

## 웨어러블 로봇 (Exoskeleton)

### 지능형 로봇 기본계획에 의한 집중 육성 분야 지정

데이터분석본부 대구경북지원 선임연구원 노대경 Tel: 053-601-5171 e-mail: ndk@kisti.re.kr



#### KEY FINDING

1. 웨어러블 로봇 산업은 안전성과 정밀제어성 확보를 위한 장시간의 연구가 필요한 기술집약적 산업이자 다분야의 기술융합이 필수적인 고부가가치 융합산업이다.
2. 웨어러블 로봇 시장규모는 2020년 기준 세계 319백만 달러, 국내 15백만 달러 규모이며, 연평균40% 수준의 성장을 통해 2025년 세계 1,836백만 달러, 국내 83백만 달러의 시장규모가 될 것으로 전망된다. 지역으로는 북미지역이 헬스케어, 방산, 산업, 기타분야 모두 2025년까지 가장 큰 규모의 웨어러블 로봇 시장이 형성될 것으로 전망된다.
3. 제3차 지능형 로봇 기본계획에 의하여 웨어러블 로봇이 정책적으로 집중 육성대상에 포함되었고, 재활의료분야에서 웨어러블 로봇을 사용할 때 적용받는 적절한 의료보험수가 산정을 위하여 협의가 진행되고 있다.
4. 노령화로 인한 인구구조의 거시적 변화는 근력을 상실하여 근력보조가 필요한 웨어러블 로봇의 수요층 증가로 볼 수 있다.
5. 국내는 다양한 기술을 개발하여 사람에게 적용할 수 있는 비교적 자유로운 기술개발환경을 갖고 있으므로, 국내시장을 해외시장 진출을 위한 테스트베드로 삼는 전략이 필요하다.

### 1) 시장의 개요

웨어러블 로봇은 ①주로 공장 근로자가 무거운 짐을 들 때 근력을 증강시켜 부상이나 장애의 위험을 방지하기 위한 목적과, ②극한상황에서 활동하는 군인의 근력과 지구력을 보조하기 위한 목적, ③근력기능이 약화된 노인이나 장애인의 근력보조 목적으로 개발되었다. 웨어러블 로봇은 외골격(Exoskeleton)로봇, 엑소슈트(Exo Suite), 착용형 근력증강 로봇 등 다양한 이름으로 불리고 있으며 ①사람의

동작을 감지하는 센서와 ②센싱된 데이터를 기반으로 근력보조 정도를 제어하기 위한 제어기, ③실제로 동력을 발생시키는 액추에이터로 구성되어 있다. 웨어러블 로봇 산업은 인체에 직접 적용되는 특성으로 안전성과 정밀제어성 확보를 위한 장시간의 연구가 필요한 기술집약적 산업이다. 또한 액추에이터(모터, 공압, 유압 등)와 감속기, 기구부 제조를 위한 다양한 분야의 제조업과 경량화를 위한 첨단소재 산업, 데이터의 측정과 전송, 분석/제어를 위한 IT 관련 산업의 융합이 필요한 고부가가치 융합산업이다.

웨어러블 로봇 시장은 근육과 골격계통의 질환을 앓고 있는 환자와 상하지 마비, 근력약화로 일상생활이 어려운 노약자의 재활 및 보조 관련 수요가 크게 증가함에 따라 지난 몇 년 동안 높은 성장률을 보이고 있다. 기술적으로 웨어러블 로봇은 무겁고 크지만 최대출력이 높은 외골격형과 가볍고 작지만 최대출력이 낮은 슈트형으로 구분 가능하였으나, 경량소재와 고출력 소형 액추에이터 기술의 발전으로 인하여 슈트형의 최대출력이 증가하고 외골격형의 중량이 경량화 되면서 점차 기술적 경계가 모호해지고 있는 현실이다. 기술적 특징을 요약하면 다음과 같다.



