

## 재활 운동 리빙랩 개발을 위한 비교 사용성 평가: 근골격계, 심혈관계, 척수손상 그룹을 중심으로

문광태, 김종배\*

연세대학교 소프트웨어디지털헬스케어융합대학 작업치료학과

### Comparative usability evaluation for development of rehabilitation exercise living lab: Focusing on musculoskeletal, cardiovascular, and spinal cord injury groups

Kwangtae Moon, Jongbae Kim\*

Dept. of Occupational Therapy, College of S/W Digital Healthcare Convergence, Yonsei University

**요약** 본 연구는 체육센터 환경을 모사한 리빙랩에서 근골격계 질환, 심혈관계 질환, 척수손상을 가진 참여자의 효과성, 효율성, 만족도, 그리고 사용자 경험을 중점적으로 분석하였다. 연구 대상은 서울지역 의료기관과 보건소의 협조를 받아 모집하였으며, 총 15명의 참여자(심혈관계 5명, 근골격계질환 5명, 척수손상 5명)가 선정되었다. 참여자는 재활 운동 리빙랩의 서비스에 참여하며, 그 효과성, 효율성, 만족도 및 사용자 경험에 대한 데이터를 제공하였다. 사용성 평가를 위해 ISO-0241-11 표준에 근거한 평가 지표를 사용했다. 연구자는 참여자의 피드백을 수집하고 그들의 제안을 바탕으로 서비스 개선 방안을 모색하였다. 연구 결과, 근골격계질환 그룹이 높은 효과성을 나타냄을 확인하였으며, 군별로 다양한 효과성, 효율성, 만족도가 도출되었다. 또한, 사용성 평가를 통해 리빙랩의 전반적인 사용성 점수는 '우수'로 평가되었으며, 이는 참여자에게 긍정적인 사용자 경험을 제공한 것으로 해석되었다. 본 연구를 통해 재활 운동 리빙랩의 강점과 한계를 실질적으로 파악할 수 있었다. 이를 바탕으로 다양한 질환을 가진 사용자들의 요구를 충족할 수 있는 서비스 방안을 제안하였다.

**Abstract** This study analyzed the effectiveness, efficiency, satisfaction, and user experience in participants with musculoskeletal disorders, cardiovascular diseases, and spinal cord injuries in a living lab that simulated a sports center environment. The study subjects were recruited through cooperation between medical institutions and public health centers in Seoul, and 15 people (5 with cardiovascular disease, 5 with musculoskeletal disease, and 5 with spinal cord injury) were selected. The subjects availed the services of the rehabilitation exercise living lab and provided data on its effectiveness, efficiency, satisfaction, and user experience. Evaluation indicators based on the ISO-0241-11 standard were used. The researchers collected participant feedback and sought ways to improve services based on their suggestions. The results of the study confirmed that the musculoskeletal disease group experienced high effectiveness, and similar effectiveness, efficiency, and satisfaction levels were derived for each group. In addition, through the usability evaluation, the overall usability score of the living lab was evaluated as 'excellent,' which was interpreted as providing a positive user experience to participants. This study enabled a practical understanding of the strengths and limitations of the rehabilitation exercise living lab. Based on this, we proposed a service plan to meet the needs of users with various diseases.

**Keywords** : Rehabilitation Exercise Living Lab, People with Disability, Musculoskeletal System, Cardiovascular, Spinal Cord Injury

본 논문은 보건복지부 국립재활원 지능형 재활운동 중개연구사업 연구용역사업#TRSRE-CO01으로 수행되었음.

\*Corresponding Author : Jongbae Kim(Yonsei Univ.)

email: jongbae@yonsei.ac.kr

Received October 11, 2023

Revised October 24, 2023

Accepted November 3, 2023

Published November 30, 2023

## 1. 서론

현대 의료 및 재활 분야는 지속적인 발전을 보이고 있지만, 여전히 많은 환자가 다양한 2차 합병증에 지면하는 현실이 존재한다. 급성 질환 또는 부상으로 처음 입원한 환자 중 많은 이들이 포괄적인 수준의 세심한 치료 없이 퇴원 후 의존적인 생활 상태에 높이며, 이는 그들의 삶의 질을 저하하고 재입원을 초래하는 원인이 된다 [1,2]. 이러한 상황은 심혈관계 질환, 근골격계 질환, 척수손상과 같은 복잡한 건강 문제를 가진 환자들에게 더욱 치명적일 수 있으며, 이들에게 맞춤형 치료 방안과 전문적인 관리 전략이 절실하게 요구된다[3].

리빙랩은 이러한 문제의 혁신적인 접근 방식으로서 그 중요성을 더욱 드러내고 있다. 리빙랩은 사용자 중심의 연구 환경으로, 현실 세계에서 사용자와 전문가가 협력하여 혁신적인 해결책을 공동개발 하는 공간이다[4]. 이 방법론은 특히 노인 및 장애인 집단의 건강과 관련된 문제를 다루는 데 있어 유용하게 적용되고 있으며, 이들의 삶의 질 향상에 기여하는 다양한 사례를 통해 그 효과가 입증되고 있다[5].

장애인의 체육 활동 참여에 대한 연구의 중요성은 지속해서 강조되어 왔다. 장애인은 체육활동 및 재활에 참여할 때 다양한 제약사항을 마주하게 되며, 이러한 제약을 극복하기 위한 재활 운동 리빙랩과 기술적 접근법이 제시되고 있다[6-8]. 이 중 '지역사회 장애인 스마트 운동기기 및 서비스 연구개발'의 일환으로 구축된 재활 운동 리빙랩은 체육센터와 유사한 환경에서 장애인들의 체육활동을 지원하는 역할을 수행한다.

그러나 장애인 중에도 신체적 장애를 갖는 뇌졸중이나 척수 손상과 같은 질병의 경우 마비 현상으로 인해 이동성이 크게 제한되곤 한다. 이에 따라 그들의 전반적인 건강 상태가 악화하며, 일상생활에서 상당한 의존성을 가지게 된다[9,10]. 게다가, 입원 환자 중 상당수가 퇴원 후 다양한 2차 합병증을 경험하고 있다[1,11,12]. 이들 대부분은 포괄적인 치료를 받지 못하고 차선의 치료만 받아 의존적 기능의 활동이 늘어나고, 생활 방식이 악화하여 재입원의 위험과 의료비용이 증가하는 문제에 직면하고 있다[13,14]. 이러한 문제는 정기적인 운동 프로그램에 참여하지 않으면 더 많은 의료 자원이 필요한 상황에 놓이게 되며, 이는 전반적인 건강 상태 저하와 사회적 고립을 초래한다[15,16]. 이러한 환자들은 지역사회 내 의료기관의 경계를 넘어 이용할 수 있고 쉽게 접근할 수 있는 지속적이고 체계적인 재활 프로그램이 필요하다. 그

러나 많은 지역사회에는 장애인을 위해 고안된 적절한 콘텐츠가 포함된 포괄적인 서비스 프로그램을 제공할 자원이 부족하다[17]. 따라서 그들은 사회에서 더욱 고립되고 소외되고 있다[18].

