

**2022**

신개발 의료기술 수평탐색활동

손 재활을 위한  
**착용형 로봇**

## 손 재활을 위한 착용형 로봇

### 기본정보

의료기술명	손 재활을 위한 착용형 로봇(Wearable robots for hand rehabilitation)				
의료기술 유형	의료기기, 의료행위				
상품명	대표적인 상품은 다음과 같음. <ul style="list-style-type: none"> <li>· 국외: InMotion<sup>®</sup> ARM/HAND / Emovo Grasp</li> <li>· 국내: 라파엘(Rapael) 스마트 글러브 / 엑소 글러브(Exo-Glove) 폴리 II</li> </ul>				
사용대상	손 재활이 필요한 환자 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 뇌졸중 등의 신경계 질환으로 인하여 손의 기능이 저하된 환자</li> <li>· 신경학적 또는 정형외과적 부상으로 손을 움직일 수 있는 능력을 부분적으로 또는 완전히 상실한 환자</li> </ul>				
사용목적	환자의 손 재활 훈련을 보조				
혁신성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 인공지능을 활용하여 환자에게 개별화된 치료를 제공: InMotion, 라파엘 스마트 글러브, 엑소 글러브 폴리 II</li> <li>· 인공건(artificial tendon)을 통해 손을 움직이는 자연스러운 감각을 제공: Emovo Grasp</li> </ul>				
국내 시장진입 예상시점	1~3년 이내				
국내·외 이용현황	구 분	한국 MFDS	미국 FDA	유럽 MDR CE	비 고
	InMotion <sup>®</sup> ARM/HAND (미국)	×	×	×	· 15개국 이상에서 판매 중
	Emovo Grasp (스위스)	×	×	×	· 뇌 손상 환자 약 30명을 대상으로 임상시험을 진행 중 · '21년에 의료기기 판매에 필요한 ISO 유럽 인증을 획득함 · '23년에 시장 출시가 목표
	라파엘 스마트 글러브 (한국)	○ ( '21)	○ ( '14)	○ ( '15)	· '16년에 시카고 재활병원(Rehabilitation Institute of Chicago)에 4대 판매함 · 세브란스 병원에 보급되어 사용 중 · '15년에 ISO 13485를 획득함
	엑소 글러브 폴리 II (한국)	×	×	×	
이용 가능한 의료기관	상급종합병원, 종합병원, 병원, 요양병원, 재활전문병원, 의원				

## 1 질병 배경 및 질병 부담

건강보험심사평가원의 보건 의료 빅데이터 개방 시스템에서 본 기술의 사용 대상과 관련된 최근 3년간(2019년~2021년)의 질병 부담을 확인하였음. 국내에서는 매년 60만 명 이상의 환자들이 뇌졸중을 경험하며 고통을 겪고 있음.

### 환자 수 추이

단위: 명

	2019년	2020년	2021년
뇌졸중	613,824	607,862	620,342
신경계 질환	3,293,351	3,212,945	3,409,795

### 진료비 현황 및 추이

단위: 요양급여비용총액, 천원

	2019년	2020년	2021년
뇌졸중	2,091,509,639	2,263,120,659	2,401,411,542
신경계 질환	2,463,752,563	2,508,502,477	2,516,091,108

### 의료이용 현황 및 추이

단위: 내원일수, 일

	2019년	2020년	2021년
뇌졸중	13,733,943	13,522,521	13,253,246
신경계 질환	26,675,288	25,984,320	25,758,269

## 2 의료기술 소개

뇌졸중은 단순한 뇌의 이상에서 그치지 않으며, 점진적인 운동 및 감각 능력의 소실이 나타남. 뇌졸중 생존자의 약 75%가 팔과 손 손상으로 장기적으로 고통받고 있음. 이러한 환자들의 장기간 빠른 일상 회복을 돕기 위한 재활 로봇이 주목을 받고 있음.

손재활을 위한 착용형 로봇은 혁신성 측면에서 인공지능을 활용하여 개별화된 치료를 제공하는 로봇과 인공지능을 통해 손을 움직이는 자연스러운 감각을 제공하는 로봇으로 구분하였음. 대표적인 기술을 소개하면 다음과 같음.

