Journal of
Sport Biomechanics

Winter 2024. Vol 9. Issue 4

Review Paper

Modern Approaches in Sport Biomechanics: A Review Paper

Maryam Mohammad Pour Koli[1], *Ali Fatahi[1]

1. Department of Sports Biomechanics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Mohammad Pour Koli M, Fatahi A. Modern Approaches in Sport Biomechanics: A Review Paper (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2024;9(4):284-300. https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.4.294.9

https://doi.org/10.21859/JSportBiomech.9.4.294.9

Article Info:

Received: 27 Jan. 2024

Accepted: 19 March 2024

Available Online: 19 March 2024

Keywords:

New approaches, Artificial intelligence, Information technology, Wearable sensors, Biomechanics

ABSTRACT

Objective In recent years, advancements in information technology, such as wireless EMG, high-resolution cameras, programs like OpenSim, innovations in textile sensors, and the emergence of artificial intelligence and smart mobile devices, have provided biomechanists with new tools and approaches. This study aims to investigate emerging trends in sports biomechanics, summarizing and providing practical insights from research conducted between 2015 and 2023.

Methods A systematic search of research articles on new biomechanics approaches published between 2015 and 2023 was conducted. Specialized databases were queried, and 47 articles meeting the inclusion criteria were selected for analysis.

Results Analysis of the selected studies revealed that the integration of information technology, artificial intelligence, smartphones, software, and wearable medical sensors in sports biomechanics has shown promising results in enhancing performance and reducing injury risks.

Conclusion The findings of this study suggest that advancements in sports biomechanics technologies are pushing the boundaries of current research. Continued exploration and application of these technologies will likely shape the future of sports science and performance.

* ***Corresponding Author:***
Ali Fatahi
Address: Department of Sports Biomechanics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Tel: +98 (912) 5607581
E-mail: ali.fatahi@iauctb.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

Recent technological advancements have revolutionized the monitoring of sports training and competition performance, particularly through the lens of sports biomechanics. The ability to measure and analyze human movement during sporting activities has become essential in coaching programs for assessing athlete performance, refining technique, and preventing injuries (41). In recent years, breakthroughs in information technology, including wireless EMG, high-precision cameras, software such as OpenSim, and innovations in textile sensors, as well as advancements in artificial intelligence and smart mobile devices, have catalyzed new approaches in sports biomechanics. These advancements are geared toward injury prevention and performance enhancement. This study aims to investigate newly emerging approaches in sports biomechanics, providing a comprehensive summary and practical insights gleaned from previous research in this domain.

2. Methods

This study adopts a review methodology based on the Preferred Reporting Method Guidelines for Systematic Reviews. A comprehensive search for articles was conducted across Persian and Latin electronic databases, including Google Scholar, Mogiran, Civilica, Irandoc, SID, ISC, ScienceDirect, PubMed, and Scopus. Keywords such as biomechanics, performance enhancement, sports achievements, new approaches, software, artificial intelligence, smartphone, and wearable gadgets were used to identify relevant articles. Selected articles were required to be published in reputable scientific journals, written in either Farsi or English, and focus on various aspects of sports biomechanics, including the integration of information technology, artificial intelligence, and wearable technologies. The search spanned research conducted between 2015 and 2023, resulting in the selection of 47 articles based on predetermined inclusion and exclusion criteria.

3. Results

Forty-seven articles were selected and categorized into five key areas: 1) Information technology in sports biomechanics, 2) Artificial intelligence in sports biomechanics, 3) Smartphone technology in biomechanics, 4) Wearable technologies in sports biomechanics, and 5) Sports biomechanics in medical science. These findings are summarized in Table 1, providing insights into new biomechanics approaches across these fields.

4. Conclusion

Advanced research in sports biomechanics is reshaping our understanding of fundamental movement principles and enhancing sports performance. The emergence of new approaches in sports biomechanics signifies a paradigm shift in the field. As these technologies continue to push boundaries, increased awareness and utilization of biomechanics in sports activities by athletes, coaches, researchers, and medical professionals will undoubtedly revolutionize the sports industry and the field of biomechanics.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be addressed in this research.