그림 1 신체지원 로봇의 일종인 보행보조 로봇



자료: "중소기업 전략기술로드맵 2021-2023, 지능형 로봇", 2021

표 1 외골격형과 슈트형 근력증강 시스템 비교

특징	외골격형 근력증강 시스템	슈트형 근력증강 시스템
소재	알루미늄, 플라스틱 등	직물, 인공근육, 와이어, 공압튜브 등
무게 및 부피	무겁고 큼	가볍고 작음
최대 출력	근력의 1~10배	근력의 0~0.1배
관절구조 배치	단순함	복잡함
탈부착 용이성	어려움	간편함
주요 용도/응용	근력증강	근력보조

자료: "착용형 근력증강 기술 동향", 한국전자통신연구원, 2017

표 2 근력증강 시스템의 핵심기술

분류	외골격형 근력증강 시스템
설계	관절구조 배치 및 경량화 기술
구동	액추에이터 기술
제어	위치/힘 제어 알고리즘 기술
센싱	사용자 움직임 및 의도 파악 기술

자료: "착용형 근력증강 기술 동향", 한국전자통신연구원, 2017

## 2) 국내외 정책 및 규제현황

국내의 경우 체계적이고 일관성 있는 로봇산업 지원기반 마련을 위하여 2008년 '지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법'이 제정되었고, 동법 제5조에 따라 로봇산업 진흥을 위해 5년마다 기본계획을 수립하도록 하고, 매년 실행계획을 마련하도록 규정되어있다. 현재 제3차 기본계획(2019~2023년)아래 로봇생태계가 조성중이며 ①3대 제조업 중심 제조로봇 확대 보급, ②4대 서비스 로봇분야 집중 육성, ③로봇산업 생태계 기초체력 강화와 같이 3개 주요목표의 달성이 본 기본계획의 핵심이다. 웨어러블 로봇은 집중 육성 대상인 4대 서비스 로봇에 포함되어 기술개발에 대한 투자와 실증보급이 체계적으로 이루어지고 있다. 또한 대통령직속 4차산업혁명위원회에서 규제·제도혁신 해커톤을 통해 웨어러블 로봇의 주요 활용분야인 재

활로봇의 적정 의료보험수가 산정을 위한 협의를 진행하여 웨어러블 로봇의 의료분야 도입을 적극적으로 유도하고 있다.

단일국가로는 가장 큰 시장규모를 갖는 것으로 알려진 미국은 국내의 웨어러블 로봇과 관련한 적극적인 육성정책 시행과 제도혁신을 위한 움직임과는 대조적인 상황이라 할 수 있다. 미국 FDA에서는 동력을 보조하는 웨어러블 로봇을 class-II 의료기기로 분류하였는데, 국내기업에서 미국시장에 진출하기 위해서는 510(k)라고 불리는 시판 전 신고를 통해 안전성과 유효성을 검증받아 FDA의 허가를 획득해야 한다.

현재 국내는 웨어러블 로봇 수요기관의 유권해석에 따라 만약 의료기기로 분류될 경우 의료기기 인증을 받아야 하는 상황이며, 웨어러블 로봇을 판매하기 위한 필수 인증절차는 아직 준비중인 단계로 조사되었다.

표 3 4대 서비스 로봇 분야 선정사유

구분	세부 분야	선정 사유	
공공주도 (정부 50%, 지자체 50%)	돌봄	보급형 식사보조 로봇 양팔형 이송보조 로봇 배변케어(비데) 로봇	우리 실생활과 가장 밀접 글로벌 판매수량 최대 국내 산업계 역량 고
	웨어러블	근로 지원 로봇 노약자, 장애인 보조 로봇	장기적으로 가장 유망 현재 가장 미개척 분야
민간주도 (정부 50%, 민간 50%)	의료	시 기반 스마트 수술 로봇 수술 로봇 팔	기술장벽이 높은 분야 고위험, 고수익 분야
	물류	스마트 물류 핸들링 로봇 실내외 배송용 다중 로봇	가장 성장률이 높은 분야 물류센터, 병원 등 활용 유망 국내 산업계 역량 높은 분야

자료: "제3차 지능형 로봇 기본계획", 관계부처 합동, 2019.08

## 3) 시장동향 및 전망

### 시장 규모

세계 웨어러블 로봇 시장의 규모는 2020년 기준 319백만 달러로, 연평균 41.9% 성장하여 2025년 1,836백만 달러의 규모가

될 것으로 전망되고 있다. 물량으로는 2020년 기준 7,024대에서 2025년 44,609대로 성장할 것으로 예상된다. 국내는 2020년 기준 15백만 달러 규모에서 연평균 40.8% 성장하여 2025년 83백만 달러의 규모가 될 것으로 전망되며, 세계시장에서 국내시장 규모가 차지하는 비중은 4.5% 내외가 유지될 것으로 전망된다.

