

물리치료 분야에서 인공지능 및 바이오센싱 기술의 현장적용 및 전망에 관한 연구: 맞춤형 재활치료를 중심으로

유경태[†]

남서울대학교 물리치료학과

A Study on the Field Application and Prospect of Artificial Intelligence and Bio-Sensing Technology in Physical Therapy: Focusing on Customized Rehabilitation Treatment

Kyung-Tae Yoo, P.T, Ph.D.[†]

Department of Physical Therapy, Namseoul University

Received: July 4 2023 / Revised: July 6 2023 / Accepted: July 20 2023

© 2023 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study analyzed the impact of AI and biosensors on physical therapy, identifying the stage of customized technology development and future prospects. AI and biosensors improve the efficiency, establish customized treatment plans, and expand patient treatment opportunities. The study employed a literature review by searching databases and collecting research.

METHODS: This study searched various databases related to the topic, collected existing research, papers, and reports, evaluated the literature, and summarize the results.

RESULTS: Exercise therapy utilizing artificial intelligence can provide personalized and optimal exercise plans while monitoring rehabilitation progress. In addition, biosensors such as EMG sensors and accelerometers can monitor the individual progress in physical therapy, particularly in stroke patients, which can help improve physical therapy strategy and promote patient recovery.

CONCLUSION: This study suggested that artificial intelligence can be applied in many areas of physical therapy, such as exercise therapy, customized treatment plans, rehabilitation and management, pain management, neuro rehabilitation, and auxiliary devices. Using AI technology, it is possible to analyze and improve exercise and posture, retrain the central nervous system, establish customized treatment plans for individual patients, predict and compare patient progress before and after treatment, and provide customized pain analysis and treatment methods. In addition, AI can provide neuro rehabilitation programs and customized auxiliary devices.

[†]Corresponding Author : Kyung-Tae Yoo
taeyoo88@nsu.ac.kr, <http://orcid.org/0000-0001-7956-819X>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Key Words: Artificial intelligence, Biosensor, Customized, Physical therapy

I. 서론

1. 연구의 필요성

디지털 트랜스포메이션은 의료 분야에서도 혁신을 가져오고 있다. 환자의 병력, 치료 과정, 검사 결과 등을 전자 의료 기록(Electronic Medical Record, EMR) 시스템과 같은 기술을 활용하여 디지털화하고 관리함으로써 의료진들은 빠르고 정확하게 환자 정보를 파악할 수 있게 되었다. 또한, 인공지능 기술을 활용하여 의료 영상을 분석하면 보다 정밀한 진단과 치료가 가능해졌다[1,2].

디지털 트랜스포메이션의 영향은 물리치료 분야에도 큰 변화를 가져왔다. 웨어러블 디바이스를 비롯한 신체 부위 모니터링 기술, 가상현실(VR)을 활용한 치료, 인공지능을 이용한 운동 교정 등의 기술이 이제는 물리치료 분야에서도 활용되고 있다. 이러한 기술들을 적극 활용함으로써 물리치료 분야에서는 더욱 정확하고 효율적인 치료가 가능해졌으며, 특히 인공지능과 바이오 센싱 기술은 물리치료 분야에서 매우 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 기술들을 활용하면 운동 교정, 운동 데이터 분석, 진단 및 치료, 신체 부위 모니터링과 측정, 치료 기기 연동 등을 보다 정확하고 개인화된 방식으로 수행할 수 있다. 이러한 혁신은 물리치료 분야뿐만 아니라 다양한 분야에서의 의료 혁신을 이끌어 낼 것으로 기대된다[3].

의료계에 도입된 다양한 기술 중 인공지능과 바이오 센싱 기술을 이용한 맞춤형 물리치료는 환자에게 보다 정확하고 효율적인 치료 효과를 제공할 수 있게 해준다. 인공지능 기술을 활용한 운동 교정과 운동 데이터 분석, 진단 및 치료, 바이오 센싱 기술을 이용한 신체 부위 모니터링과 측정, 치료 기기 연동 등의 기술들은 물리치료 분야에서 보다 정확하고 개인화된 치료를 가능케 하고 있다. 이러한 기술들은 물론 다양한 분야에서의 의료 혁신을 주도할 것이다[4].

맞춤형 물리치료는 각 환자에게 맞는 최적의 치료 방법을 제공하여 빠르고 효과적인 치료를 가능하게 하는 중요한 치료 방법이다. 그러나 맞춤형 물리치료를 제공하는

것은 일반적으로 환자의 상태를 파악하고 치료에 적합한 계획을 수립하는 시간과 인력이 많이 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 인공지능과 바이오센서 기술의 발전으로 맞춤형 물리치료를 자동화하고 개인화하는 시스템을 개발하고자 하는 연구가 요구된다고 하겠다.

맞춤형 물리치료 시스템을 개발함으로써 환자는 자신의 상태에 맞는 최적의 치료를 더 빠르고 쉽게 받을 수 있다. 또한, 이를 통해 의료진은 환자 개인의 상태에 맞는 최적의 치료 계획을 제공함으로써 치료 효과를 극대화할 수 있다. 또한, 이러한 자동화된 시스템은 의료진의 업무 부담을 감소시키고 치료 결과의 품질을 향상[5]시킬 수 있지만, 맞춤형 물리치료의 장점에도 불구하고 이를 위해서는 전문가의 노력과 시간이 많이 소요되기 때문에 많은 환자들이 맞춤형 치료를 받지 못하는 문제점이 있다[6,7].

본 연구에서는 인공지능과 바이오센서 기술의 발전이 물리치료 분야에 미치는 영향력을 분석하고, 이를 활용하여 맞춤형 물리치료 기술의 개발 단계를 파악하고, 이에 따른 향후 전망을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 물리치료 분야에서 인공지능과 바이오센서 기술의 발전이 어떤 역할을 인식하고 물리치료의 효율성을 제고하여 환자들이 개인적인 상황에 맞춤형 치료를 받을 수 있는 시스템을 구축을 촉진시킴으로써 환자들의 치료기회확대 및 치료효과를 개선하고, 의료진의 업무부담을 경감시키는데 그 의의가 있다.