Funding

This research did not receive any grants from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Table 1. New biomechanics approaches in 5 fields of information technology, artificial intelligence, smartphones, wearable gadgets and medical science (briefly)

Authors	Title	Results
Cardona and colleagues (15)	Biomechanical analysis of the lower limb: a whole-body musculoskeletal model for muscle-based simulation	CODA motion software has successfully estimated the kinematic and kinetic parameters of healthy and pathological walking
Shirzad et al. (8)	Biomechanical analysis of the lower limb: a whole-body musculoskeletal model for muscle-based simulation	Clinicians show a greater preference for using smartphones to collect biomechanical data such as speed and jumping performance variables.
Shaw et al. (11)	Smartphone and tablet software applications for data collection in sport and exercise settings: an international cross-sectional survey.	Clinicians show a greater preference for using smartphones to collect biomechanical data such as speed and jumping performance variables.
Bradshaw (41)	Biomechanical approaches to identify and quantify injury mechanisms and risk factors in women's artistic gymnastics	In gymnasts, sensors help preventive interventions to reduce injuries
Tierney et al. (52)	Biomechanical measures of concussion, head acceleration exposure and brain injury in sports: a review	Implementation of these approaches could enable us to predict and take preventive measures for athletes or groups who experience a greater number and/or severity of head impacts during their career and who may be at risk for future complications.

مقاله مروری

مروری بر رویکردهای نوین در بیومکانیک ورزشی

مریم محمدپورکلی[۱]، *علی فتاحی[۱]

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۷ بهمن ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۲۹ اسفند ۱۴۰۲
تاریخ انتشار: ۲۹ اسفند ۱۴۰۲

کلید واژه‌ها:
رویکردهای نوین، هوش مصنوعی، فناوری اطلاعات، حسگرهای پوشیدنی، بیومکانیک

چکیده

هدف در سال‌های اخیر با توجه به پیشرفت‌هایی که در زمینه فناوری اطلاعات، مانند:EMG وایرلس، دوربین‌های مجهز به فریم‌های بیشتر و دقیق‌تر، برنامه‌هایی مثل: opensim، تحول در صنعت نساجی جهت ساخت حسگرهای پوشیدنی و هوش مصنوعی و موبایل‌های هوشمند و... رقم خورده است بیومکانیست‌ها نیز با تلفیق این تکنولوژی‌ها با ابزارهایشان به رویکردهای نوینی در این زمینه دست یافته‌اند. پیشرفت‌های اخیر در فناوری و بیومکانیک ورزشی، در جهت پیشگیری از آسیب و افزایش عملکرد است. این مطالعه با هدف بررسی پژوهش‌های مرتبط با رویکردهای نوظهور بیومکانیک ورزشی و انجام یک جمع‌بندی مطلوب و ارائه اطلاعات جامع و کاربردی از تحقیقات پیشین در این حوزه انجام شده است.

روش‌ها در این مطالعه، تحقیقات انجام شده در رابطه با رویکردهای نوین بیومکانیک بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ جستجو و مورد بررسی قرار گرفتند. جستجوی مقالات در پایگاه‌های تخصصی انجام گرفت و بر اساس معیارهای ورود و خروج، ۴۷ مقاله انتخاب شد.

یافته‌ها بررسی مطالعات انجام شده نشان داد که تلفیق فناوری اطلاعات، استفاده از هوش مصنوعی و الگوهای هوشمند، گوشی‌های هوشمند و نرم‌افزارها، حسگرهای پوشیدنی و پزشکی در بیومکانیک ورزشی تأثیرات مثبتی بر بهبود عملکرد و پیشگیری از آسیب‌ها داشته است.

نتیجه‌گیری با توجّه به بررسی تحقیقات انجام شده فن‌آوری‌های نوین بیومکانیک ورزشی مرزهای فعلی را جابجا کرده است، علم و آگاهی هرچه بیشتر در این حوزه‌های تحقیقاتی، آینده ورزش را شکل می‌دهند.