재활 운동 생활 실험실은 이러한 문제들에 대한 해결책으로 제시되고 있다. 특히, 지속 가능한 재활 프로그램을 제공하여 장애인의 사회적 소외 문제를 해결하려는 방법을 위해 노력하고 있다. 4개 부처(보건복지부, 과학기술정보통신부, 문화체육관광부, 산림청)가 감독하에, 다양한 학술 및 비즈니스 기관이 R&D 프로젝트를 수행하고 있으며, 이는 의료, 스포츠 및 체육 분야 전문가들의 의견을 반영하여 진행되고 있다. 국립재활원에서는 '지역사회 장애인 스마트 운동기기 및 서비스 연구개발(R&D) 사업'의 목적으로 재활 운동 리빙랩을 구축하였다. 재활 운동 리빙랩은 체육센터 환경을 실제로 재현하여, 참여자들이 안전하고 효과적인 운동을 경험할 수 있도록 지원하며, 이를 통해 지역사회로 확산하여 참여자의 건강 개선과 삶의 질 향상을 목표로 한다[19].

본 연구의 주요 목적은 이러한 재활 운동 리빙랩에서 제공하는 서비스의 사용성을 평가하는 것이다. 이를 위해, 우리는 근골격계 질환, 심혈관계 질환, 척수손상을 가진 개인들의 실제 사용 경험과 피드백을 체계적으로 수집하고 분석할 것이다. 이 과정을 통해, 우리는 더 효과적인 서비스 전략을 개발할 것이다.

본 연구는 재활 운동 리빙랩에서 제공하는 서비스 과정과 사용자 경험 개선에 초점을 맞추고자 한다. 서비스 제공 과정의 효율성과 사용성, 그리고 참여자들의 만족도를 평가함으로써, 더 효과적인 서비스 전략을 도출하고자 한다. 특히, 근골격계 질환, 심혈관계 질환, 척수손상을 가진 참여자들의 실질적인 사용 경험과 피드백을 체계적으로 수집하고 분석할 것이다. 이러한 접근 방식은 재활 운동 리빙랩 서비스 개선과 참여자들의 삶의 질 향상에도 이바지하며, 장기적으로는 재활 운동 리빙랩이 효과적이고 지속 가능한 서비스를 제공하는 데 필수적인 역할을 할 것이다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 대상

본 연구의 참여자는 서울지역 의료기관과 보건소의 협조를 받아 모집하였으며, 연구의 절차 및 내용을 이해

하고 참여에 동의한 심혈관계 5명, 근골격계질환 5명, 척수손상 5명을 최종 선정하였다[20]. 연구 참여자는 남성 9명, 여성 6명으로 평균 연령은 46.2세였다. 연구 참여자 중 5명은 척수손상(Spinal Cord injury), 5명은 뇌졸중(Stroke), 3명은 관절 질환 진단받았으며, 2명은 고혈압, 당뇨, 고지혈증만 갖고 있었다. 최종 연구참여자는 Nielsen의 연구를 근거하여 그룹별로 5명을 선정하였으며[12등], 연구참여자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Status of Participants (N=15)

Subject		N(%)
Gender	Male	9(60.0)
	Female	6(40.0)
Age	20~29	1(6.7)
	30~39	5(33.3)
	40~49	2(13.3)
	50~59	3(20.0)
	over 60	4(26.7)
Diagnosis	SCI <sup>1</sup>	5(33.3)
	Stroke	5(33.3)
	OA	3(20.0)
	Chronic disease	2(13.3)

<sup>1</sup>SCI: Spinal Cord Injury

### 2.1.1 참여자 선정 및 배제 기준

본 연구의 참여한 대상자들은 주요 질환에 따라 세 그룹으로 나뉘었다. 첫 번째 그룹은 심혈관계 질환 그룹으로, 의사에게 뇌졸중 진단을 받은 환자로 구성되었다. 두 번째 그룹은 근골격계 질환 그룹으로, 상지 및 하지의 근골격계 장애나 정형외과적 질환을 가진 자로 구성되었다. 세 번째 그룹은 척수손상 그룹으로, 척수에 신경학적 손상을 입은 자들로, 손상의 정도가 T1-T12 및 C5-C8 범위에서 ASIA(American Spinal Injury Association) Impairment Scale A로 진단받은 자들로 선정되었다.

모든 참여자는 지역사회 복귀를 목표로 하고 있으며, 연구의 목적과 절차를 충분히 이해하고, 연구 참여에 자발적으로 동의한 사람들만을 대상으로 하였다. 의사소통에 제한이 있거나 연구의 주요 질환 그룹(심혈관계, 근골격계, 척수 손상)에 해당하지 않는 자들은 연구 대상자에서 제외되었다. 이러한 선정 및 배제 기준을 통해, 총 15명의 참여자가 선정되었다.

## 2.2 연구 도구

### 2.2.1 재활 운동 리빙랩

본 연구에서는 재활 운동 리빙랩을 활용하여, 신체적 제약이 있어 일상에서 재활 운동 및 체육활동이 어려운 환자를 대상으로 안전하게 재활 운동 기기와 프로그램을 적용하였다. Fig. 1에 제시된 리빙랩 서비스 과정에 따라 연구를 진행하였으며, 이를 통해 피험자 모집, 데이터 생성, 그리고 데이터 저장 방안을 도출하였다.

피험자 모집 과정에서는 의학적 안전성을 확보하기 위해 운동 시작 및 강도 증가 이전에 의학적 검사를 실시하였다. 이를 바탕으로 개별화된 재활 운동 프로그램을 설계하였고, 참여자의 건강 상태에 따른 운동의 예상 영향을 분류하여 관리 감독 수준을 결정하였다. ACSM(American College of Sports Medicine, 2013) 검사 알고리즘에 기반하여 참여자의 인터뷰와 의학적 검사를 진행하였다.

데이터 생성에서는 2022년 보건복지부의 연구 결과를 기반으로 개발 중인 상지, 하지, 전신 운동기기 3건의 제품을 활용하였다. 재활 운동 프로그램의 효과를 평가하기 위해 참여자의 유연성, 근력 및 심폐측정 등을 평가하였으며, 보행 가능한 대상자에 대해서는 평형성 평가를 추가로 실시하였다.