표 4 세계 및 국내 웨어러블 로봇 시장 규모 및 전망

(단위: 유닛, USD MILLION)

구분	구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	CAGR
세계	물량	7,024	9,466	13,002	18,901	28,648	44,609	44.7%
	금액	319	416	568	810	1,203	1,836	41.9%
국내	물량	330	435	595	861	1,300	2,017	43.6%
	금액	15	19	26	37	55	83	40.8%

자료: "Exoskeleton Market with COVID-19 IMPACT - Global Forecast to 2026", MarketsandMarkets, 2021.05

산출근거: 세계시장과 국내시장(금액)은 위 보고서 타입별 구분에서 전동식만 선별하여 적용 / 국내시장(물량)은 연도별 세계 평균가격 산출하여 국내시장 규모(금액)로 나누어서 산출

적용분야별로 시장을 구분하면 헬스케어, 산업, 방산, 기타 분야로 구분이 가능하며, 헬스케어 분야는 2020년 기준 188백만 달러에서 연평균 39.4% 성장하여 2025년 991백만 달러로 규모가 될 것으로 전망된다. 헬스케어 분야가 전체 시장에서 차지하는 비중은 2020년 58.9%이고, 2025년에는 54.0%가 될 것으로 예상된다. 비중은 축소되었으나 고성장을 동반하므로 2025년까지도 유망한 시장이라고 할 수 있다. 대륙별 시장 규모는 북미지역이 2020년에서 2025년까지 가장 큰 규모를 유지할 것으로 판단된다.

방산분야는 2020년 54백만 달러에서 연평균 47.2% 성장하여, 2025년 373백만 달러가 될 것으로 전망된다. 방산분야가 세계 시장에서 차지하는 비중은 2020년 16.9%에서 2025년 20.3%가 될

것으로 예상되며, 2024년부터 헬스케어분야 다음으로 큰 시장이 될 것으로 전망된다. 대륙별 시장규모는 북미시장이 2025까지 가장 큰 규모를 유지할 것으로 예상된다.

산업분야는 2020년 57백만 달러에서 연평균 45.1% 성장하여, 2025년 367백만 달러가 될 것으로 전망된다. 산업분야가 세계 시장에서 차지하는 비중은 2020년 17.9%에서 2025년 20.0%가 될 것으로 예상된다. 대륙별 시장규모는 북미시장이 2025까지 가장 큰 규모를 유지할 것으로 예상된다.

기타분야는 2020년 19백만 달러에서 연평균 40.5% 성장하여, 2025년 104백만 달러가 될 것으로 전망된다.

표 5 적용분야 및 대륙별 웨어러블 로봇 시장 규모 및 전망

(단위: USD MILLION)

구분	구분	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	CAGR
헬스케어	북미	73	92	123	170	247	367	38.3%
	유럽	54	69	93	130	190	285	39.7%
	APAC	56	73	100	141	208	316	41.1%
	기타	5	7	9	12	17	24	34.5%
	소계	188	241	324	453	662	991	39.4%

표 5 적용분야 및 대륙별 웨어러블 로봇 시장 규모 및 전망

(단위: USD MILLION)

구분		2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	CAGR
방산	북미	22	29	41	61	93	146	46.5%
	유럽	15	20	29	43	65	102	46.5%
	APAC	14	19	27	40	63	100	49.3%
	기타	4	5	7	11	16	25	46.2%
	소계	54	73	104	154	237	373	47.2%
산업	북미	22	29	40	57	86	133	43.7%
	유럽	13	17	23	34	51	78	44.2%
	APAC	18	25	35	52	81	128	47.6%
	기타	5	6	8	12	18	28	44.3%
	소계	57	77	107	155	236	367	45.1%
기타	북미	7	9	12	17	24	36	38.9%
	유럽	5	7	9	13	20	30	41.0%
	APAC	6	8	10	15	22	34	42.0%
	기타	1	1	1	2	3	4	39.4%
	소계	19	25	33	47	69	104	40.5%
Total	합계	319	416	568	810	1203	1836	41.9%

자료: "Exoskeleton Market with COVID-19 IMPACT - Global Forecast to 2026", MarketsandMarkets, 2021.05