- 인공지능을 활용: InMotion® ARM/HAND, 라파엘 스마트 글러브, 엑소 글러브 폴리 II 등
- 인공지능을 활용: Emovo Grasp 등



## InMotion® ARM/HAND

BIONIK(미국)

BIONIK

InMotion® Robotics

InMotion® ARM/HAND

▶ **사용 대상:** 뇌졸중 및 기타 신경계 질환으로 인한 손 기능의 저하

▶ **사용 방법:**

InMotion® ARM/HAND에는 다음이 포함됨:

- 뇌졸중이나 기타 신경계통의 장애를 가진 개인의 손 사용을 위한 로봇으로, 환자들이 손을 뻗거나 잡는 운동에 초점을 맞춘 재활 훈련을 통해 환자의 회복 속도를 향상시킴.
- 정확하고 객관적인 방식으로 손의 움직임을 평가할 수 있는 기능을 제공하므로 임상 의사가 환자의 진행 상황과 치료 반응을 더 잘 측정하고 정량화할 수 있음.
- 인공지능 및 데이터 분석을 활용하여 환자에게 권한을 부여하는 개별화된 치료 및 보고서를 제공. 환자의 재활 결과의 해석 및 문서화, 사용 용이성을 개선하여 전체적인 재활 진행 상황을 한 화면에 명확하게 표시 가능함.



▶ **영향:**

- 기존의 InMotion ARM 로봇 시스템에 통합된 동일한 운동 학습 및 신경 유연성의 원리를 보완하여 개발됨.
- InMotion 로봇 시스템은 어깨 내전/후퇴, 굴곡/신전, 외전/내전, 내/외회전, 팔꿈치 굴곡/훈련을 통해 뇌졸중 생존자와 기타 신경학적 질환이 있는 사람들이 팔과 손의 움직임을 회복하도록 돕기 위해 15개국 이상에서 판매 중임.

▶ **자료출처:**

<https://www.bioniklabs.com/products/inmotion-arm-hand>

<https://www.businesswire.com/news/home/20190123005223/en/>

## 라파엘(Rapael) 스마트 글러브

(주)네오펙트(한국)



▶ **사용 대상:** 뇌졸중 및 기타 신경계 질환으로 인한 손 기능의 저하

▶ **사용 방법:**

- 손 재활이 필요한 환자들이 다양한 재활 훈련 게임을 통해 손가락과 손목, 아래팔 기능의 재활 훈련을 할 수 있는 디지털 재활 기기. 손가락과 손등에 센서가 각각 탑재되어, 환자의 움직임을 캡처할 때 각 부위의 움직임을 더욱 정교하고 정확하게 측정.
- 센서로 측정된 데이터를 라파엘 스마트 재활 솔루션 플랫폼 소프트웨어로 송출함. 이 데이터를 바탕으로 손가락의 구부림 정도, 손목과 아래팔의 움직임 각도를 측정하고 인공지능이 분석해 환자 개인 맞춤형 재활 프로그램을 제공함.
- 환자가 집에서 스스로 홈 재활훈련을 수행하고 물리/작업치료가 비대면 화상통화를 통해 환자들의 훈련을 도움.



▶ **영향:**

- 미국 스탠퍼드 대학병원 뇌졸중 센터 마틴 란스버그 박사 연구팀은 뇌졸중 환자들이 스마트 글러브를 사용해 집에서 스스로 홈 재활을 진행한 효과와 환자 만족도에 관한 연구를 진행함. 임상시험은 상지 기능이 있는 만성 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 스마트 글러브를 하루에 50분, 일주일에 5일씩 8주 동안 사용하는 방식으로 시행함. 뇌졸중 환자의 운동 및 균형 기능 회복 정도를 평가하기 위한 도구인 푸글 마이어(Fugl Meyer) 평가와 잭슨 테일러 손 기능 평가(Jebson-Taylor Hand Function Test) 방법 등이 사용되었음. 연구에 참여한 환자 중 85%가 스마트 글러브를 활용한 재활 훈련에 대해 만족했고, 80%는 손의 기능이 향상됨. 각자 가정에서 의료진의 도움 없이 자율적으로 수행한 재활 훈련을 통해서도 손과 팔의 기능을 향상할 수 있을 것으로 결론 내렸음.

▶ **참고사항:**

- 2021년에 식품의약품안전처로부터 시판 허가를 획득하였으며, 연세대학교 의과대학 세브란스병원에 보급되어
- 센서 기술에 대해서는 2019년에 미국 특허 등록을 마침.