데이터 저장 부분에서는 중앙 데이터베이스를 활용하여, 기기 앱에서 실시간으로 수집된 데이터를 저장하였다. 사용자는 리빙랩 앱을 통해 자신의 기록을 검색 및 조회할 수 있도록 하였다. 총 117개 항목의 데이터가 저장 및 관리되었다.

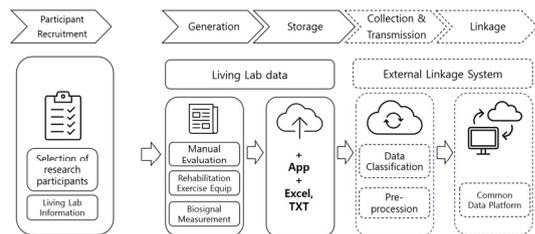


Fig. 1. Living Lab Service process

### 2.2.2 사용성 평가 지표

#### 2.2.2.1 사용성 평가 지표

본 연구에서의 사용성 평가 지표는 국제표준화기구(ISO: International organization for standardization)의 ISO-9241-11 표준을 근거로 정의하였다. 해당 표준에 따르면, 사용성은 사용자가 특정 맥락에서 시스템을 활용하여 과제를 완수하는 과정의 품질로서, 효과성, 효

올성, 만족도의 세 가지 주요 요소로 구성된다[21]. 효과성은 사용자가 과제를 통해 목표를 정확하게 달성한 정도를 반영한다. 효율성은 목표 달성에 든 시간, 노력 등의 자원을 포함하며, 본 연구에서는 RPE(Borg Rating of Perceived Exertion Scale)와 DRS(Difficulty Rating Scale)을 활용하여 측정하였다. 만족도는 사용자의 서비스에 대한 주관적인 만족감을 의미하며, ARS(Acceptability Rating Scale)와 SUS(System Usability Scale)를 통해 측정하였다.

본 연구에서 사용된 RPE는 6점에서 20점의 척도로 구성되어 있으며, 6점은 '전혀 힘들지 않음'을, 20점은 '최대의 노력'을 나타내며, 신뢰도와 타당도는 각각 .64, .68로 나타난다[22]. DRS와 ARS는 각각 -3점에서 3점의 7점 척도로 이루어져 있으며, DRS는 사용자가 느낀 난이도, ARS는 서비스에 대한 수용의 정도를 반영한다[23,24]. SUS는 리빙랩 서비스 과정의 전반적인 사용성을 평가하는 도구로, 10개의 문항으로 구성되어 있다. 각 질문에 대해 참여자는 1점(전혀 동의하지 않음)에서 5점(완전히 동의함) 사이의 척도로 응답하고, 응답 후 평가자는 100점 만점으로 환산하여 전반적인 사용성을 평가한다[25]. 본 연구에서 사용된 SUS 질문지는 .777 ~ .789의 크론바흐알파 값으로 신뢰성이 확인되었다[26]. Fig. 2에는 본 연구의 사용성 평가 지표가 상세히 나타나 있다.

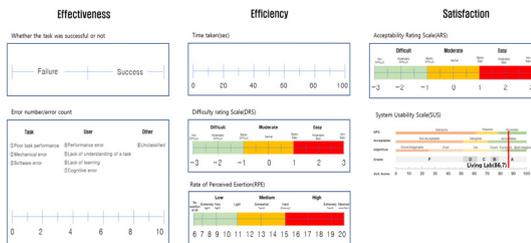


Fig. 2. Indicator for usability testing

### 2.2.3 사용성 평가 시나리오

본 연구를 통해 재활 운동 리빙랩의 사용성 평가를 실시하기 위한 별도의 시나리오를 개발하였다[20]. 이를 위해, 3그룹 대상자의 정보 수집을 진행하였고, 리빙랩의 서비스 과정을 분석하여 총 3개의 주요 시나리오와 12개의 세부 과제를 도출하였다. 이러한 사용성 평가 시나리오의 구성은 Table 2에 상세하게 나타나 있다.

Table 2. Scenario for usability testing

Themes	Categories	Concepts
S1 [Participant Registration and Evaluation]	S1-Task 1	Registration of the participant in the Smart Rehabilitation Living Lab service
	S1-Task 2	Assessment of the participant's current status, rehabilitation level, and required training type by the specialist
S2 [Participation in the Living Lab]	S2-Task 1	Initial chair setup and stability check according to the device
	S2-Task 2	Putting on Velcro gloves and ring-attached gloves
	S2-Task 3	Reviewing personalized rehabilitation exercise recommendations from the app
	S2-Task 4	Connecting rehabilitation tools using ring-attached gloves
	S2-Task 5	Adjusting the exercise intensity level
	S2-Task 6	Reviewing and refining based on real-time feedback
	S2-Task 7	Finishing the given rehabilitation training
	S2-Task 8	Storing the data
S3 [Interaction with Specialist and Termination]	S3-Task 1	Sharing rehabilitation progress and data with the expert
	S3-Task 2	Receiving additional training approaches and guidance from the specialist and ending the service

### 2.3 연구 과정

본 연구의 사용성 평가는 서울시 강북구에 있는 연구 시설에서 2명의 연구원이 1일 동안 수행하였다. 초기 단계에서 연구 참여자는 연구 목적과 절차에 대한 설명을 듣고 동의서에 서명하였다. 참여자의 개별 인터뷰를 통해 리빙랩 서비스 관련된 기본 정보를 수집하였다. 두 번째 단계에서 참여자는 개발 중인 기기와 8개 과제의 사용 방법에 대한 지침을 받았으며, 실제 과제 수행에 앞서 연습 시간이 주어졌다. 세 번째 단계에서는 보조 연구원의 안내하에 각 참여자가 시나리오별 과제를 수행하였고, 이 과정에서 연구원들은 참여자의 안전한 거리에서 지켜보았다. 마지막 단계에서는 모든 과제 수행이 끝난 후 참여자의 피드백을 수집하기 위한 사후 인터뷰가 진행되었다. 이 과정을 통해, 연구팀은 참여자의 서비스 사용 경험, 효과성, 효율성, 재활 운동 등의 정성적 및 정량적 자료를 수집하였다. 이러한 연구 과정은 Fig. 3에 제시하였다.



Fig. 3. Research process

## 2.4 자료 분석

사후 인터뷰로부터 얻은 각 시나리오에 대한 효과성, 효율성, 그리고 만족도의 결괏값은 그룹별로 구분하여 상세히 비교 분석하였다. 결과는 통계적 방법을 통해 표와 그래픽 도표로 정교하게 시각화하였다. 과제의 성공률은 총 수행 횟수에 대한 성공 횟수의 비율로 계산되었고, 수행 시간, 노력도 및 피로도(RPE), 난이도(DRS), 수용의 정도(ARS), 그리고 사용성(SUS)에 관한 지표는 각 그룹별로 평균 및 표준편차를 계산하여 도출하였다. 또한, 수집된 정성적 자료는 2명의 연구진이 함께 검토하였다. 녹음 파일은 주의 깊게 반복 청취하여 모든 내용을 전문적으로 전사하였으며, 이후 문장별로 세분화하여 반복적 비교 분석법을 수행하였다[27]. 이 과정에서 사용자의 경험, 필요한 개선 사항 등과 같은 중요한 주제나 패턴을 식별하고 분류하였다.