산출근거: 대륙별 비중을 산출하여 전동식 분야별 시장규모에 적용

### 경쟁현황

세계 웨어러블 로봇 시장은 상위 5개 기업의 시장 점유율이 22~25%, 상위 10개 기업으로 확장하면 30~35%되는 것으로 추정되며, 시장의 고성장성에 매료된 신규 기업들의 시장 진출로 점차 상위 기업들의 시장 점유율이 낮아질 것으로 예상된다. 현재 웨어러블 로봇 시장에서 활동하고 있는 25개 주요기업의 활동분야를 살펴보면, 기술적으로 전동식과 수동식 동력보조<sup>1)</sup>를 모두 다루는 기업이 14개 기업으로 56%를 차지한다. 그리고 웨어러블 로봇의 주요 적용분야를 헬스케어, 산업, 방산, 기타로 구분하였을 때 3개 이상의 분야

에서 활동하는 기업은 3개 기업으로 12%를 차지하였고, 2개 이상의 분야에서 활동하는 기업은 14개 기업으로 56%를 차지하였다. 오직 1개의 적용분에서만 활동하는 기업도 11개 기업(44%)으로 많은 비중을 차지하고 있는 상황이며, 이는 주요 업체들이 적용분야별 시장을 선점하기 위하여 특정 분야에 집중하는 전략을 취하고 있는 것으로 판단할 수 있다. 25개 주요기업에서 방산분야에서 활동하고 있는 것으로 조사된 기업은 Lockheed Martin이 유일하며, 이는 방산분야가 블루오션인 동시에 신규 진출이 매우 까다로운 분야임을 말해준다고 할 수 있다.

웨어러블 로봇 시장에서 2020년도 기준 탑플레이어는 Ottobock

1) 수동식 동력보조 방식은 그 자체로는 로봇으로 분류될 수 없지만 웨어러블 로봇의 뼈대가 되는 기술임

이라는 독일에 본사를 둔 100년의 역사를 자랑하는 기업으로 7~8%의 시장 점유율을 기록한 것으로 조사되었다. 현재 이 기업은 방산부분을 제외한 모든 분야에서 활동하고 있으며 특히, 헬스케어부문에서

두각을 나타내고 있다. Ottobock은 상하지 기능을 완전히 상실한 사람을 위한 웨어러블 로봇 제품이 주를 이루며 북미, 유럽 아시아태평양 지역에서 두루 활동하고 있는 것으로 조사되었다.

표 6 웨어러블 로봇 주요기업 활동영역

기업명	기술구분		적용구분			
	전동식	수동식	헬스케어용	산업용	방산용	기타
Ottobock	0	0	0	0		0
DIH Medical	0	0	0	0		
CYBERDYNE	0		0	0		0
Ekso Bionics	0	0	0			0
Lockheed Martin	0	0	0	0	0	
ReWalk Robotics	0		0			
Daiya Industry	0	0	0	0		
Europe Technologies	0			0		
Focal Meditech	0		0			
Honda Motor	0			0		
Hyundai Motors	0			0		
Mitsubishi Heavy Industries	0			0		
Parker Hannifin	0	0	0			0
ATOUN	0	0	0	0		
BIONIK	0	0	0			
B-Temia	0		0			
MediTouch	0	0	0			0
Exhauss	0			0		
Fourier Intelligence	0	0	0	0		
Gogoa Mobility	0	0	0	0		
Myomo	0	0	0	0		
P&S Mechanics	0		0			
Rex Bionics	0	0	0			
suitX	0	0	0			0
Wandercraft	0		0			

자료: "Exoskeleton Market with COVID-19 IMPACT - Global Forecast to 2026", MarketsandMarkets, 2021.05

그림 2 웨어러블 로봇 시장의 사업기회 분석

### Policy

**웨어러블 로봇 육성 정책 시행**

- 지능형 로봇 기본계획에 따른 웨어러블 로봇 집중 육성 환경 구축
- 재활분야 웨어러블 로봇의 의료보험수가 조정 협의

### Market

**해외진출을 위한 국내시장 활용**

- 신기술을 상용화제품을 통해 사람에게 적용 가능한 국내시장 환경 활용
- 국내시장에서 실제 기술적용사례 창출을 통한 웨어러블 로봇 유효성 및 안전성 입증
  - 미국시장 진출을 위한 FDA 510(k) 준비
  - 그 외 각 국가별 필수인증 준비