II. 이론적 배경

1. 인공지능 기술

인공지능(Artificial Intelligence, AI)은 기계가 인간의 지능적인 능력을 모방하거나 강화하여 수행하는 것을 의미한다. 이는 컴퓨터 과학, 수학, 논리학, 심리학, 철학 등 다양한 학문 분야에서 발전해왔다[8].

고전적인 인공지능 이론의 하나가 인공지능은 크게 “약 인공지능(Weak AI)”과 “강 인공지능(Strong AI)”을 구분하는 것이다. 약 인공지능은 특정한 작업을 수행하기 위한 인공지능으로, 예를 들어 자동번역, 음성인식, 이미지 분석 등이 있다. 이러한 약 인공지능은 현재

많은 분야에서 사용되고 있다[9].

인공지능의 발전은 주로 기계학습, 심층학습, 자연어 처리, 컴퓨터 비전 등의 기술을 통해 이루어진다. 이러한 기술들은 대량의 데이터와 컴퓨터의 계산 능력을 기반으로 한다[10,11].

최근 ChatGPT가 등장하면서 인공지능의 대한 관심은 그 어느때보다 고조되어 있으며, 실제 인공지능이 우리 일상공간으로 깊고 빠르게 침투하고 있다. 이러한 인공지능은 우리의 일상을 빠르게 변화시키고 있는데 인공지능이 비즈니스, 경제, 소규모 기업, 의료 분야 등에서 생산성 향상에 어떤 영향을 미치는지에 대한 다양한 연구를 다루고 있다. 각각의 논문과 학회 발표에서는 인공지능 기술이 어떻게 기존의 생산성 패러다임을 변화시키고, 어떤 새로운 도전과 과제를 야기하고 있는지에 대해 분석하고 있다[12].

인공지능 기술의 발전이 일부 직업을 자동화할 가능성이 있음을 인정하면서도, 새로운 직업의 생성 및 인공지능 기술을 활용하는 기술 역량을 보유한 인재의 수요 증가 등 긍정적인 영향에 대해서도 논의하고 있다. 각각의 보고서와 논문에서는 인공지능 기술의 발전이 미래의 일자리와 교육, 국가 정책 등에 미치는 영향에 대해 탐구하고 있다[13,14].

인공지능은 의료 분야에서 많은 혁신을 가져올 수 있다. 예를 들어, 의료 영상 진단, 신약 개발, 환자 건강 상태 모니터링 등에 활용할 수 있다[15,16].

인공지능이 개인화된 서비스 제공에 어떻게 활용될 수 있는지에 대해 다양한 관점에서 연구가 진행되고 있다. 각각의 논문에서는 검색 엔진, 온라인 스토어 등에서 인공지능 기술을 활용하여 개인화된 서비스를 제공하는 방법에 대해 다루고 있으며, 이를 통해 인공지능이 어떻게 개인의 요구에 맞는 서비스를 제공하는 데 기여할 수 있는지를 분석하고 있다[17].

인공지능의 사회적 영향에 대해서도 다양한 연구가 진행되었다. 그 중에서도 부정적인 측면을 다루는 연구로 인공지능의 긍정적인 측면뿐만 아니라 자율 무기 시스템, 거짓 정보 제작 등과 같은 부정적인 측면을 다루고 있으며, 이러한 문제들이 사회적으로 어떤 영향을 미치는지 탐구하고 있다[18].

그 밖에도 인공지능은 자율주행 자동차, 의료 진단, 금융 분야, 언어 번역 등에 인공지능 기술이 적용되고 있으며, 교육, 예술, 농업, 스포츠 등 다양한 분야에서도 적용범위를 확장하고 있다.

2. 바이오 센싱 기술

바이오 센싱 기술은 생물학적인 신호를 감지하고 분석하여 정보를 얻는 기술이며 정의와 역사는 Fig. 1과 Fig. 2에 제시하였다. 이 기술은 주로 의료, 환경, 식품 안전 등 다양한 분야에서 사용되고 있다. 바이오 센서는 일반적으로 인식요소, 생체측정요소, 신호처리요소로 구성된다. 인식 요소 (Transducer)는 생물학적인 신호

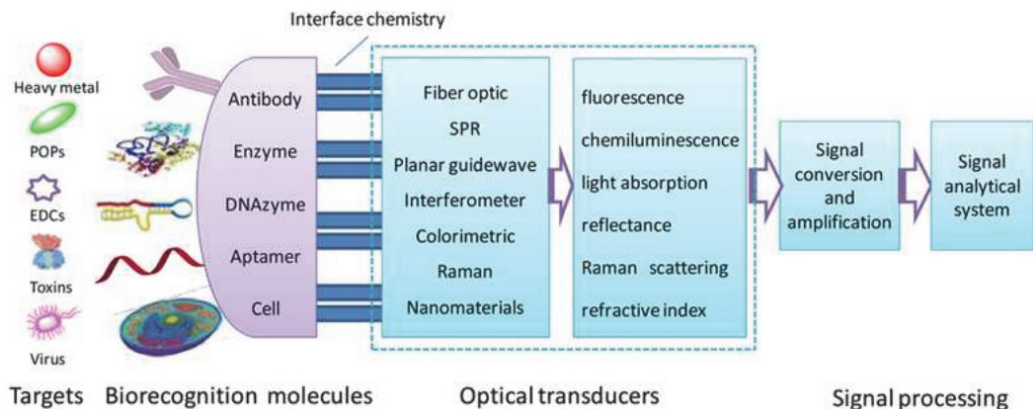


Fig. 1. Principle of the biosensor.

Source: Sensors, 2013



Fig. 2. History of the application of biosensors to in vitro diagnostic medical devices.