## 3. 연구 결과

### 3.1 그룹별 효과성

그룹에 따른 효과성은 과제 수행 성공 여부 및 오류 여부를 통해 분석하였다. 심혈관계질환 그룹은 모든 참여자가 실패 없이 모든 시나리오 과제에 성공하였다. 근골격계질환 그룹은 첫 번째 시나리오에서 오류를 범한 참여자를 제외한 나머지 참여자는 모든 시나리오 과제를 한 번에 성공하였다. 척수손상 그룹의 참여자 중 일부는 일부 시나리오 과제에서 어려움을 겪었다. 이에 따라, 심혈관계질환 그룹의 효과성은 90%, 근골격계질환 그룹의 효과성은 100%, 척수손상 그룹의 효과성은 80%로 측정되었다.

### 3.2 그룹별 효율성

#### 3.2.1 과제별 소요된 시간

그룹에 따른 효율성을 조사한 결과, Table 3은 그룹별

시나리오 2(S2)의 과제 소요 시간을 나타낸 것이다. 심혈관계질환 그룹은 평균 9.3초, 근골격계질환 그룹은 평균 7.8초, 척수손상 그룹은 평균 10.4초로 과제를 수행하였다. 근골격계질환 그룹은 특히 시나리오 2, 4, 6, 8에서 다른 그룹보다 수행 시간이 더 짧게 소요되었다. 특히, Task 2(찍찍이 잠갑 및 고리가 달린 잠갑 착용)의 경우 척수손상 그룹과 비교했을 때 대략 11초 정도 길게 소요되었다. 심혈관계 그룹과 척수손상 그룹은 시나리오 3과 시나리오 5에서 비슷한 과제 소요 시간을 보였으나, 심혈관계질환 그룹이 더 빠르게 과제를 수행한 것으로 나타났다.

Table 3. Result of S2 Time used to task

Unit = second

Task	1 <sup>a</sup> (S.D)	2 <sup>b</sup> (S.D)	3 <sup>c</sup> (S.D)
1	6.6(1.3)	5.4(0.8)	7.1(1.1)
2	8.3(0.4)	4.5(1.5)	15.2(6.3)
3	7.3(1.1)	7.4(1.3)	8.1(3.5)
4	8.9(2.1)	6.3(2.5)	8.1(1.1)
5	3.4(0.5)	3.9(1.1)	3.6(1.8)
6	21.1(5.5)	19.1(3.4)	23.1(4.9)
7	11.3(2.3)	12.3(3.1)	11.8(1.5)
8	8.1(1.2)	3.4(1.1)	6.5(1.1)

<sup>a</sup>1: Cardiovascular Disease Group, <sup>b</sup>2: Musculoskeletal Disorder Group, <sup>c</sup>3: Spinal Cord Injury Group

### 3.2.2 노력도 및 피로도

#### 3.2.2.1 노력도 및 피로도

Table 4는 시나리오 2(S2)에서 그룹별로 나타난 노력 정도(RPE)를 평가한 결과를 상세히 제시한다. 심혈관계질환 그룹의 평균 RPE 점수가 13.24점으로 나타난 것은 과제 수행 중 중강도의 노력이 요구되었음을 보여주며, 이는 참여자가 일정 수준의 힘들음을 느낀 것으로 해석된다. 한편, 근골격계질환 그룹은 9.13점을 기록하였는데, 이는 해당 그룹의 참여자가 과제 수행 중 상대적으로 덜 힘들게 느꼈다는 저강도의 노력 정도를 의미한다.

또한, 척수손상 그룹의 RPE 점수는 14.4점으로, 중강도의 노력 정도가 나타나며, 다른 그룹들보다 높은 노력 정도를 경험했음을 나타낸다. 특히 시나리오 6(실시간 피드백 확인 및 보완)에서는 심혈관계질환 그룹이 16.3점의 고강도 노력 정도를 보이지만, 척수손상 그룹은 19.4점으로 매우 높은 노력 정도를 보였다. 이는 척수손상 그룹의 참여자가 상당히 힘든 경험을 했다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 각 질환 그룹 간에 노력 정도와 피로도를 보여준다.

Table 4. Result of S2 RPE

Unit = point

Task	1 <sup>a</sup> (S.D)	2 <sup>b</sup> (S.D)	3 <sup>c</sup> (S.D)
1	12.1(0.8)	9.1(1.1)	15.2(1.5)
2	11.2(1.1)	8.9(1.5)	10.1(2.1)
3	11.9(1.5)	7.7(2.1)	13.3(3.9)
4	13.2(2.2)	8.6(2.5)	13.4(3.1)
5	14.8(3.8)	14.6(2.1)	19.1(3.2)
6	16.3(4.5)	6.5(3.3)	19.4(4.1)
7	14.3(1.2)	11.3(2.5)	17.9(1.1)
8	12.1(2.3)	6.3(0.7)	7.1(1.5)

<sup>a</sup>1: Cardiovascular Disease Group, <sup>b</sup>2: Musculoskeletal Disorder Group, <sup>c</sup>3: Spinal Cord Injury Group

### 3.2.3 과제 난이도

Table 5는 시나리오 2(S2)의 과제 수행 시 그룹별로 경험한 난이도를 DRS 점수를 통해 평가한 결과를 제시한다. 심혈관계질환 그룹의 경우, 평균 DRS 점수는 0.21로, 이는 중립적인 난이도를 나타낸다. 근골격계질환 그룹의 DRS 점수는 1.2로, 이 값은 과제의 상대적인 단순성을 시사한다. 반면, 척수손상 그룹은 시나리오 1에서 0.6점, 시나리오 3(앱에서 개인화된 재활 운동 추천 확인)에서는 0.8점을 기록, 중립적인 난이도를 일관되게 보였다. 더욱이, 근골격계질환 그룹에서는 시나리오 7(제공된 재활 운동 종료)의 DRS 점수가 1.8, 시나리오 8(데이터 저장)의 점수가 2.4로 나타나, 이 그룹 내에서의 과제 수행이 상대적으로 더 쉬웠음을 시사한다.