*نویسنده مسئول:
علی فتاحی
آدرس: گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
تلفن: ۵۶۰۷۵۸۱ (۹۱۲) ۹۸+
ایمیل: ali.fatahi@iauctb.ac.ir

مقدمه

در چند سال گذشته، علاقه‌مندی به ورزش برای افراد جامعه با سرعت چشم‌گیری افزایش یافته است ورزش تأثیر مثبت بر کیفیت زندگی، سلامت جسمانی و رفاه روانی–اجتماعی دارد. بیومکانیک ورزشی مطالعه اصول مکانیکی حرکت انسان و نحوه اعمال آن‌ها در عملکرد ورزشی است (۱). بیومکانیک ورزشی یک رشته بین‌رشته‌ای است که عناصر مهندسی، فیزیک، آناتومی و فیزیولوژی را ترکیب می‌کند تا به ورزشکاران کمک کند تا عملکرد خود را بهینه کنند و خطر آسیب را کاهش دهند (۲). استراتژی‌های هدفمند پیشگیری از آسیب، بر اساس تحلیل‌های بیومکانیکی، این پتانسیل را دارد که به کاهش بروز و شدت آسیب‌ها کمک کند. رویکردهای نوین در بیومکانیک می‌توانند با نظارت بر عملکرد ورزشی، پیشگیری از آسیب، توان‌بخشی و بهینه‌سازی عملکرد صنعت ورزش را متحول کند (۳). با توجه به تنوع زیاد ورزش‌ها و چگونگی تأثیر آن‌ها بر تمرینات ورزشی، پیشرفت در تحقیق و فناوری نقش کلیدی در ارائه ابزارهایی برای مشارکت ایمن، فراگیر و مؤثر در ورزش دارد (۴). با توجه به پیشرفت‌های فنّاورانه اخیر، تمرینات ورزشی و عملکرد مسابقات با استفاده از این دستگاه‌ها، به‌ویژه از منظر بیومکانیک ورزشی، پایش می‌شوند. توانایی اندازه‌گیری و توصیف حرکت انسان در طول فعالیت‌های ورزشی به بخشی جدایی‌ناپذیر از برنامه‌های مربیگری برای ارزیابی عملکرد ورزشکاران، بهبود تکنیک و پیشگیری از آسیب‌ها تبدیل شده است (۵). به گفته سازمان غذا و دارو ایالات‌متحده، حوزه‌هایی مانند اپلیکیشن‌های هوشمند، فناوری اطلاعات، فناوری‌های پوشیدنی هوشمند و فناوری اطلاعات توسط اینترنت اشیا، دید جامعی را در زندگی افراد امکان‌پذیر می‌سازد هدف آن استفاده از علوم نوین برای مطالعه منظم شاخص‌های مختلف توانایی بدنی انسان است (۶). امروزه تحلیل‌های بیومکانیکی با تلفیق در[1] (IT) فناوری اطلاعات، پیشرفت‌های اخیر در نرم‌افزارهای محاسباتی و همچنین در فناوری، برای جمع‌آوری داده‌های حیاتی، استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی را از نظر عملی امکان‌پذیر ساخته و منجر به علاقه‌مندی زیادی به قابلیت‌ها و مزایای ارائه شده توسط آن‌ها شده است (۷). در این زمینه مقالات متعددی استفاده هوش مصنوعی در تحلیل‌های بیومکانیکی را معرفی کرده‌اند که می‌توان از برنامه ChatGPT، تحلیل هوشمند داده‌ها، پلتفرم‌های هوشمند یکپارچه، پیش‌بینی آسیب‌ها و داده‌های هوشمند انفورماتیک نام برد. برنامه‌هایی که بر پایه هوش مصنوعی هستند با توجه به ماهیت آن‌ها که قابلیت پیش‌بینی با استفاده از داده‌های دریافتی را دارند، قابلیت ترکیب با ابزارهای بیومکانیکی را دارند. به‌عنوان مثال: شیرزاد و همکاران (۲۰۲۱) ترکیب هوش مصنوعی، مشخصه‌های آنتروپومتریکی و بیومکانیکی خروجی از الگوی هوشمند در کنار سایر روش‌ها به‌منظور استعدادیابی کاراته مؤثر است (۸). استفاده از فناوری اطلاعات در بیومکانیک ناشی از ادغام حسگرها و اینترنت اشیاء[2] (L0T)، در دسترس بودن داده‌ها و پیشرفت در رباتیک است. در این مورد نیز پژوهش‌هایی قابل توضیح است که شامل تحلیلگرهای بیومکانیکی سه‌بعدی، حسگرهای سه‌بعدی، سیستم‌های انفورماتیک[3](EMG) وایرلس و توان‌بخشی با سیستم VIVO می‌باشند (۸). برای مثال: شیهان و همکاران (۲۰۱۸) ترکیب داده‌های بیومکانیکی اسکلتی عضلانی و داده‌های عصبی در پیشگیری و درمان انواع اختلالات اسکلتی عضلانی ناتوان‌کننده و آسیب‌شناسی مفید بوده است (۹).