▶ **자료출처:**

<http://www.bosa.co.kr/news/articleView.html?idxno=2097859>

<https://www.neofect.com/kr/smart-glove>

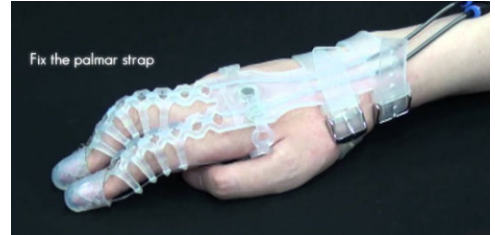
## 엑소 글러브(Exo - Glove) 폴리 II

조규진 서울대 기계항공공학부 교수 연구팀(한국)

▶ **사용 대상:** 뇌졸중 및 기타 신경계 질환으로 손이 마비되거나 근육이 손상된 사람

▶ **사용 방법:**

- 인공지능(AI)이 탑재되어 영상으로 착용자의 의도를 예측할 수 있는 소프트 웨어러블 손 로봇. 어깨와 팔은 움직일 수 있지만, 손가락을 못 움직여 물체를 잡을 수 없는 장애인이 사용할 수 있도록 개발 중인 웨어러블 손 로봇에 사용자 의도를 예측하는 기계학습 알고리즘을 통합함.



- 딥러닝 알고리즘을 기반으로 사용자 눈에 보이는 장면을 그대로 촬영하는 일인칭 시야 카메라를 이용하여, 웨어러블 손 로봇을 착용한 사람의 의도를 예측함. 사람이 물체를 보고 손을 사용하려 할 때의 의도를 그 사람의 팔 움직임과 손-물체의 상관관계를 통해 예측할 수 있다는 가설에 기반하여 딥러닝 모델인 '비디오넷'(Video-Net)을 이용함. 안경에 부착된 카메라를 활용하여 사용자의 의도를 예측하는 비디오넷은 환자의 손과 물체의 상관관계를 파악하는 공간 정보와 팔의 움직임을 파악하는 시간 정보로 구성됨. 비디오넷을 안경처럼 쓰고 손 로봇을 착용한 상태에서 물체를 향해 팔을 뻗으면 비디오넷은 팔 움직임과 손-물체 간 거리 등 정보를 종합하여, 사용자가 물체를 잡으려 하는 것으로 예측함. 팔을 계속 내밀어 손이 물체에 닿으면, 손 로봇이 작동해 마비된 손이 물체를 잡을 수 있게 도움.

▶ **영향:**

- 카메라를 사용하여 사용자의 의도를 미리 파악해 원하는 동작을 하도록 하는 최초의 웨어러블 로봇.
- 손 근육이 손상된 환자가 카메라가 달린 안경과 엑소 글러브 폴리 II를 착용하고 컵을 바라보면 컵을 안정적으로 칠 수 있도록 도움을 줌. 안경에 달린 카메라에 탑재된 AI 시스템이 컵을 영상으로 인식하고 컵을 쥐는 동작이 필요하다고 판단하면 엑소 글러브 폴리 II에 부드럽고 정교한 움직임을 명령.
- 이 연구에서 손을 움직이지 못하는 척수 손상 환자가 비디오넷과 웨어러블 손 로봇을 이용해 물건을 잡아 옮기는 데 성공했으며, 아무 도움 없이 커피를 마시는 등 일상 활동도 할 수 있었다고 연구팀은 밝힘.

▶ **위험 및 경고:**

- 잡으려는 물체나 손이 다른 물체로 가려지는 등 비디오넷이 팔 움직임이나 물체를 인식하기 어려운 경우에는 제대로 작동하지 않는 등 개선할 점이 존재함.

▶ **자료출처:**

<https://www.donga.com/news/article/all/20190412/95015414/1>

<https://www.yna.co.kr/view/AKR20190130153800017?section=search>

## Emovo Grasp

Emovocare(스위스)

# emovo

▶ **사용 대상:** 신경학적 또는 정형외과적 부상으로 인해 한 손을 움직일 수 있는 능력을 부분적으로 또는 완전히 상실한 경우

▶ **사용 방법:**

- 손가락을 능동적으로 여닫을 수 있는 새로운 인공 건(artificial tendon)을 통해 손을 움직이는 자연스러운 감각을 제공함. 버튼을 조작하여 원하는 동작을 수행하고, 분리가능한 모듈식 구성으로 사용 및 유지 관리가 용이함.
- Emovo Grasp를 활성화 시 모터 구동 케이블 2개가 손의 뒤쪽을 따라 실리콘 링을 통해 모터가 케이블을 앞으로 밀어내어, 환자의 검지와 중지에 가벼운 압력을 가해 물체와 접촉하도록 함. 압력은 리모컨을 통해 조정 가능함. 불규칙한 모양의 물체에도 로봇이 자동으로 그립을 조정함.
- 대상을 잘 잡았다고 판단 시, 인공 건과 손가락을 제자리에 유지하면서 모터를 정지시킴. 이를 통해 물체를 들었다가 다시 내려놓는 연습을 할 수 있음.
- 리모컨의 다른 버튼은 반대 명령을 내려, 케이블이 당기는 힘을 만들어 손가락을 곧게 펴 물체를 놓을 수 있도록 함. 이 로봇의 인공 건은 손의 자연적인 근육 및 힘줄 시스템과 유사함.
- 데이터를 수집하여 애플리케이션을 통합하여 환자가 재활 과정에 있는 위치를 보여주는 것이 차후의 계획임. 또한, 뇌와 근육 신호를 통해 환자의 의사를 해석하는 등 보다 직관적인 제어 기능을 추가하고자 함.