Table 5. Result of S2 DRS

Unit = point

Task	1 <sup>a</sup> (S.D)	2 <sup>b</sup> (S.D)	3 <sup>c</sup> (S.D)
1	0.5(1.2)	2.2(1.5)	-1.1(0.8)
2	1.3(1.1)	2.1(1.5)	0.1(1.2)
3	1.7(0.5)	2.1(2.1)	-1.1(2.1)
4	-2.1(1.6)	1.1(1.1)	-0.5(1.1)
5	1.4(1.1)	-1.5(1.3)	-0.7(1.4)
6	-2.2(1.2)	-1.7(1.5)	-2.2(1.5)
7	-0.2(1.3)	2.6(2.6)	-1.8(1.0)
8	1.3(1.5)	2.4(1.5)	0.4(0.8)

<sup>a</sup>1: Cardiovascular Disease Group, <sup>b</sup>2: Musculoskeletal Disorder Group, <sup>c</sup>3: Spinal Cord Injury Group

## 3.3 그룹별 만족도

### 3.3.1 과제 수용도

Table 6은 시나리오 2(S2)에서 각 질환 그룹별 과제 수용도를 평가한 ARS 값을 제시한다. 심혈관계질환 그룹의 평균 ARS 점수는 0.60 점으로, 이는 참여자가 과제에 대해 중립적인 반응을 보였음을 나타낸다. 척수손상 그룹 역시 중립적인 경향이 있으며, 평균 ARS 점수는 0.76점으로 나타난다. 반면, 근골격계질환 그룹의 참여자는 평균 ARS 점수가 1.33점으로, 이는 과제에 대한 더욱 긍정적인 수용도를 나타낸다. 특히, 시나리오 2(찍찍이 장갑 및 고리가 달린 장갑 착용)에서는 2.6점, 시나리오 8(데이터 저장)에서는 2.4점의 ARS 점수를 기록하여, 근골격계질환 그룹이 다른 그룹들에 비해 과제에 대한 수용도가 상대적으로 높다는 것을 확인할 수 있다. 이러한 분석 결과는 각 질환 그룹마다 과제에 대한 수용도와 그에 따른 반응이 다를 수 있음을 제시한다. 이는 각 그룹의 특성과 상황을 반영하는 중요한 지표로서, 향후 연구나 임상적 접근 방식의 개선에 활용될 수 있는 중요한 정보를 제공한다.

Table 6. Result of S2 ARS

Unit = point

Task	1 <sup>a</sup> (S.D)	2 <sup>b</sup> (S.D)	3 <sup>c</sup> (S.D)
1	0.8(2.1)	1.2(1.3)	0.8(1.1)
2	1.5(1.1)	2.6(1.1)	0.5(2.1)
3	1.9(1.3)	2.1(1.5)	1.2(1.3)
4	-1.1(1.8)	1.1(2.1)	0.1(1.9)
5	0.5(2.1)	-0.6(1.1)	0.7(2.1)
6	0.8(1.7)	0.7(2.1)	1.1(1.8)
7	-0.8(1.5)	1.1(1.3)	0.6(0.7)
8	1.2(0.6)	2.4(0.6)	1.1(0.5)

<sup>a</sup>1: Cardiovascular Disease Group, <sup>b</sup>2: Musculoskeletal Disorder Group, <sup>c</sup>3: Spinal Cord Injury Group

### 3.3.2 전반적인 사용성

Fig. 4은 재활 운동 리빙랩에 참여한 인원들의 사용성 평가 결과를 SUS 척도로 나타낸 것이다. 재활 운동 리빙랩의 전반적인 사용성 점수는 평균 86.7점으로, SUS 평가 척도 기준 'Excellent'인 A등급의 높은 점수를 획득하였다. 이는 재활 운동 리빙랩 환경이 참여자에게 우수한 사용자 경험을 제공하였음을 의미한다. 재활 운동 리빙랩의 이러한 높은 사용성 평가 결과는 그 구조와 기능이 다양한 질환을 앓는 개인들에게도 효과적이라는 것을 시사하며, 향후 재활 운동 리빙랩의 확장 및 적용 분야에서 중요한 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.



Fig. 4. The result of S2 SUS

### 3.3.3 재활 운동 리빙랩의 장점 및 개선 사항

#### 3.3.3.1 재활 운동 리빙랩의 장점 및 개선 사항

본 연구는 체육센터 환경을 구현한 재활 운동 리빙랩에서 심혈관계 질환, 근골격계 질환 및 척수손상을 가진 사용자들의 경험을 분석하였다. 이를 통해 재활 운동 리빙랩의 장점과 개선이 필요한 부분을 도출하였다. 재활 운동 리빙랩의 사용자 중심적인 접근은 참여자의 실제 사용 경험을 기반으로 한 피드백 제공의 중요성을 재조명하였다. 이러한 분석을 통해 재활 운동 리빙랩의 환경적 특성이 어떻게 다양한 사용자 그룹의 경험에 영향을 미치는지, 그리고 이를 바탕으로 어떠한 발전 방향을 제시할 수 있는지에 대한 깊이 있는 이해를 도출하였다.

#### 3.3.3.2 프로그램의 효과성 및 만족도

"재활 운동 리빙랩 환경에서 제공된 근육 이완 및 강화 프로그램은 실제 체육센터의 환경과 유사했으며, 질환으로 인해 제한되던 일상적인 운동을 할 수 있었다. 적절한 프로그램 제공이 만족스러웠다." (참여자 2, 5, 7)

"재활 운동 리빙랩은 척수손상 환자들의 운동 능력을 향상하는 데 도움을 주는 다양한 재활 장비와 프로그램을 제공하였고, 이를 통해 더욱 효과적으로 재활을 진행할 수 있었다." (참여자 3, 4, 11, 13)

#### 3.3.3.3 환경 및 장비의 접근성

"재활 운동 리빙랩에서는 마음 편하게 운동할 수 있었다. 전문가들이 질환에 대해 깊은 이해를 하고 있었다. 또한, 장애인에게 특화된 장비들이 인상적이었다. 이 장비들이 실제 체육센터 환경에서도 활용될 수 있도록 설계된 것 같아서 큰 희망을 얻었다." (참여자 1, 12, 9, 10, 15)

"제공되는 스트랩의 크기가 표준적이라 나에게겐 약간 크게 느껴졌다. 다양한 크기의 스트랩을 제공하는 것이 필요하다고 느꼈다." (참여자 1, 10, 14)

#### 3.3.3.4 서비스 개선의 필요성

"재활 운동 리빙랩을 이용하는 과정에서 서비스 단계

별로 피드백을 주는 시스템이 구축되어 있다면, 사용자로서 더 효과적으로 이용할 수 있을 것 같다." (참여자 2, 3, 7, 8, 12)

"재활 운동 리빙랩의 기술적인 부분에서는 강점이 많았지만, 사용자의 편의를 위한 부분에서는 아직 개선이 필요하다고 느꼈다." (참여자 5, 6, 13)

## 4. 고찰

본 연구는 체육센터 환경을 모사한 재활 운동 리빙랩에서 근골격계 질환, 심혈관계 질환, 척수손상을 가진 참여자가 겪는 다양한 도전 과제를 조명하였다. 본 연구의 분석은 재활 운동 리빙랩 서비스의 효과성, 효율성, 만족도 측면에서 중요한 통찰을 제공하며, 이를 통해 리빙랩 환경에서의 서비스 제공 방식에 대한 구체적인 개선 방안을 도출하였다. 이를 통해, 재활 운동 리빙랩이 제공하는 서비스의 장점과 한계를 실질적으로 파악하고자 하였다.