Source: KHIDI Expert Report

를 전기적, 광학적, 물리적 신호로 변환하는 것이고, 생체 측정 요소(Bioreceptor)는 인식 요소에 의해 감지된 생체 분자를 인식하고 분석한다[19]

바이오 센싱 기술이 의료, 환경, 식품 안전 등 다양한 분야에서 어떻게 활용되고 있는지를 다루고 있다. 각 논문에서는 바이오 센서를 이용하여 환자의 질병 진단과 치료, 의약품의 효능 검증, 환경 오염물질 검출, 식품 안전성 평가 등을 어떻게 수행할 수 있는지에 대해 다루고 있으며, 이를 위해 바이오 센서의 원리와 기술적인 발전 가능성에 대해 논의하고 있다. 이를 통해 바이오 센싱 기술의 다양한 활용 분야와 그 가능성에 대해 이해할 수 있다[20,21].

바이오 센서 기술은 빠르고 정확한 검출과 분석을 가능하게 하여 다양한 분야에서 사용될 수 있으며, 더욱 발전 가능성이 큰 기술이라는 것이다. 특히, 바이오 센서 기술은 농업, 환경, 식품 안전 분야에서 많은 이점을 제공하며, 실제적으로 활용 가능한 기술 중 하나라는 것이 강조되고 있다[22,23].

3. 맞춤형 물리치료

맞춤형 물리 치료는 환자가 통증 감소, 운동 범위 증가 또는 전반적인 근력 및 이동성 향상 등 특정 목표를 달성하는 데 도움이 될 수 있다. 물리 치료사와 긴밀

히 협력하여 개인화된 치료 계획을 수립함으로써 환자는 회복 과정에 더 힘을 얻고 참여할 수 있다.

Kairy 등은 다발성 경화증 환자를 대상으로 한 원격 재활에 대한 임상 결과에 대해 scoping review를 실시했다. 이들은 원격 재활이 환자의 신체 기능, 건강, 삶의 질 개선에 유용하다는 결과를 도출했다[24].

Santana 등은 심장 재활에서 원격진료, 웨어러블, 센서의 영향에 대한 체계적인 검토를 수행했다. 이들은 이러한 기술들이 심장 재활 환자의 신체 활동 및 무동력 행동 관리에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 결론을 내렸다[25].

Vercelli 등은 원격 재활의 최신 기술 개발 및 적용 분야에 대한 문헌 고찰을 제시했다. 이들은 원격 재활이 물리 치료, 작업 치료, 언어 치료, 심리 치료 등 다양한 재활 분야에서 적용 가능하다는 것을 보여주었다[26].

임상적 이점 외에도 맞춤형 물리 치료는 환자 만족도와 치료 순응도를 향상시킬 수 있다. 스마트 헬스케어와 관련된 기술과 어플리케이션, 노인 치매 환자를 위한 어플리케이션, 맞춤형 스마트폰 어플리케이션을 이용한 가정에서의 물리 치료에 대해 다루고 있다. 상당수의 연구에서 스마트 헬스케어와 관련된 기술과 어플리케이션, 스마트폰 어플리케이션을 이용한 맞춤형 물리 치료는 각각 의료 분야와 가정에서 높은 효과성과

유용성을 제공하며, 더욱 더 발전할 가능성이 보고하고 있다[27-29].

전반적으로, 맞춤형 물리 치료는 부상에서 회복, 만성 질환 관리, 그리고 전반적인 삶의 질 향상에 도움이 되는 개인화된 증거 기반 치료를 환자에게 제공하는 현대 의료의 필수 구성 요소이다.

III. 선행 연구

1. 인공지능과 물리치료 관련 선행연구

인공지능을 활용한 물리치료 관련 연구는 많은 분야에서 진행되고 있다. 최근에는 인공지능을 이용하여 물리치료 계획을 개발하거나 물리치료 진행 상황을 모니터링하는 기술 등이 연구되고 있다.

예를 들어, 한 연구에서는 인공지능을 이용하여 체중 중심 이동 훈련을 개발하였다. 이 훈련은 뇌졸중 환자의 회복을 위한 것으로, 인공지능이 환자의 움직임을 감지하고 자세를 교정해줌으로써 뇌졸중 환자의 체중 중심 이동 능력을 향상 시킬 수 있었다[30].

또 다른 연구에서는 인공지능을 이용하여 척추 측만증의 치료를 위한 물리치료 계획을 개발하였다. 이 연구에서는 인공지능이 환자의 MRI 이미지를 분석하여 개인 맞춤형 물리치료 계획을 제시하였다. 이러한 연구들은 물리치료 분야에서 인공지능이 발전해감에 따라 환자의 개인 맞춤형 치료 계획을 제공하고 효과적인 치료를 지원할 수 있는 가능성을 보여준다. 이러한 가능성을 뒤로하고 인공지능의 한계를 지적하는 주장도 존재한다[31].

Chen 등의 연구는 인공지능이 물리치료 분야에서 많은 잠재력을 가지고 있지만, 인공지능이 환자의 개인적인 요구와 목표를 파악하기 어려운 한계가 있다[32]고 하였으며, Giggins 등의 연구는 인공지능이 물리치료 분야에서 활용될 때, 물리치료사와의 협력이 매우 중요하며, 인공지능은 물리치료사의 역할을 대체하지 않을 것이라는 결론을 제시하였다[33].

또한, Lohse 등의 연구는 인공지능이 물리치료 분야에서 활용될 때, 환자의 신체적인 특성을 고려하지 않는 한계가 있음을 주장하였다. 이들의 주장은 인공지능은

물리치료 분야에서 많은 잠재력을 가지고 있지만, 여전히 인공지능만으로는 모든 문제를 해결할 수 없으며, 따라서 물리치료사의 보조 수단이라는 의견이다[34].

2. 바이오 센싱과 물리치료 관련 선행연구

Chen 과 Chen은 물리치료 분야에서 활용할 수 있는 웨어러블 센서 기술을 다루면서 이러한 센서는 신체 움직임과 관련된 다양한 생체 신호를 측정하고 분석할 수 있어, 물리치료의 효과를 평가하거나 개선할 수 있음을 제시하였다[35].

Lee 등은 상지 재활에 활용할 수 있는 웨어러블 모션 센서 시스템을 소개하고 환자의 상지 움직임을 측정하여 이를 피드백으로 활용하고, 상지 기능 회복을 돕는데 활용할 수 있다고 주장하였다[36].

