제를 통해 수집된 데이터는 이러한 한계를 보완하여 환자의 진전 상황을 수치화하고 치료 효과에 대한 객관적인 증거를 제공할 수 있다. 나아가 이러한 데이터를 기반으로 대상자 수준에 따른 중재를 제공할 수도 있다. Washington 등(2020)에 따르면 디지털 치료제는 환자가 사용하는 동안 지속적으로 데이터를 수집할 수 있으며, 이를 통해 지속적인 진단과 중재를 제공할 수 있다고 하였다. 또한 빅데이터 분석 기술을 활용하면 환자 개인의 특성과 반응을 심층적으로 추출하여 종합적인 데이터 분석을 가능하게 하여(Chengoden et al., 2023), 맞춤형 중재 전략을 개발할 수 있

을 것이다. 그러나 이러한 데이터 기반 접근의 성공을 위해서는 데이터 수집 및 분석 과정에서 언어재활사의 전문성이 충분히 반영되어야 한다. 데이터 기반 접근의 성공과 개선을 위해서는 누적된 지식이 기반되어야 하며 임상 전문가의 통찰력과 기술적 혁신 등 다학제적 접근이 필요하다(Murray et al., 2016). 언어재활사의 전문성의 반영은 디지털 치료제가 단순한 기술적 도구를 넘어 실제 임상 현장에서 유의미하게 활용될 수 있는 도구로 발전하는 핵심 요인 중 하나가 될 것이다.

넷째, 성인 마비말장애 환자를 경험한 임상 현장과 중증도 분포에 관한 결과는 디지털 도입 전략에 중요한 시사점을 제공한다. 성인 마비말장애 환자를 경험한 임상 현장으로는 병원, 재활기관, 사설센터 순으로 많았다. 이러한 임상 환경의 차이는 디지털 치료제 도입과 활용 방식에도 영향을 미칠 수 있다. 병원 환경에서는 의료진과의 협업, 시스템과의 연동, 환자 데이터 보안 등이 중요한 고려사항이 될 수 있으며, 재활 기관에서는 장기적인 재활 프로그램의 일부로 디지털 치료제를 통합하는 방안이 중요할 수 있다. 따라서 디지털 치료제의 효과적인 도입을 위해서는 각 임상 현장의 특성과 요구사항을 고려한 맞춤형 접근이 필요하다. 또한 본 연구에서 나타난 중증도 분포는 디지털 치료제 개발의 우선순위와 접근 방식에도 영향을 줄 수 있다. 경도에서 중증도 마비말장애 환자들이 임상에서 더 높은 비율을 차지하고 있으므로, 이들을 대상으로 한 디지털 치료제 개발의 요구가 높을 것으로 예상되며, 이를 우선적으로 이루어질 필요가 있다.

본 연구는 다음과 같은 제한점을 가진다. 아직 국내의 언어재활 영역에서 디지털 치료제로 승인받은 치료제는 없는 실정으로, 경험과 정보가 부족한 언어재활사들이 많았기 때문에 언어재활사들의 디지털 치료제에 대한 의견으로 일반화하기에 한계가 있다. 둘째, 연구 대상자 수가 제한적이었다. 총 100명의 언어재활사를 대상으로 하였으나, 디지털 치료제 사용 경험유·무에 따라 집단이 나뉘어 디지털 치료제 유경험자는 38명에 불과했다. 이는 디지털 치료제 사용 경험에 대한 심층적인 분석을 진행하기에는 충분하지 않을 수 있다. 셋째, 설문지의 내용 타당도 검증 과정에서 언어병리학 교수 2인으로 전문가 패널을 구성하였으나, 내용 타당도 검증을 위해서는 일반적으로 3~5명 이상의 전문가 패널이 권장된다는 점에서 한계가 있다. 이는 내용 타당도 지수(content validity index: CVI)의 안정성 측면에서 제한점으로 작용할 수 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 디지털 치료제 연구의 기초를 마련하고 향후 연구를 위한 계기가 될 수 있다는 점에서 의의가 있다. 향후 연구에서는 국내에서 승인받은 디지털 치료제에 대한 사례를 포함하여, 디지털 치료제에 대한 정의를 보다 명확히 하고 언어재활사들이 실제로 사용하고 있는 디지털 치료제의 구체적인 종류와 특성을 세분화하여 조사할 필요가 있다. 이를 통해 각 디지털 치료제 유형별 활용 현황과 효과성에 대한 보다 구체적인 정보를 제공하고 국내 임상 환경에서 디지털 치료제 사용을 위한 다양한 요인들을 추가적으로 살펴봐야 할 것이다. 또한, 더 많은 언어재활사를 대상으로 연구를 진행할 필요가 있다. 특히 디지털 치료제 사용 경험이 있는 언어재활사를 확보하여 사용 경험에 대한 더