리빙랩은 실제 체육센터의 경험을 재현하면서, 참여자의 특정 질환에 대응하는 맞춤형 서비스를 제공하는 특징을 가진다. 이러한 환경은 참여자에게 안전하고 효과적인 운동 경험을 제공하는 데 중요한 역할을 하였다.

그룹별로 살펴본 효과성은 근골격계질환 그룹이 가장 높은 효과성을 보이며, 척수손상 그룹에서는 일부 제한적인 결과가 관찰되었다. 이 결과는 각 그룹의 특징 및 주어진 과제에 대한 반응에 따른 차이를 반영하고 있음을 제시한다. 김동일 등[28]의 연구에 따르면, 척수손상을 입은 환자들은 퇴원 후 독립적인 운동기구 활용에 어려움을 겪었다. 병원 내에서 제공되는 기구는 주로 수동적인 관절 운동에 초점이 맞춰져 있어, 이는 장애인들의 기초 체력을 증진하기 위한 기구의 필요성을 더욱 부각한다. 또한, 정재춘[29]과 김지태[30]의 연구는 장애인들의 스포츠 활동 참여가 그들의 건강과 삶의 질에 미치는 긍정적 효과를 강조하였다. 특히, 김지태[12]는 스포츠 활동을 통해 장애인들이 얻는 체육의 가치가 사회 통합에 중요한 역할을 한다는 점을 강조하였다.

그룹별 효율성을 살펴보면, 근골격계질환 그룹이 시나리오 2, 4, 6, 8에서 더 빠른 수행 시간을 보였으며, 척수손상 그룹의 경우 노력 정도와 피로도는 다른 그룹에 비해 상대적으로 낮게 평가되었다. 특히 시나리오 6(실시간 피드백 확인 및 보완)에서는 심혈관계질환 그룹이 16.3점의 고강도 노력 정도를 보이지만, 척수손상 그룹은 19.4점으로 매우 높은 노력 정도를 보였다. Veeger와

Van Der Helm[31]은 반복적인 동작들은 상지 원위부에 해당하는 손과 손목의 움직임뿐만 아니라 충분한 어깨 근력을 통한 상지 근위부의 안정성이 요구된다고 하였다. 이는 척수손상의 특성상 상지 원위부의 움직임과 근위부의 안정성이 낮아 작업을 수행하는 데 더 큰 노력이 필요할 수 있음을 나타냈다.

만족도의 경우, 근골격계질환 그룹이 상대적으로 높은 수용도를 보였다. 이는 근골격계질환 그룹의 참여자가 제공된 과제나 작업에 대해 더욱 긍정적으로 평가하였음을 나타낸다. 강동헌, 박지영, & 은선덕 [32]의 연구는 장애인을 대상으로 한 요구도 조사 결과를 바탕으로 재활 운동 및 체육 서비스에 대한 요구도를 깊이 있게 분석하였다. 이러한 연구는 특정 질환을 앓는 사용자들의 서비스 반응을 파악하는 데 큰 도움이 될 것이다.

뇌졸중 편마비 장애인 대상 적합한 운동 프로그램은 운동시간과 관계없이 보행 능력의 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 이는 뇌졸중 편마비 환자들이 지역사회 기반의 꾸준한 운동 실천의 중요성을 강조한다[33]. 재활 운동 리빙랩에서는 심혈관계 질환 참여자에게는 편마비 환 측 부위의 경직된 조직 이완 및 근력 강화, 코어 운동, 평형성 및 협응성 운동 프로그램 등 다양한 프로그램이 제공되었다. 이러한 특화된 운동 프로그램들은 각 질환에 따라 사용자들의 필요와 제한을 고려하여 설계되었으며, 참여자는 지역사회에서 이러한 서비스를 지속해서 사용하길 원했다.

그러나, 모든 서비스나 프로그램이 완벽하게 사용자의 요구나 기대에 부응하는 것은 아니었다. 재활 운동 리빙랩을 참여하는 동안 발생할 수 있는 불편함을 개선하기 위해, 일부 참여자 사이에서는 제공된 스트랩의 크기와 형태에 대한 불만이 제기되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 척수손상 환자들이 다양한 신체활동에 참여할 수 있도록 설계된 맞춤형 운동 장비가 필요하다. Pelletier [34]은 이러한 개인화된 접근 방식의 중요성을 강조하며, 다양한 크기(대, 중, 소)의 스트랩을 포함하여, 환자의 특정 필요에 맞게 조정할 수 있는 운동 장비와 설정의 필요성을 지적하였다. 또한, Henea 등[35]은 척수손상 환자들의 자세를 오랜 시간 동안 유지할 수 있도록 지원하는 다양한 장치(하네스, 트롤리, 스트랩, 매트리스, 롤러 등)의 개발을 제안했다. 이들은 이러한 지원 장치가 척추 보행 능력의 발달의 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 강조하며, 특히 다양한 병리학적 상황에 맞게 조정될 수 있는 스트랩과 같은 장비의 중요성을 지적했다. 척수손상인 욕구 및 실태조사 [36]에서 척수손상 장애인 563

명 중 93.8%가 합병증을 경험하며, 체계적인 건강관리가 필요하나 운동기능 손상으로 인해 적절한 운동 방법이나 운동기구를 찾기 어려운 상황이라고 지적되었다.

또한, 재활 운동 리빙랩의 서비스 과정에 대한 참여자의 피드백을 통해 재활 운동 리빙랩의 운영 방안과 발전 방향을 모색하는 데 중요한 정보를 얻을 수 있었다. 참여자의 의견은 재활 운동 리빙랩의 통합적인 서비스 제공과 지속적인 모델 개선에 큰 도움을 주었다. 선행연구로서 박지영, 강동헌, & 은선덕 [36]은 장애인 체육활동에서 여러 제약 요소를 제시하면서도, 장애인 건강권법의 시행에 따라 재활 운동 및 체육 서비스의 제도적 지원이 확대되었음을 알렸다. 본 연구에서 제안하는 서비스디자인 프로세스는 사용자, 보호자, 지도자, 시설 담당자 등 다양한 이해관계자의 경험을 바탕으로 체계적으로 설계되어야 함을 강조하였다.