Kargarfard 등은 스포츠, 재활, 신체 활동 모니터링 분야에서 활용되는 센서 기반 웨어러블 디바이스에 대해 이 장비가 물리치료 분야에서도 다양하게 활용되고 있으며, 환자의 상태를 모니터링하고 피드백을 제공하여 재활 효과를 높일 있다고 하였다[37].

IV. 인공지능과 바이오센싱의 물리치료 적용사례

1. 인공지능 적용사례

물리치료 분야에서는 인공지능이 다양한 방식으로 적용될 수 있다. 본 연구에서는 대표적으로 운동치료지원, 운동 재교육, 맞춤형 치료계획, 치료효과예측, 재활 및 관리, 통증관리, 신경재활, 보조기기 제작 등에서 인공지능이 활용되고 있다[38].

운동 치료 지원은 인공지능 기술을 사용하여 신체 운동 및 자세를 분석하고 개선하는데 활용할 수 있다. 예를 들어, Kinect와 같은 3D 카메라를 사용하여 환자의 운동을 실시간으로 모니터링하고, 동작의 정확성을 측정하고 피드백을 제공하여 치료를 지원할 수 있다[39].

운동 재교육은 인공지능 기술을 사용하여 중추신경계 재교육에 도움을 줄 수 있다. 예를 들어, 이전에 쓰여진 자료와 실시간 운동 감지를 결합한 기술을 사용하여, 대상 부위의 기능적 활동을 개선할 수 있다[40].

맞춤형 치료 계획은 인공지능 기술을 사용하여 환자

개개인의 상태와 조건에 맞는 맞춤형 치료 계획을 수립할 수 있다. 이를 위해 환자의 건강 기록을 분석하여, 최적의 치료 방법을 제안할 수 있다[41].

치료 효과 예측은 인공지능 기술을 사용하여 치료 전과 후의 환자 상태를 비교 분석하여, 환자의 회복 정도를 예측할 수 있다. 이를 통해 치료 효과를 예측하고, 환자의 건강을 개선하는 데 도움을 줄 수 있다[42].

재활 및 관리는 인공지능 기술을 사용하여 재활 치료 및 건강 관리를 지원할 수 있다. 예를 들어, 모션 캡처 기술을 사용하여 환자의 건강 상태를 추적하고, 의사와 물리치료사가 환자의 건강 상태를 실시간으로 모니터링하며 치료 방법을 최적화할 수 있다[43].

통증관리에도 인공지능이 활용되는데 예를 들어, 환자의 통증을 분석하여 통증의 원인을 찾고, 그에 따른 맞춤형 치료 방법을 제공하고 있으며, 신경재활분야에서는 뇌졸중 등 신경계 질환으로 인한 장애를 갖는 환자들에게 신경재활을 위해 인공지능은 환자의 운동 능력, 감각 능력, 인지 능력 등을 분석하고, 맞춤형 신경재활 프로그램을 제공한다[44].

마지막으로 인공지능은 3D 프린팅 기술과 결합하여 맞춤형 보조기기를 제작할 수 있다. 이를 위해 인공지능은 환자의 신체적 특성을 분석하고, 그에 따라 맞춤형 보조기기를 제작한다[45].

2. 바이오센싱의 적용사례

바이오 센싱 기술은 생체 신호를 감지하고 측정하는 기술로, 물리치료 분야에서 다양한 응용이 가능하다. 근전도 센서를 이용한 운동 재교육, 가속계를 이용한 자세 교정 및 균형감각 향상, 생체 인식 센서를 이용한 운동량 측정, 압력 센서를 이용한 보행분석을 대표적인 사례로 들 수 있다

근전도 센서를 사용하여 환자의 근육 활동을 측정하고 분석하면, 근육의 기능적 상태를 평가하고 개별적인 운동 재교육이 가능해진다. 또한 근전도를 이용하여 실시간으로 환자의 근육 활동을 모니터링하여 운동의 정확성을 향상시키고 근육 조절 능력을 향상시키는 데 도움을 줄 수 있다. 이러한 방식으로 근전도 센서를 활용한 운동 재교육은 물리치료 분야에서 널리 사용되고

있으며, 최근에는 인공지능 기술의 발전으로 보다 정확하고 효과적인 재교육이 가능해졌다. 인공지능을 활용하면 근전도 신호를 자동으로 분석하여 환자에게 맞춤형 운동 프로그램을 제공할 수 있고, 실시간 피드백을 제공하여 보다 효과적인 운동 재교육이 가능해진다[46].

가속도 센서를 이용한 자세 교정은 바이오센싱 기술 중 일상 생활에서 널리 사용되는 기술로 사람의 몸이 움직이는 방향과 속도를 측정하여 자세를 분석하고 교정하는 데 활용된다. 예를 들어, 스마트폰의 자이로스코프와 가속도계를 이용해 사용자가 스마트폰을 어떤 방향으로 움직이는지 측정하여, 이를 토대로 자세를 교정하는 앱이 개발되어 있다. 또한, 웨어러블 디바이스를 이용해 운동 중 자세를 측정하여 운동 효과를 높일 수도 있다[47].

생체 인식 센서를 이용한 운동량 측정은 바이오 센싱 분야에서 활발히 연구되고 있는 분야 중 하나이다. 이 기술은 주로 신체 움직임을 감지하기 위해 가속도계, 자이로스코프 및 자기장 센서와 같은 다양한 센서를 사용한다. 이러한 센서들은 운동량 측정을 통해 사용자의 건강 상태를 추적하고, 운동량 분석을 통해 사용자의 운동 패턴을 파악하고 개선할 수 있는 다양한 어플리케이션에 적용할 수 있는데 예를 들어, 걷기나 뛰기와 같은 운동은 사용자의 발걸음과 신체 움직임이 연속적으로 반복되는데, 바이오 센서를 이용하여 이러한 움직임을 감지하고 측정하여 사용자의 운동량을 측정할 수 있다. 이러한 정보를 분석하여 걸음 수, 속도, 거리, 칼로리 소비 등 다양한 운동 정보를 측정하고 분석할 수 있다[48].