پیشرفت‌ها در فناوری گوشی‌های هوشمند، امکان جمع‌آوری متغیرهای مختلف فیزیولوژیکی و بیومکانیکی را بدون سخت‌افزار اضافی فراهم کرده است (۱۰). به‌عنوان مثال استفاده از اسمارت واچ و اسمارت فون و[4](MH) در تحلیل‌های بیومکانیکی قابل ذکر است. برای مثال: شاو و همکاران (۲۰۲۱) پزشکان ترجیح بیشتری برای استفاده از گوشی‌های هوشمند برای جمع‌آوری داده‌های بیومکانیکی

1. Information technology
2. Internet of things
3. Electromyography
4. Mobile health

مانند سرعت و متغیرهای عملکرد پرش نشان می‌دهند (۱۱). امروزه بیشتر آنالیزهای بیومکانیکی با استفاده از حسگرهای پوشیدنی انجام می‌شود که امکان کسب اطلاعات غیرتهاجمی را در حین اجرای حرکات فراهم می‌کند. گجت‌های پوشیدنی، فناوری پوشیدنی به‌طور فزاینده‌ای برای بهبود عملکرد ورزشی از طریق تجزیه‌وتحلیل و ردیابی داده‌ها می‌باشد.[1] WT را می‌توان به‌عنوان دستگاه‌هایی توصیف کرد که بر روی بدن پوشیده می‌شوند و دارای اجزای الکترونیکی مختلف مانند سنسورها، واحدهای ارتباطی، پردازنده‌ها، محرک‌ها و منابع انرژی هستند (۱۲). در این بخش به معرفی انواع ابزارهای پوشیدنی برای دست‌یابی به داده‌ها اشاره می‌شود. به‌عنوان مثال: نیا و همکاران (۲۰۲۱) فناوری پوشیدنی امکان پیشرفت در اندازه‌گیری غیرتهاجمی پارامترهای فیزیولوژیکی، بیومکانیکی و فعالیت بازیکن‌ها را فراهم می‌کند (۱۳). رویکردهای نوین بیومکانیک در پزشکی نیز نقش قابل‌توجهی داشته است. که در این زمینه تأثیر تحلیل‌های بیومکانیکی در زمینه تشخیص، بازتوانی، بهبود عملکرد و اصلاح حرکات بازگو شده است. برای مثال: لین و همکاران (۲۰۲۳) پارامترهای راه‌رفتن و انتقال وضعیتی به‌دست‌آمده از حسگرهای پوشیدنی همراه با یادگیری ماشین، پتانسیل تشخیص بین بیماران پارکینسونی و لرزش محیطی در مراحل اولیه را دارند (۱۴). این مقاله به برخی از فناوری‌های جدید که به‌طور فزاینده‌ای در بیومکانیک ورزشی مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌پردازد. از این منظر هدف ما ارائه یک مرور کلی در مورد کاربردهای بیومکانیک ورزشی و آشنایی با رویکردهای نوین بیومکانیک در زمینه‌های مختلف ورزشی، پزشکی و فناوری و نقش آن در بهبود کیفیت زندگی می‌باشد.