그러나 본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 상대적으로 적은 수의 참여자로 인해 결과의 일반성이 제한될 수 있다. 이를 극복하기 위해, 향후 연구에서는 다양한 배경을 가진 대상자들을 모집함으로써 더 넓은 인구 통계학적 특성을 반영할 수 있도록 해야 한다. 둘째, 연구 대상자가 특정 질병 상태의 환자로 한정되어 있어, 다른 질병 상태나 건강 수준을 가진 인구 집단에 대한 데이터가 부족하다. 이 문제를 해결하기 위해, 향후 연구는 다양한 의료 상태와 생활 습관을 지닌 인구를 대상으로 확장되어야 한다. 이를 통해 연구 결과의 신뢰성과 적용 범위를 향상할 수 있다. 셋째, 연구의 초점이 재활 운동 리빙랩의 서비스 제공 과정과 사용자의 경험에만 맞춰져 있어, 개별 운동 기기의 기능이나 성능에 대한 구체적인 평가가 이루어지지 않았다. 이는 연구의 범위 내에서 선택적 제외된 부분이며, 특정 기기의 기능이나 성능 분석보다는 서비스 전체의 유용성과 효과에 중점을 두었다. 향후 연구에서는 운동 장비의 기술적 세부 사항과 그 효과에 대한 평가를 포함하는 것이 중요하다. 특히, 장비의 사용 편의성, 안전성, 그리고 임상적 효과 등을 종합적으로 분석하는 것이 필요하다. 넷째, 현재 연구에서는 서비스의 전반적인 유용성과 효과에 중점을 두었지만, 이는 서비스 품질의 다양한 측면을 평가하지 못했다. 따라서, 향후 연구는 서비스 제공의 다양한 단계를 평가하고, 사용자 만족도, 접근성, 그리고 비용 효율성 등을 포함한 종합적인 서비스 품질 평가를 수행해야 할 것이다.

결론적으로, 본 연구는 재활 운동 리빙랩의 강점과 한계를 실질적으로 파악하는 데 큰 도움을 주었다. 특히,

실제 사용자의 경험과 피드백을 바탕으로 재활 운동 리빙랩의 서비스 품질을 향상하고, 다양한 질환을 가진 사용자들의 요구와 기대에 부응하는 서비스를 제공하는 방안을 모색할 수 있었다.

## References

- [1] H.-P. Brunner-La Rocca, C.J. Peden, J. Soong, P.A. Holman, M. Bogdanovskaya, L. Barclay, "Reasons for readmission after hospital discharge in patients with chronic diseases—Information from an international dataset", *PLoS ONE*, Vol.15, 2020, e0233457.  
DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233457>
- [2] R. Duan, M. Qu, Y. Yuan, M. Lin, T. Liu, W. Huang, et al., "Clinical benefit of rehabilitation training in spinal cord injury: A systematic review and meta-analysis", *Spine*, Vol.46, No.6, pp.E398-E410, 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.1097/BRS.00000000000003789>
- [3] P. Van Wambeke, A. Desomer, P. Jonckheer, B. Depreitere, "The Belgian national guideline on low back pain and radicular pain: key roles for rehabilitation, assessment of rehabilitation potential and the PRM specialist", *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, Vol.56, No.2, pp.220-227, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.19.05983-5>
- [4] T. Poldma, S. Bertin, S. Ahmed, G.U.Y.L.A.I.N.E. LE DORZE, K.S. THOMAS, "Assessing a Rehabilitation Living Lab Research Project: The Meta-Analysis of an Inclusive Environment for People with Disabilities", *Design and Living Well: Re: Research*, Vol.4, No.4, pp.169-184, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.7945/C2P40Z>
- [5] J. Kim, Y.L. Kim, H. Jang, M. Cho, M. Lee, J. Kim, H. Lee, "Living labs for health: an integrative literature review", *European Journal of Public Health*, Vol.30, No.1, pp.55-63, Feb. 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz105>
- [6] S. Ahmed, P. Archambault, C. Auger, A. Durand, J. Fung, E. Kehayia, et al., "Biomedical research and informatics living laboratory for innovative advances of new technologies in community mobility rehabilitation: Protocol for evaluation and rehabilitation of mobility across continuums of care", *JMIR Research Protocols*, Vol.11, No.6, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.2196/12506>
- [7] T. Kampfmann, P. Bernert, D.J. Lang, "Toward a modular evaluation approach of real-world laboratories: Findings from a literature review", *Research Evaluation*, Vol.32, No.1, pp.128-143, 2023.  
DOI: <https://doi.org/10.1093/reseval/rvac029>
- [8] H. Tercanli, B. Jongbloed, "A systematic review of the literature on living labs in higher education institutions: Potentials and constraints", *Sustainability*, Vol.14, No.19, pp.12234, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/su141912234>
- [9] G. Savic, D. Short, D. Weitzenkamp, S. Charlifue, B.P. Gardner, "Hospital readmissions in people with chronic spinal cord injury", *Spinal Cord*, Vol.38, pp.371-377, 2000.  
DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101019>
- [10] M.M. Priebe, A.E. Chiodo, W.M. Scelza, S.C. Kirshblum, L.-A. Wuermsler, C.H. Ho, "Spinal cord injury medicine. 6. Economic and societal issues in spinal cord injury", *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, Vol.88, pp.S84-S88, 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.12.005>
- [11] P.G. Cho, T.H. Kim, H. Lee, G.Y. Ji, S.H. Park, D.A. Shin, "Incidence, reasons, and risk factors for 30-day readmission after lumbar spine surgery for degenerative spinal disease", *Sci. Rep.*, Vol.10, 172, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69732-2>
- [12] B.J. Gabbe, A. Nunn, "Profile and costs of secondary conditions resulting in emergency department presentations and readmission to hospital following traumatic spinal cord injury", *Injury*, Vol.47, pp.1847-1855, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.06.012>
- [13] L.C. Daras, M.J. Ingber, J. Carichner, D. Barch, A. Deutsch, L.M. Smith, A. Levitt, J. Andress, "Evaluating Hospital Readmission Rates after Discharge from Inpatient Rehabilitation", *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, Vol.99, pp.1049-1059, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.07.008>
- [14] D. McKechnie, J. Pryor, R.M. BN, M.J. Fisher, "Predictors of Readmission to Acute Care from Inpatient Rehabilitation: An Integrative Review", *PM&R*, Vol.11, pp.1335-1345, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.1002/pmrj.12179>
- [15] J.Y. Kim, M.K. Lee, Y.M. Wang, K.S. Choi, "A Study on Factors Affecting Medical Use and Medical Expenditure of Disabled Persons", *Korea Development Institute for the Disabled: Seoul, Republic of Korea*, 2020: ISBN 978-89-6921-374-7(93330).
- [16] A. Karpur, S.M. Bruyere, "Health Care Expenditure among People with Disabilities: Potential Role of Workplace Health Promotion and Implications for Rehabilitation Counseling", *Rehabil. Couns. Bull.*, Vol.56, pp.7-22, 2012.  
DOI: <https://doi.org/10.1177/0034355212439756>
- [17] A. Oh, W.-Y. So, "Assessing the Needs of People with Disabilities for Physical Activities and Sports in South Korea", *Healthcare*, Vol.10, 5, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare10020265>
- [18] S. Lee, J. Kim, "A country report: Impact of COVID-19 and health inequity on South Korea's disabled community during a pandemic", *Disabil. Soc.*, Vol.35, pp.1514-1519, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/09687599.2020.1809352>