이러한 바이오 센서를 이용한 운동량 측정 기술은 휴대용 기기나 웨어러블 디바이스에도 적용되어 다양한 운동 어플리케이션과 헬스케어 분야에서 활용되고 있다[49].

압력 센서는 발바닥의 압력을 측정하는 센서로, 보행 분석에 활용될 수 있다. 예를 들어, 물리치료 분야에서는 보행 재활 운동을 수행하는 환자들의 보행 분석을 위해 압력 센서를 사용하는 경우가 많다. 이를 통해 보행 중 발바닥의 압력 변화를 측정하고, 보행 동작 중 발생하는 문제점을 파악할 수 있다. 이러한 바이오

센서를 활용한 보행 분석 기술은 2020년 이후 많은 관련 연구가 진행되고 있다. 예를 들어, Lee 등은 압력 센서와 자이로스코프를 활용하여 보행 중 발생하는 압력 변화와 자세의 변화를 동시에 측정하고 이를 분석하는 기술을 제시하였으며, Zhang 등은 다중 센서를 활용하여 보행 동작 분석 시 발생하는 데이터 오류를 보정하는 기술을 제시하였다[50,51].

V. 인공지능과 바이오센싱의 물리치료 적용전망

1. 인공지능의 적용전망

인공지능 기술을 활용한 물리치료 시스템은 환자의 운동 치료를 더욱 효과적으로 지원할 수 있는 기술이며, 많은 장점을 갖고 있다. 이러한 시스템은 환자의 운동 치료를 자동화하고, 개인 맞춤형으로 제공할 수 있어 환자의 신체적 특성, 운동 능력, 운동 재활 진행 상황 등을 고려한 맞춤형 운동 계획을 제시할 수 있다. 이를 통해 환자의 치료 효과를 높이고, 상태 변화에 따라 적절한 대응을 제공할 수 있다

이러한 시스템은 시간과 장소의 제약을 받지 않아, 환자는 집이나 회사에서도 치료를 받을 수 있다. 또한, 이러한 시스템은 운동 동작을 실시간으로 분석하여, 환자의 운동 동작을 교정할 수 있다. 이를 통해 운동 동작의 정확성을 높이고, 부상을 예방할 수 있으며, 더 나은 운동 경험을 제공할 수 있다.

마지막으로, 이러한 시스템은 의료진의 업무 효율성을 높이고, 비용을 절감할 수 있는 장점도 있다. 의료진은 이러한 시스템을 통해 환자 개개인의 상태를 모니터링하고, 최적화된 운동 계획을 작성할 수 있으며, 환자의 운동 치료 과정을 원격으로 모니터링 할 수 있다. 이를 통해 의료진의 업무 부담을 줄이고, 환자에 대한 보다 정확하고 신속한 치료를 제공할 수 있다.

맞춤형 치료 방법을 제공하는 인공지능 기술은 환자의 개인적인 상황을 고려하여 치료를 제공할 수 있기 때문에, 더욱 효과적인 치료를 가능하게 한다. 이러한 시스템은 환자의 운동 동작을 실시간으로 분석하여, 부적절한 동작을 보완하고 개선할 수 있으며, 이를 통해 환자의 운동 동작의 정확성과 효과성을 높일 수 있다.

또한, 인공지능 기술을 활용한 물리치료 시스템은 데이터를 수집하고 분석하여, 개별 환자의 운동 치료 과정을 평가할 수 있다. 이러한 데이터는 환자의 치료 과정에 대한 의사 결정을 내리는 데 큰 도움이 될 수 있다. 또한, 이러한 데이터는 의료진이 보다 정확하고 개인화된 치료 방법을 제공하는 데도 도움이 된다.

물리치료 분야에서 인공지능 기술의 적용은 더욱 발전할 전망이며, 환자 개개인에 대한 맞춤형 치료 방법을 제공하는 데 큰 역할을 할 것이다. 이러한 기술의 발전으로 인해, 환자들은 더욱 개인화된 치료를 받을 수 있으며, 치료의 효과와 속도가 높아질 것으로 예상된다.

인공지능을 활용한 물리치료 시스템은 운동 재활 분야뿐만 아니라, 다양한 의료 분야에서도 적용 가능성이 높은 기술이다. 만성 질환, 장애, 신경계 질환 등과 같은 분야에서도 인공지능 기술을 활용하여 환자의 상태 변화를 모니터링하고, 맞춤형 치료 방법을 제공할 수 있다. 이를 통해 의료진은 보다 정확하고 개인화된 치료 방법을 제공할 수 있으며, 환자의 치료 효과를 높일 수 있다.

또한, 인공지능을 활용한 물리치료 시스템은 예측 모델을 구축하여, 환자의 운동 치료 결과를 예측하고 개선할 수 있다. 이러한 모델은 의료진이 보다 정확하게 환자의 치료 과정을 예측하고, 맞춤형 치료 방법을 제공하는 데 도움이 된다.

마지막으로, 이러한 시스템은 의료진의 업무를 간소화하고, 의료비용을 절감할 수 있는 장점도 있다. 시스템이 데이터를 자동으로 수집하고 분석함으로써, 의료진은 시간과 노력을 절약할 수 있다. 또한, 이러한 시스템은 집에서 치료를 받을 수 있도록 제공할 수 있어, 환자들은 병원에 방문하지 않아도 된다는 이점을 갖게 된다. 이를 통해 의료 비용을 절감할 수 있으며, 의료서비스에 대한 접근성을 높일 수 있다.

2. 바이오센싱의 물리치료 적용전망

바이오센싱 기술은 의학, 보건, 스포츠 및 물리치료 분야에서 활용이 가능한 신뢰성 높은 모니터링 시스템을 제공하고 있다. 특히, 바이오센서는 개인의 생체 정보를 측정하고 수집하고 이를 분석함으로써 환자의 상

태를 더욱 정확히 이해하고, 개인 맞춤형 치료 전략을 개발할 수 있을 것이다.