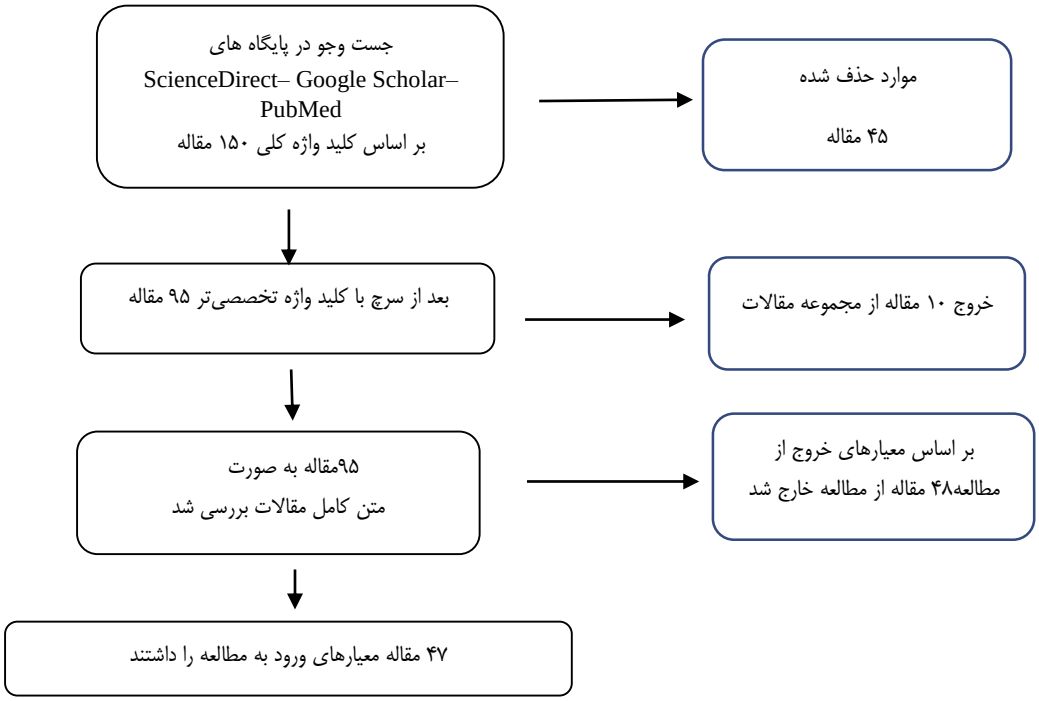
روش شناسی

در مطالعه حاضر، تحقیقات انجام شده در رابطه با رویکردهای نوین بیومکانیک بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ جستجو و مورد بررسی قرار گرفتند. مرور ادبیات با استفاده از پایگاه‌های PubMed، Scopus، Web of Science انجام شد. برای انجام جستجو از کلیدواژه‌های زیر استفاده شد: بیومکانیک، ارتقاء عملکرد، دست‌آوردهای ورزشی، رویکردهای نوین، نرم‌افزار، هوش مصنوعی، گوشی هوشمند، گجت‌های پوشیدنی. معیارهای ورود به تحقیق برای مقالات انتخاب شده عبارت بودند از مقالات به زبان فارسی یا انگلیسی باشند، در نشریات علمی معتبر داخلی یا خارجی منتشر شده باشند و در مورد دست‌آوردهای بیومکانیک باشند در مورد حداقل یکی از موارد مدنظر ما اطلاعاتی ارائه شده باشد: بیومکانیک در ورزش، دست‌آوردهای بیومکانیک در ورزش، بیومکانیک و IT، بیومکانیک و هوش مصنوعی، بیومکانیک در پزشکی، بیومکانیک، حسگرها و اینترنت اشیاء، بیومکانیک و گوشی‌های هوشمند، بیومکانیک و آنالیز حرکت و بیومکانیک و گجت‌های پوشیدنی. در جستجوی اولیه با کلیدواژه کلی حدود ۱۵۰ مقاله بین مهر و موم‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ جستجو و مورد بررسی قرار گرفتند. پس از تخصصی شدن کلیدواژه‌ها حدود ۱۰۵ مقاله برای مرحله بعدی انتخاب شدند. بعد از بررسی عنوان مقالات، ۹۵ مقاله برای بررسی متن کامل انتخاب شدند و در نهایت پس از مطالعه متن کامل مقالات و با توجّه به معیارهای خروج از مطالعه، ۴۷ مقاله که ویژگی‌های مدنظر ما را داشتند، به‌عنوان مقالات نهایی برای مطالعه ما مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱). معیارهای خروج مقالات نیز عبارت بودند از مقالاتی که در مجلات نامعتبر چاپ شده بود؛ مقالاتی که موضوع آن‌ها غیر از ورزشکاران و بیومکانیک بود.