▶ **영향:**

- Emovo Grasp 장치로 집에서 매일 15분씩 훈련 시, 별도로 병원을 오지 않아도 재활할 수 있음.

▶ **참고사항:**

- 편마비가 있는 사람이 독립적으로 사용할 수 있도록 설계되어, 한 손으로 착용 및 해제할 수 있음.
- Emovocare는 2021년에 의료기기를 판매하는 데 필요한 ISO 유럽인증을 획득함.
- 프랑스, 이탈리아, 오스트리아에서 약 30명의 뇌 손상 환자를 대상으로 임상시험을 진행 중. 피실험자 중 한 명은 7년 동안 완전히 움직이지 못하다가 장치를 처음 사용한 지 하루 만에 검지를 2mm 움직일 수 있었다고 보고됨.
- 2023년에 시장 출시를 목표로 자금을 조달하고 있음.

▶ **자료출처:**

<https://emovocare.com/>

<https://actu.epfl.ch/news/exoskeleton-device-helps-stroke-victims-regain-han/>

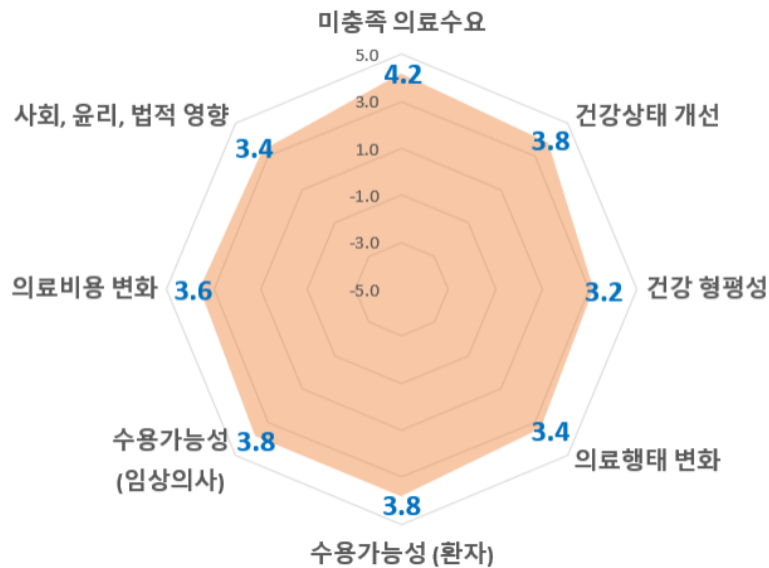
### 3 전문가 자문을 통한 잠재적 영향력 평가

잠재적 영향력 종합 점수: +4.2점

〈잠재적 영향력 항목별 점수(손 재활을 위한 착용형 로봇)〉

구분	미충족 의료수요	건강 상태 개선	건강 형평성	의료형태 변화	수용 가능성 (환자 측면)	수용 가능성 (임상의 측면)	의료비용 변화	사회, 윤리, 법적 영향
점수(점)	+4.2	+3.8	+3.2	+3.4	+3.8	+3.8	+3.6	+3.4

\* 점수 범위: -5점 (부정적 영향력) ~ +5점 (긍정적 영향력)



### 기타사항

본 정보지는 국내·외에서 개발되는 유망의료기술에 대한 정보를 객관적으로 제공하기 위한 목적으로 제작하였습니다. 작성 시점에 확인된 연구 문헌, 보고서, 기관 또는 회사 홈페이지, 보도자료 등을 토대로 하였으며, 해당 분야의 전문가 자문을 통해 도출된 연구 결과물입니다. 한국보건의료연구원 및 해당 집필 연구진은 특정 회사와 이해관계가 없음을 알려드립니다. 또한, 본 연구 및 정보지의 내용은 법령 및 고시 등의 제·개정사항에 따라 변경될 수 있으니 관련 기관에 확인이 필요함을 알려드립니다. 본 연구에 대한 보다 상세한 내용은 한국 보건의료연구원 홈페이지(<https://www.neca.re.kr>) 『연구정보-연구보고서』를 참고하시기를 바랍니다.