바이오센서는 근전도, 심전도, 혈압, 체온 등 다양한 생체 신호를 측정할 수 있다. 이러한 바이오센서들은 실시간으로 개인의 건강 상태를 모니터링할 수 있으며, 이를 기반으로 물리치료 전략을 수립할 수 있다. 예를 들어, 근전도 센서는 근육의 활동을 측정하는 센서로, 근육 운동 장애를 감지하고 이에 대한 치료 전략을 제공하는 데 유용하게 활용될 수 있다.

근전도 센서는 근육 내부의 전기적인 활동을 측정하여 근육의 수축 및 이완 상태를 파악할 수 있다. 이를 통해 근육이 얼마나 강하게 수축하고, 얼마나 빠르게 이완하는지 등을 측정할 수 있다. 이러한 정보는 근육 운동 장애를 감지하고, 그 원인을 파악하여 개별적인 치료 전략을 수립하는 데 유용하게 활용될 수 있다.

또한 근전도 센서는 운동 생리학 분야에서도 활용되어 근육의 성능 향상을 위한 운동 프로그램을 개발하는 데에도 적용됩니다. 이를 통해 근육의 활동성 및 수축력, 근육피로도 등을 측정하여 최적의 운동 조건을 찾아내는 데에 활용할 수 있다.

따라서 근전도 센서는 근육 운동 장애를 감지하고 이에 대한 치료 전략을 제공뿐만 아니라, 운동 생리학 분야에서도 활용되어 근육의 성능 향상을 위한 운동 프로그램 개발에 기여하는 중요한 도구로 평가할 수 있다.

또한, 바이오센서는 물리치료 과정에서 개인의 진척 상황을 모니터링하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 중풍으로 인한 운동 장애 환자의 경우, 근전도 센서와 가속도계를 사용하여 운동 기능의 개선 정도를 모니터링할 수 있다. 이는 물리치료 전략을 개선하고 환자의 회복을 촉진할 수 있는 데 도움을 줄 수 있다.

바이오센싱 기술은 물리치료 분야에서 새로운 가능성을 제공하고 있으며, 물리치료 전문가들은 이를 적극적으로 활용하여 개인 맞춤형 치료 전략을 개발할 수 있다.

VI. 결론 및 논의

본 연구는 인공지능과 바이오센서 기술의 발전이 물리치료 분야에 미치는 영향력을 분석하고, 맞춤형

물리치료 기술의 개발 단계를 파악하여, 물리치료의 효율성을 제고하고, 환자들이 개인적인 상황에 맞춤형 치료를 받을 수 있는 시스템을 구축하여, 환자들의 치료기회 확대 및 치료효과 개선, 의료진의 업무부담 경감을 목적으로 한다. 이를 통해 물리치료 분야에서 인공지능과 바이오센서 기술의 발전이 미치는 역할을 인식하고, 물리치료 분야에서 새로운 기술을 활용하여 환자에게 보다 나은 치료 서비스를 제공할 수 있는 가능성을 제시하고 있다. 바이오 센싱 기술은 물리치료 분야에서 근전도 센서를 이용한 운동 재교육, 가속계를 이용한 자세 교정 및 균형감각 향상, 생체 인식 센서를 이용한 운동량 측정, 압력 센서를 이용한 보행 분석 등에 적용될 수 있다. 근전도 센서를 활용한 운동 재교육은 인공지능 기술의 발전으로 보다 정확하고 효과적인 재교육이 가능하며, 근전도 신호를 자동으로 분석하여 환자에게 맞춤형 운동 프로그램을 제공하고 실시간 피드백을 제공하여 보다 효과적인 운동 재교육이 가능해진다.

가속도 센서를 이용한 자세 교정은 일상 생활에서 널리 사용되며, 스마트폰 앱이나 웨어러블 디바이스를 통해 자세를 분석하고 교정할 수 있다. 생체 인식 센서를 이용한 운동량 측정은 바이오 센싱 기술 중 활발히 연구되고 있으며, 가속도계, 자이로스코프 및 자기장 센서를 사용하여 운동량을 측정하여 사용자의 건강 상태를 추적하고, 운동 패턴을 분석하여 걸음 수, 속도, 거리, 칼로리 소비 등의 운동 정보를 제공한다.

바이오 센서를 이용한 운동량 측정 기술은 휴대용 기기나 웨어러블 디바이스에서도 사용되며, 걷기나 뛰기와 같은 운동에서 사용자의 발걸음과 신체 움직임을 측정하여 걸음 수, 속도, 거리, 칼로리 소비 등 다양한 운동 정보를 측정하고 분석할 수 있다. 압력 센서는 발바닥의 압력을 측정하여 보행 분석에 활용되며, 물리치료 분야에서는 보행 재활 운동을 수행하는 환자들의 보행 분석을 위해 사용되는 경우가 많다. 최근에는 압력 센서와 자이로스코프를 활용하여 보행 중 발생하는 압력 변화와 자세의 변화를 동시에 측정하고 이를 분석하는 기술이 개발되고 있다.

인공지능 기술이 발전함에 따라 물리치료 분야에서

도 적용 가능성이 높아지고 있으며, 환자 개개인의 신체적 특성과 운동 능력을 고려하여 최적의 운동 계획을 제시할 수 있고, 동시에 환자의 운동 재활 진행 상황을 모니터링하면서 개인 맞춤형 치료 효과를 증진시킬 수 있다.

다양한 인공지능 기술을 적용한 물리치료 시스템이 개발되고 있으며, 이러한 시스템은 센서 기술과 인공지능 알고리즘을 활용하여 운동을 자동으로 지도하고 모니터링하는 기능을 제공한다. 이를 통해 환자 개개인에게 최적화된 맞춤형 물리치료를 제공할 수 있는 기술적 진보가 기대된다.

바이오센싱 기술은 의학, 보건, 스포츠, 물리치료 분야에서 활용 가능한 모니터링 시스템을 제공하고 있으며, 근전도, 심전도, 혈압, 체온 등 다양한 생체 신호를 측정할 수 있다. 이러한 바이오센서들은 실시간으로 개인의 건강 상태를 모니터링하고 물리치료 전략을 수립할 수 있다. 특히, 근전도 센서는 근육 운동 장애를 감지하고 이에 대한 치료 전략을 제공할 수 있다.