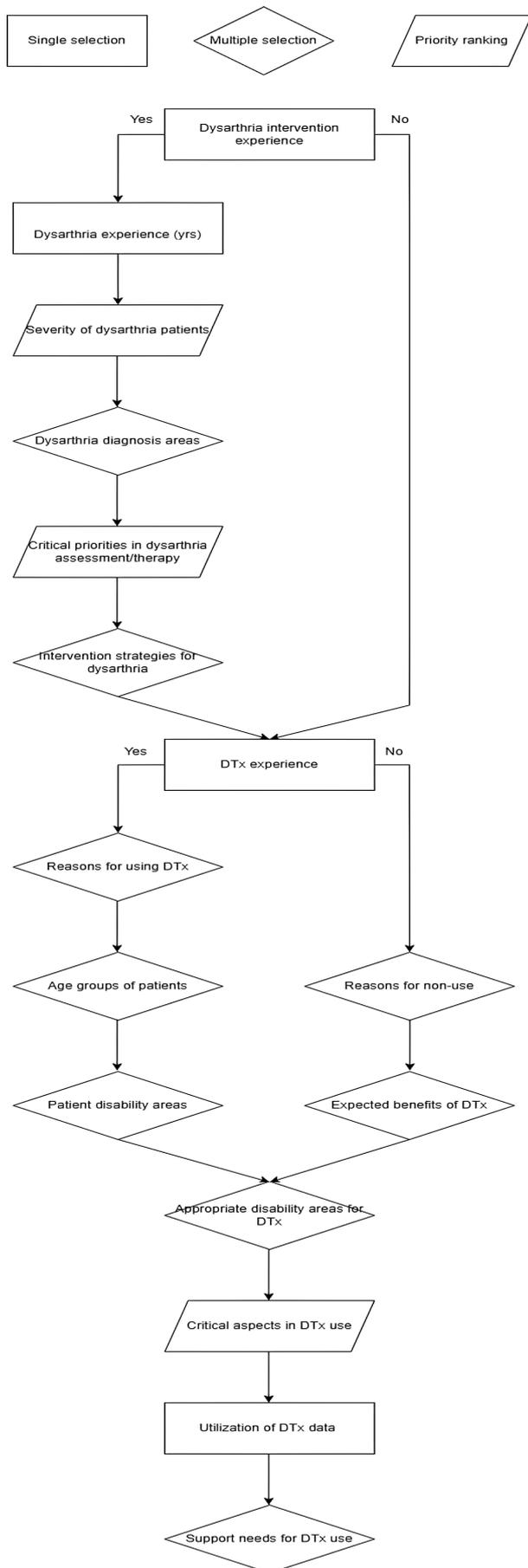
깊이 있는 분석이 가능하도록 해야 할 것이다.