### Society

**노령화에 따른 잠재고객 증가**

- 노령화 인구 증가에 따른 근력보조 필요계층 증가
- 노화에 따른 상하지 불완전마비 환자 증가에 따른 잠재고객 증가

### Technology

**고도화와 보급화 두트랙 전략**

- 노화로 인한 근력감소, 재활이 필요한 불완전마비 환자를 위한 보급형 기술 개발
- 완전마비환자와 상하지 기능 완전상실 장애인을 위한 기술 고도화

## 4) 분석자 인사이트

국내 제3차 지능형 로봇 기본계획에 의하여 정책적으로 웨어러블 로봇이 집중 육성대상에 포함되면서 안정적인 연구개발비 확보와 제품의 실증 및 보급 환경이 구축되고 있다. 또한 재활분야에서 적정 의료보험수가를 산정하기 위하여 관련 부처 간 협의가 진행되고 있다. 공공분야의 웨어러블 로봇 수요확대가 기대되는 측면이다.

현재 재활의료분야에서 웨어러블 로봇의 도입을 꺼려하는 이유는 현재 산정된 의료보험수가 로봇 도입에 필요한 초기투자 비용에 비하여 과도하게 낮게 책정되었기 때문이라는 의견이 많다. 이러한 의견에 대한 대응책으로 보급형 기술개발을 통하여 공급가격을 낮추어 의료재활분야에서 도입을 적극적으로 논의할 수 있도록 가격적 진입 장벽을 낮출 필요가 있다고 사료된다. 적정 의료보험수가 산정되기 위해서는 충분한 논의의 시간이 필요하므로 현재 관련 부처 간 협의가 진행되고 있더라도 완전한 합의 시점을 기다리기 보다는 선제적으로 보급형 기술을 개발할 필요가 있다고 판단된다.

산업계에서는 잠재적 수요처인 제조 대기업의 일부(현대자동차, 포드자동차)가 웨어러블 로봇의 자체 개발 및 적용을 시작하면서 웨어러블 로봇을 전문적으로 개발하는 기업에게는 비즈니스 기회가 줄

어 들었다. 하지만 아직까지는 직접 개발에 뛰어들 대기업은 극히 일부에 불과하여 잠재적 산업계의 수요는 많은 편이라 할 수 있다. 산업계에서 근력보조가 필요한 작업의 형태는 매우 다양하며, 근력보조가 필요한 신체부위 역시 다양하다. 이에 고중량 고반복의 작업을 수행하여야 하는 작업자를 대상으로 근력보조가 필요한 부분을 조사하여 커스터마이징하는 전략도 필요하다고 판단된다.

사회적으로 노령화에 따른 인구구조의 변화는 근력을 상실해가는 웨어러블 로봇이 필요한 수요층의 증가로 볼 수 있으며, 이는 헬스케어 분야의 비즈니스 기회로 볼 수 있다.



웨어러블 로봇 시장은 규모적인 측면에서 아직 매력적이지 못하다고 보여 질 수 있으나, 고성장이 기대되므로 안정적인 육성정책에 기대어 연구개발비 확보를 통한 기술고도화를 진행할 필요가 있다. 노령인구를 위한 웨어러블 로봇은 불완전마비와 노화로 인한 근력상실을 보조하기 위한 용도로 개발되어야 하며, 제어정밀성보다는 경량화와 단순화에 포커스를 맞추어 개발할 필요가 있다. 완전마비환자 또는 상하지 기능 완전상실 환자에게는 제어정밀성이 매우 중요한 기술적 이슈가 될 수 있지만 노화로 인한 근력상실은 단순화된 웨어러블 로봇으로도 충분히 근력증강 역할을 할 수 있다.

현재 국내는 웨어러블 로봇을 판매하기 위하여 필수적으로 획득해야 하는 인증은 없는 상태로, 다양한 기술을 개발하여 사람에게까지 한 번에 적용할 수 있는 자유로운 환경이라고 할 수 있다.<sup>2)</sup> 이러한 환경에서 미국 FDA의 class-II 의료기기의 기술적 요구사항 및 각 국가별 필수 인증 획득을 위한 요구사항들을 하나씩 만족시켜나가면서 기술을 고도화하고 완성시켜나가면 국제시장에서 유리한 포지션을 확보 할 수 있다고 판단된다. 즉, 기술의 테스트베드로 국내시장을 활용하기는 전략을 취하면 해외시장의 진출도 원활하게 이루어질 수 있다고 판단된다. ASTI



2) 단, 수요기관에서 웨어러블 로봇을 의료기기로 분류할 경우 의료기기 관련 인증 필요