바이오센서는 물리치료 분야에서 활용 가능한 다양한 생체 신호를 측정할 수 있는 기술로, 근전도, 심전도, 혈압, 체온 등을 측정하여 실시간으로 건강 상태를 모니터링하고 물리치료 전략을 수립할 수 있다. 또한, 바이오센서를 사용하여 개인의 진척 상황을 모니터링하면서 물리치료 전략을 개선하고 환자의 회복을 촉진할 수 있다. 이러한 바이오센싱 기술은 물리치료 분야에서 새로운 가능성을 제공하며, 개인 맞춤형 치료 전략을 개발할 수 있는데 도움을 준다.

지금까지의 내용을 살펴보고 이를 통해 최종적으로 내린 결론은 물리치료 분야에서 인공지능과 바이오센서의 활용은 더욱 정확하고 효과적인 치료를 제공할 수 있다는 점이다. 인공지능을 활용하여 환자의 건강 상태를 실시간으로 모니터링하고, 바이오센서를 이용하여 환자의 근육 활동을 측정하면 보다 정확한 진단과 효과적인 치료를 제공할 수 있다.

현재 물리치료 분야에서 인력 부족 문제가 있다. 이에 인공지능과 바이오센서를 활용하면 의료진의 역량을 보완할 수 있고, 보다 효율적인 치료가 가능해질 것이다. 또한 인공지능과 바이오센서를 이용하여 물리

치료 분야에서의 진단과 치료 방법을 연구하고 개선하는 것이다. 이를 통해 보다 정확하고 효과적인 치료 방법을 개발할 수 있다.

물리치료 분야에서 인공지능과 바이오센서의 활용에 대한 전망을 분석하여, 이들 기술이 물리치료 분야에서 어떤 변화를 가져올 수 있는지 예측하고 대응함으로써 미래 물리치료 분야에 대한 방향성을 제시할 수 있을 것이다.

Acknowledgements

Funding for this paper was provided by Namseoul University

References

- [1] Faddis A. The digital transformation of healthcare technology management. *Biomed Instrum Technol.* 2018;52(s2):34-8.
- [2] Kraus S, Schiavone F, Pluzhnikova, A. et al. Digital transformation in healthcare: analyzing the current state-of-research. *J Bus Res.* 2021;123(C):557-67.
- [3] Morillas G, Juan J. The digital transformation of the aerospace industry in the madrid region: a study of the situation and future trends. *technology, business, innovation, and entrepreneurship in industry 4.0.* Cham: Springer International Publishing, 2022.
- [4] Ovais M, Zia N, Ahmad I, Khalil AT, Raza A, Ayaz M, Sadiq A, Ullah F, Shinwari ZK. Phyto-therapeutic and nanomedicinal approaches to cure alzheimer's disease: Present status and future opportunities. *Front Aging Neurosci.* 2018;10:284.
- [5] Helm JM, Swiergosz AM, Haeberle HS, Karnuta JM, Schaffer JL, Krebs VE, Spitzer AI, Ramkumar PN. Machine learning and artificial intelligence: definitions, applications, and future directions. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2020;13(1):69-76.

- [6] Wu Y, Ma Z, Zhao H, et al. Achieve personalized exercise intensity through an intelligent system and cycling equipment: A machine learning approach. *Appl Sci*. 2020;10:7688.
- [7] Issam B, Xiaojun Z, Victor U, et al. Wearable sensors and machine learning in post-stroke rehabilitation assessment: A systematic review. *Biomed. Signal Processing. Control*. 2022;71:103197.
- [8] Ian G, Yoshua B, Aaron Courville. *Deep learning*. The MIT Press. 2016.
- [9] Jordan MI, Tom MM. *Machine learning: Trends, perspectives, and prospects*. *Science* 349. 2015;255-60.
- [10] Domingos P. *The master algorithm: how the quest for the ultimate learning machine will remake our world*. Basic Books. 2015.
- [11] Ruiz-Real JL, Juan UT, José AT, et al. Artificial intelligence in business and economics research: trends and future. *J Bus Econ Manag*. 2021;22(1):98-117.
- [12] Hansen EB, Simon B. Artificial intelligence and internet of things in small and medium-sized enterprises: A survey. *J Manuf Syst*. 2021;58:362-72.
- [13] Susan L, Anu M, James M, et al. The future of work after COVID-19. *McKinsey Global Institute* 18. 2021.
- [14] Brougham D, Jarrod H. Smart technology, artificial intelligence, robotics, and algorithms (STARA): Employees' perceptions of our future workplace. *J Manag Organ*. 2018;24(2):239-57.
- [15] Xiao C, Choi E, Sun J. Opportunities and challenges in developing deep learning models using electronic health records data: a systematic review. *J Am Med Inform Assoc*. 2018;25(10):1419-28.
- [16] Doi K. Current status and future potential of computer-aided diagnosis in medical imaging. *Br J Radiol*. 2005;78(1): S3-S19.
- [17] Wang Z, Allam M, Mingbiao L. Research on e-commerce personalized recommendation system based on big data technology. 2021 IEEE 2nd International Conference on Information Technology, Big Data and Artificial Intelligence (ICIBA). 2021;2.
- [18] Safdar NM, Banja JD, Meltzer CC. Ethical considerations in artificial intelligence. *Eur J Radiol*. 2020;122:108768.
- [19] Jayanthi VSPKSA, Das AB, Saxena U. Recent advances in biosensor development for the detection of cancer biomarkers. *Biosens Bioelectron*. 2017;91:15-23.
- [20] de Faria LV, Lisboa TP, Campos NDS, Alves GF, Matos MAC, Matos RC, Munoz RAA. Electrochemical methods for the determination of antibiotic residues in milk: A critical review. *Anal Chim Acta*. 2021;1173:338569.
- [21] Justino CIL, Duarte AC, Rocha-Santos TAP. Recent progress in biosensors for environmental monitoring: a review. *Sensors (Basel)*. 2017;17(12):2918.
- [22] Christian G, Antje JB. Biosensors to support sustainable agriculture and food safety. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 2020;128:115906.
- [23] Velusamy V, Arshak K, Korostynska O, et al. An overview of foodborne pathogen detection: in the perspective of biosensors. *Biotechnol Adv*. 2010;28(2):232-54.
- [24] Kairy D, Lehoux P, Vincent C, et al. A systematic review of clinical outcomes, clinical process, healthcare utilization and costs associated with telerehabilitation. *Disabil Rehabil*. 2009;31(6):427-47.
- [25] Elias K. Recognition of sedentary behavior by machine learning analysis of wearable sensors during activities of daily living for telemedical assessment of cardiovascular risk. *Sensors*. 2018;18(10):3219.
- [26] Peretti A, Amenta F, Tayebati SK, Nittari G, Mahdi SS. Telerehabilitation: review of the state-of-the-art and areas of application. *JMIR Rehabil Assist Technol*. 2017;4(2):e7.
- [27] Saba Raoof S, Durai MAS. A comprehensive review on smart health care: applications, paradigms, and challenges with case studies. *Contrast Media Mol Imaging*. 2022;2022:4822235.
- [28] Kabir ZN, Leung AYM, Grundberg Å, et al. Care of family caregivers of persons with dementia (CaFCa) through a tailor-made mobile app: study protocol of a complex