## Reference

- Abbadessa, G., Brigo, F., Clerico, M., De Mercanti, S., Trojsi, F., Tedeschi, G., . . . Lavorgna, L. (2022). Digital therapeutics in neurology. *Journal of Neurology*, 269(3), 1209-1224. doi:10.1007/s00415-021-10608-4
- Avan, A., Digaleh, H., Di Napoli, M., Stranges, S., Behrouz, R., Shojaeianbabaei, G., . . . Azarpazhooh, M. R. (2019). Socioeconomic status and stroke incidence, prevalence, mortality, and worldwide burden: An ecological analysis from the Global Burden of Disease study 2017. *BMC Medicine*, 17(1), 191. doi:10.1186/s12916-019-1397-3
- Bae, I. H., Kim, J. D., & Kwon, S. B. (2016). Effect of home based auditory rehabilitation program using augmented reality: Case report. *Proceeding of the 5th Joint Conference on the Korean Speech-Language and Hearing Association and the Korean Academy of Speech-Language Pathology & Audiology*, 259-262.
- Byeon, H. W. (2010). Comparing the acoustic character of diphthong production between flaccid dysarthria and spastic dysarthria. *Korean Journal of Communication Disorders*, 15(1), 66-78. doi:10.13140/RG.2.2.26551.24489
- Chengoden, R., Victor, N., Huynh-The, T., Yenduri, G., Jhaveri, R. H., Alazab, M., . . . Gadekellu, T. R. (2023). Metaverse for healthcare: a survey on potential applications, challenges and future directions. *Ieee Access*, 11, 12765-12795. doi:10.1109/ACCESS.2023.3241628
- Choi, H. (2024). *Effects and social validation of digital therapeutic for improving communication skills of children with autism spectrum disorder* (Master's thesis). Inha University, Incheon.
- Darley, F. L., Aronson, A. E., & Brown, J. R. (1969). Differential diagnostic patterns of dysarthria. *Journal of Speech And Hearing Research*, 12(2), 246-269. doi:10.1044/jshr.1202.246
- Duffy, J. R. (2005). *Motor speech disorders: Substrates, differential diagnosis, and management* (2nd ed.). St. Louis, MO: Mosby.
- Duffy, J. R. (2013). *Motor speech disorders: Substrates, differential diagnosis, and management* (3rd ed.). St. Louis, MO: Elsevier.
- Ferrand, C. T. (2007). *Speech science: An integrated approach to theory and clinical practice* (2nd ed.). Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Flowers, H. L., Silver, F. L., Fang, J., Rochon, E., & Martino, R. (2013). The incidence, co-occurrence, and predictors of dysphagia, dysarthria, and aphasia after first-ever acute ischemic stroke. *Journal of Communication Disorders*, 46(3), 238-248. doi:10.1016/j.jcomdis.2013.04.001
- Freed, D. B. (2000). *Motor speech disorders: Diagnosis and treatment*. San Diego, CA: Singular.
- Hankey, G. J., Jamrozik, K., Broadhurst, R. J., Forbes, S., & Anderson, C. S. (2002). Long-term disability after first-ever

- stroke and related prognostic factors in the Perth community stroke study, 1989-1990. *Stroke*, 33(4), 1034-1040. doi:10.1161/01.str.0000012515.66889.24
- Hwang, Y. K., Hwang, Y., & Kim, S. R. (2018). Quality of life of patients with post-stroke speech-language disorders. *Audiology & Speech Research*, 14(4), 292-299. doi:10.21848/asr.2018.14.4.292
- KHIDI (Korea Health Industry Development Institute). (2019). *KHIDI Bio-health report*.
- Kim, J., Jang, K., & Hwang, E. (2020). *Digital therapeutics* (KISTEP Technology Trends Brief No. 2020-15). Chungbuk: Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning.
- Kim, N. Y., Yu, J. H., Yoon, S. Y., Park, K. S., Min, Y. S., Yoon, J. H., . . . Ha, J. W. (2023). 'Talky land', a cognitive-communication training application as digital therapeutics: effects on vocabulary and articulation. *Communication Sciences & Disorders*, 28(2), 405-419. doi:10.12963/csd.23968.
- Kim, S. H., Park, H., & Lee, D. H. (2022). Trends and implications of Digital Therapeutics (DTx) in the mental health field. *The Korean Journal of Counseling & Psychotherapy*, 34(4), 1401-1430. doi:10.23844/KJCP.2022.11.34.4.1401
- Kim, Y. I., Kwon, S. B., Kwon, S. W., & Paeng, J. S. (2019). The effect of augmented reality based language therapy program on interrogatives acquisition children with autistic disabilities. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders*, 28(2), 155-166. doi:10.15724/jslhd.2019.28.2.155
- Kim, Y., & Kwon, S.-B. (2020). The effects of augmented reality based language intervention on the verb naming abilities of patients with Broca's aphasia. *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, 59(1), 245-263. doi:10.23944/Jrsers.2020.03.59.1.12
- Kiran, S., & Thompson, C. K. (2019). Neuroplasticity of language networks in aphasia: Advances, updates, and future challenges. *Frontiers in Neurology*, 10, 295. doi:10.3389/fneur.2019.00295
- Lee, J. P., Jang, J. H., Kim, J. H., Kim, M. S., Kim, S. J., Kim, M. S., . . . Koo, M. W. (2024). A speech-based dysarthria diagnosis and explanation system. *Communications of the Korean Institute of Information Scientists & Engineers*, 42(4), 45-56.
- Lee, S.-D. (2022). A study on the digital therapeutics based community care for rehabilitation in dysarthria in the post-COVID-19 era. *Journal of the Korea Convergence Society*, 13(1), 313-323. doi:10.15207/JKCS.2022.13.01.313
- Mitchell, C., Bowen, A., Tyson, S., & Conroy, P. (2018). A feasibility randomized controlled trial of ReaDySpeech for people with dysarthria after stroke. *Clinical Rehabilitation*, 32(8), 1037-1046. doi:10.1177/0269215517748453
- Murray, E., Hekler, E. B., Andersson, G., Collins, L. M., Doherty, A., Hollis, C., . . . Wyatt, J. C. (2016). Evaluating digital health interventions: Key questions and approaches. *American Journal of Preventive Medicine*, 51(5), 843-851. doi:10.1016/j.amepre.2016.06.008
- Park, S. W., Lee, H. S., Hwang, M. J., & Kim, J. W. (2022). Considerations for the development of digital aphasia screening test in the non-face-to-face era. *Proceeding of the Korean Speech-Language & Hearing Association*, 215-217.
- Robertson, S. J., & Thomson, F. (1984). Speech therapy in Parkinson's disease: A study of the efficacy and long term effects of intensive treatment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 19(3), 213-224. doi:10.3109/13682828409029837
- Son, J. (2023). *Emerging digital therapeutics and its implications* (CEO Brief No. 2023-02). Seoul: Korea Insurance Research Institute.
- Tye-Murray, N., Spehar, B., Mauze, E., & Cardinal, C. (2022). Hearing health care digital therapeutics: Patient satisfaction evidence. *American Journal of Audiology*, 31(3S), 905-913. doi:10.1044/2022\_aja-21-00236
- Wannberg, P., Schalling, E., & Hartelius, L. (2016). Perceptual assessment of dysarthria: Comparison of a general and a detailed assessment protocol. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 41(4), 159-167. doi:10.3109/14015439.2015.1069889
- Washington, P., Park, N., Srivastava, P., Voss, C., Kline, A., Varma, M., . . . Wall, D. P. (2020). Data-driven diagnostics and the potential of mobile artificial intelligence for digital therapeutic phenotyping in computational psychiatry. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 5(8), 759-769. doi:10.1016/j.bpsc.2019.11.015
- WHO (World Health Organization). (2021). Global strategy on digital health 2020-2025. Retrieved from <https://www.who.int/docs/default-source/documents/gd4dhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf>