- [19] J. Y. Park, D. H. Kang, S. D. Eun, "Exploring the Rehabilitation Sports Service Delivery Method Using User Experience," *The HCI Society of Korea*, pp. 1170-1172, 2020.
- [20] Y.H. Lee, J.B. Kim, W.H. Jang, "Systematic Review of the Usability Testing Study on Assistive Technology Devices in Korea", *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, Vol.58, No.4, pp.279-298, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.23944/jsers.2019.12.58.4.12>
- [21] N. Bevan, J. Carter, J. Earthy, T. Geis, S. Harker, "New ISO standards for usability, usability reports and usability measures", In *International conference on human-computer interaction*, CAN, pp.8-278, July 2016.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-39510-4\\_25](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-39510-4_25)
- [22] C. Lee, "Reliability and validity of the global physical activity questionnaire of Korean version" [master's thesis], Yonsei University, Seoul, 2014.
- [23] J. A. Lenker, U. Damle, C. D'Souza, V. Paquet, T. Mashtare, E. Steinfeld, "Usability evaluation of access ramps in transit buses: preliminary findings," *Journal of Public Transportation*, Vol. 19, No. 2, pp. 7, 2016.  
DOI: <http://doi.org/10.5038/2375-0901.19.2.7>
- [24] B. Perez, J. Choi, V. Paquet, J. Lenker, L. Kocher, M. Nemade, E. Steinfeld, "Comparison of wheelchair securement systems designed for use in large accessible transit vehicles (LATVs)," *Assistive Technology*, Vol. 33, No. 2, pp. 105-115, 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/10400435.2019.1604582>
- [25] J. R. Lewis, "The system usability scale: past, present, and future," *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol. 34, No. 7, pp. 577-590, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1455307>
- [26] K. S. Ham, D. H. Lee, H. J. Hong, S. J. Park, J. W. Kim, "An Experimental Research on the Usability of Indirect Control using Finger Gesture Interaction in Three Dimensional Space," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 14, No. 11, pp. 519-532, 2014.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2014.14.11.519>
- [27] K. U. Ryu, J. W. Jeong, Y. S. Kim, H. B. Kim, "Understanding qualitative research methods," *Pakyoungsa*, pp. 321-338, 2018.
- [28] D. I. Kim, H. Lee, B. S. Lee, J. Kim, J. Y. Jeon, "Effects of a 6-week indoor hand-bike exercise program on health and fitness levels in people with spinal cord injury: a randomized controlled trial study," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. 96, No. 11, pp. 2033-2040, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.07.010>
- [29] J. C. Jeong, "The effects of leisure-sport participation on self-esteem and life satisfaction to disabilities application to the spinal cord injury in badminton club members," *Korea Journal of Tourism and Hospitality Research*, Vol. 28, No. 2, pp. 139-159, 2014.
- [30] J. T. Kim, "Relationship among Perceived Health Status, Health Promotion Behavior, and Life Quality of Participants in Lifetime Sports Program," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 19, No. 1, pp. 43-55, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.17006/kiapa.2011.19.1.43>
- [31] H. Veeger, F. Van Der Helm, "Shoulder function: the perfect compromise between mobility and stability," *Journal of Biomechanics*, Vol. 50, No. 10, pp. 2119-2129, 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2006.10.016>
- [32] D. Kang, J. Park, S. D. Eun, "Analysis of the Needs of Individuals with Disability for Rehabilitation Sports Service," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 21, No. 8, pp. 675-690, 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2021.21.08.675>
- [33] A. Leroux, "Exercise training to improve motor performance in chronic stroke: effects of a community-based exercise program," *International Journal of Rehabilitation Research*, Vol. 28, No. 1, pp. 17-23, 2005.  
DOI: <https://doi.org/10.1097/00004356-200503000-00003>
- [34] C. A. Pelletier, "Exercise prescription for persons with spinal cord injury: a review of physiological considerations and evidenced-based guidelines," *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2023.  
DOI: <https://doi.org/10.1139/apnm-2023-0227>
- [35] M. Henea, E. Şindilar, L. Burtan, I. Mihai, M. Grecu, A. Anton, G. Solcan, "Recovery of Spinal Walking in Paraplegic Dogs Using Physiotherapy and Supportive Devices to Maintain the Standing Position," *Animals*, vol. 13, no. 8, 2023.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/ani13081398>
- [36] Korea Spinal Cord Injury Association, "2021 Spinal Cord Disabled Employment and Status Survey Report," 2021. [Online]. Available: [http://www.kscia.org/kscia/bbs/board.php?bo\\_table=bo\\_15&wr\\_id=746](http://www.kscia.org/kscia/bbs/board.php?bo_table=bo_15&wr_id=746)

문 광 태(Kwangtae Moon)

[정회원]



- 2013년 12월 ~ 2019년 7월 : 경기도고양시일산동구보건소 공무원
- 2019년 7월 ~ 2021년 2월 : 서울특별시북부지역장애인보건의료센터 작업치료사
- 2021년 2월 : 연세대학교 일반대학원 작업치료학과 (작업치료학 석사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 일반대학원 작업치료학과 (작업치료학 박사과정 수료)
- 2022년 8월 ~ 현재 : 전주대학교 작업치료학과 (시간강사)
- 2021년 2월 ~ 현재 : 연세할수있게하는기술연구센터 연구원

<관심분야>

지역사회 작업치료, 환경수정, 스마트홈, 재활운동

---

김 종 배(Jongbae Kim)

[정회원]



- 1984년 2월 : 연세대학교 응용통계학과 (경제학 학사)
- 2005년 5월 : 미국 피츠버그대학교 재활과학 (재활과학 박사)
- 2008년 3월 ~ 2014년 2월 : 국립재활원 재활연구소 재활보조기술연구과장
- 2014년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 소프트웨어디지털헬스케어융합대학 작업치료학과 교수

<관심분야>

재활과학, 보조로봇, AI, IoT