- intervention study. *BMC Geriatr.* 2020;20(1): 305.
- [29] Gregory K, Dimitrios C, Despoina P, et al. Gamified platform for rehabilitation after total knee replacement surgery employing low cost and portable inertial measurement sensor node. *Multimed Tools Appl.* 2020; 79:3161-88.
- [30] David W, Zaki H. Developing an artificial intelligence-enabled health care practice: rewiring health care professions for better care. *J Medical Imaging Radiat Sci.* 2019;50(4): S8-S14.
- [31] Saravi B, Zink A, Ülkümen S, et al. Performance of artificial intelligence-based algorithms to predict prolonged length of stay after lumbar decompression surgery. *J Clin Med.* 2022;11(14):4050.
- [32] Giansanti D, Castrichella L, Giovagnoli MR. New models of e-learning for healthcare professionals: a training course for biomedical laboratory technicians. *J Telemed Telecare.* 2007;13(7):374-6.
- [33] Yu KH, Beam AL, Kohane IS. Artificial intelligence in healthcare. *Nat Biomed Eng.* 2018;2(10):719-31.
- [34] Gordon AM, Richard M. Motor learning: application of principles to pediatric rehabilitation. *Campbell's Physical Therapy for Children Expert Consult-E-Book.* 2016.
- [35] Yao S, Swetha P, Zhu Y. Nanomaterial-enabled wearable sensors for healthcare. *Adv Healthc Mater.* 2018; 7(1):1-10
- [36] Wang Q, Wei C, Panos M. Literature review on wearable systems in upper extremity rehabilitation. *IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI).* IEEE, 2014.
- [37] Butte NF, Ekelund U, Westerterp KR. Assessing physical activity using wearable monitors: measures of physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(1):S5-12.
- [38] Vas Peter. *Artificial-intelligence-based electrical machines and drives: application of fuzzy, neural, fuzzy-neural, and genetic-algorithm-based techniques.* Vol. 45. Oxford university press, 1999.
- [39] Luxton DD. *Artificial intelligence in psychological practice: Current and future applications and implications.* Professional Psychology: Research and Practice. 2014; 45(5):332-39.
- [40] Esfahlani SS, Javaid B, Hassan S. Fusion of artificial intelligence in neuro-rehabilitation video games. *IEEE Access.* 2019;7(1):102617-27.
- [41] Alrefaei AF, Hawsawi YM, Almaleki D, et al. Genetic data sharing and artificial intelligence in the era of personalized medicine based on a cross-sectional analysis of the Saudi human genome program. *Sci Rep.* 2022; 12(1):1405.
- [42] Kavakiotis I, Tsave O, Salifoglou A, et al. Machine learning and data mining methods in diabetes research. *comput struct biotechnol J.* 2017;15(1):104-16.
- [43] Zeng C, Huang Y, Yu L, et al. Long-term assessment of rehabilitation treatment of sports through artificial intelligence research. *Comput Math Methods Med.* 2021;1(1):1-8
- [44] Meheli S, Sinha C, Kadaba M. Understanding people with chronic pain who use a cognitive behavioral therapy-based artificial intelligence mental health app (wysa): mixed methods retrospective observational study. *JMIR Hum Factors.* 2022;9(2):e35671.
- [45] Zhijie Z, Daniel WHN, Park HS, et al. 3D-printed multifunctional materials enabled by artificial-intelligence-assisted fabrication technologies. *Nature Reviews Materials.* 2021;6(1):27-7.
- [46] Subbu R, Weiler R, Whyte G. The practical use of surface electromyography during running: does the evidence support the hype? A narrative review. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2015;1(1):e000026.
- [47] Giansanti D. Investigation of fall-risk using a wearable device with accelerometers and rate gyroscopes. *Physiol Meas.* 2006;27(11):1081-90.
- [48] Qiu S, Wang H, Li J, Zhao H, Wang Z, Wang J, Wang Q, Plettemeier D, Bärhold M, Bauer T, Ru B. Towards wearable-inertial-sensor-based gait posture evaluation for subjects with unbalanced gaits. *Sensors (Basel).*

- 2020;20(4):1193.
- [49] Wu YC, Lin SX, Lin JY, et al. Development of AI algorithm for weight training using inertial measurement units. *Appl Sci.* 2022;12(3):1422.
- [50] Rampp A, Barth J, Schüle S, et al. Inertial sensor-based stride parameter calculation from gait sequences in geriatric patients. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2015;62(4):1089-97.
- [51] Hao L, Ghamisi P, Rasti B, et al. A multi-sensor fusion framework based on coupled residual convolutional neural networks. *Remote Sens.* 2020;12(12):2067.