Appendix 1. Survey flow chart



# 성인 마비말장애 환자 대상 디지털 치료제 활용에 대한 언어재활사의 경험 및 견해 연구

김정은<sup>1</sup>, 송태진<sup>2</sup>, 나지영<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> 나사렛대학교 일반대학원 언어치료학과 박사과정

<sup>2</sup> 이화여자대학교 의과대학 부속 이화여자대학교 서울병원 신경과 부교수

<sup>3</sup> 나사렛대학교 언어치료학과 조교수

**목적:** 본 연구는 성인 마비말장애 환자에게 디지털 치료제를 이용한 임상적 중재에 대한 언어재활사의 견해를 조사하고, 성인 마비말장애 환자를 위한 디지털 치료제 개발을 위해 고려해야 할 요소들을 제시하고자 하였다.

**방법:** 연구를 위해 국내 거주 중인 1, 2급 언어재활사 100명을 대상으로 설문 조사를 실시하였다. 설문은 기본 정보, 성인 마비말장애 평가 및 중재 경험, 디지털 치료제 설명, 디지털 치료제 인식 영역으로 구성하였다.

**결과:** 첫째, 디지털 치료제 사용 경험이 있는 언어재활사는 절반 이하로, 주로 대상자의 참여와 관심 유지를 위해 사용했으며, 사용 경험이 없는 언어재활사들은 정보 부족을 주된 이유로 꼽았다. 둘째, 디지털 치료제 사용에 적합한 영역으로는 신경말·언어장애가 선정되었고, 디지털 치료제 사용 시 중요 요소로는 대상자의 강·약점 분석이 1순위였다. 셋째, 언어재활사들은 디지털 치료제에서 얻은 데이터를 주로 대상자의 진행 상황 모니터링에 활용하였으며, 치료의 다양화 및 맞춤화와 같은 콘텐츠 개선에 대한 필요성을 강조하였다.

**결론:** 이러한 결과는 성인 마비말장애 환자를 위한 디지털 치료제 개발 시 언어재활사의 전문성이 반영된 데이터 기반 접근과 사용자 친화적인 설계가 필요함을 시사한다. 언어재활사를 위한 교육 프로그램 개발과 직관적인 인터페이스 설계를 통한 접근성 개선이 디지털 치료제의 임상 현장 도입에 중요한 요소임을 확인할 수 있었다. 디지털 치료제의 효과적인 임상 적용을 위해서는 임상 전문가의 통찰력과 기술적 혁신 등 다학제적 접근이 필요하다. 본 연구는 디지털 치료제 연구의 기초를 마련하고 언어재활사의 전문성이 반영된 디지털 치료제가 단순한 기술적 도구를 넘어 실제 임상 현장에서 유의미하게 활용될 수 있는 도구로 발전하는 데 기여할 수 있기를 기대한다.

**검색어:** 마비말장애, 디지털 치료제, 언어재활사, 인식, 경험

**교신저자:** 나지영(나사렛대학교)

**전자메일:** sunqueen4@kornu.ac.kr

**게재신청일:** 2025. 02. 28

**수정제출일:** 2025. 04. 02

**게재확정일:** 2025. 04. 30

본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 보건의료기술 연구개발사업 지원에 의하여 이루어진 것임(과제번호: RS-2023-00262087).

## ORCID

김정은

<https://orcid.org/0009-0003-2838-4843>

송태진

<https://orcid.org/0000-0002-9937-762X>

나지영

<https://orcid.org/0000-0002-1688-7887>

## 참고문헌

- 김나연, 유재형, 윤상열, 박기수, 민유선, 윤장혁, . . . 하지완. (2023). 디지털치료제로서 인지/의사소통 훈련 애플리케이션 '토키랜드'의 활용 가능성: 어휘와 조음 능력 향상에 미치는 영향. *Communication Sciences & Disorders*, 28(2), 405-419.
- 김성현, 박효은, 이동훈. (2022). 정신건강 영역에서의 디지털 치료제 동향과 시사점. *한국심리학회지: 상담 및 심리치료*, 34(4), 1401-1430.
- 김영익, 권순복, 권순우, 팽재숙. (2019). 증강현실 기반 언어치료 프로그램이 자폐성장애 아동의 의사소통 능력에 미치는 효과. *언어치료연구*, 28(2), 155-166.
- 김윤지, 권순복. (2020). 증강현실 기반 언어중재가 브로카 실어증 환자의 동사 이룸대기 능력에 미치는 효과. *특수교육재활과학연구*, 59(1), 245-263.
- 김주원, 장기정, 황은혜. (2020). *디지털치료제(KISTEP 기술동향브리프 2020-15호)*. 충북: 한국과학기술기획평가원.
- 박상욱, 이해성, 황미진, 김정완. (2022). 비대면 시대의 디지털 실어증 선별검사 개발을 위한 고려점. *한국언어치료학회 학술발표대회 논문집*, 215-217.

- 배인호, 김진동, 권순복. (2016). 증강현실을 이용한 가정 중심 청능재활 프로그램의 효과. *제5회 한국언어치료학회·한국언어청각임상학회 공동학술대회 발표논문집*, 259-262.
- 변해원. (2010). 이완형과 경직형 마비말장애 남성의 이중모음 /야, 위, 의/의 음향음성학적 특성. *언어청각장애연구*, 15(1), 66-78.
- 손재희. (2023). *디지털 치료제(Digital Therapeutics)의 부상과 시사점*(CEO Brief 제2023-03호). 서울: 보험연구원.
- 이상도. (2022). Post-COVID-19 시대 마비말장애 재활을 위한 디지털 치료제 기반의 커뮤니티케어 방안. *한국융합학회논문지*, 13(1), 313-323.
- 이정필, 장재후, 김지현, 김민섭, 김성준, 김민서, . . . 구명완. (2024). 음성에 기반한 마비말장애 진단과 설명이 가능한 시스템. *정보과학회지*, 42(4), 45-56.
- 최한나. (2024). *자폐스펙트럼장애 아동의 AAC 디지털 치료제 적용 효과 및 사회적 타당도 평가*. 인하대학교 상담심리대학원 석사학위 논문.
- 한국보건산업진흥원. (2019). *바이오헬스 리포트*.
- 황윤경, 황윤지, 김수련. (2018). 뇌졸중 후 말·언어장애 환자의 삶의 질. *Audiology & Speech Research*, 14(4), 292-299.