نتایج

1. Wearable technology

با جستجو در منابع الکترونیکی بر اساس جستجوی کلیدواژه کلی، ۵۰۰ مقاله بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ جستجو و مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس جستجوی کلیدواژه تخصصی‌تر ۳۰۵ مقاله یافت شد و ۱۹۵ مقاله حذف شد. بعد از بررسی عنوان و چکیده، ۲۱۰ مقاله از مطالعه خارج شد و ۹۵ مقاله باقیمانده به‌صورت متن کامل بررسی شد. در نتیجه این بررسی، ۴۸ مقاله بر اساس معیارهای خروج از مطالعه خارج شدند و در نهایت ۴۷ مقاله معیارهای ورود به مطالعه را دارا بودند (شکل ۱). همان‌طور که در جداول مشاهده می‌کنید، هر یک از موضوعات به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بیشتر مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که تلفیق فناوری اطلاعات و بیومکانیک تأثیرات مثبتی بر بهبود عملکرد و پیشگیری از آسیب‌ها داشته است (جدول ۱).



شکل ۱. فلوچارت غربالگری مقالات

بررسی‌ها نشان دادند که استفاده از هوش مصنوعی و الگوهای هوشمند طیف تحلیل‌های بیومکانیکی را گسترده‌تر می‌کنند و توسعه سیستم‌های بیومکانیکی را به دنبال دارند و با پیش‌بینی، از آسیب‌ها پیشگیری می‌کند. نتایج اکثر مقالات نشان دادند با تلفیق chatgpt و با OpenSim و colab به طیف گسترده‌ای از تحلیل‌های بیومکانیکی دسترسی پیدا می‌کنند و این روش و مشخصه‌های آنتروپومتریکی و بیومکانیکی خروجی از الگوی هوشمند در کنار سایر روش‌ها به‌منظور استعدادیابی مؤثر است و سیستم‌های توصیه‌گر مدرن و استفاده از هوش مصنوعی، مزیت مهمی برای توسعه سیستم‌های بیومکانیکی آینده است (جدول ۲). نتایج حاصل از مطالعات نشان می‌دهند که گوشی‌های هوشمند و نرم‌افزارها باعث راحتی کار و دقت بالای محاسبات و قابل‌استفاده در هر زمان و مکان هستند و مربیان، پزشکان و محققان ترجیح بیشتری برای استفاده از آن‌ها دارند (جدول ۳). بررسی‌ها نشان دادند که داده‌های حسگرهای پوشیدنی می‌تواند برای نظارت بر شناسایی خطاها و هدایت برنامه‌های تمرینی مؤثر باشند. در ورزش‌های تماسی برای اهداف کاهش خطر و آسیب ضربه سر کمک‌کننده بوده‌اند. حسگرها به شناسایی ورزشکاران در معرض خطر و ترویج استراتژی‌های پیشگیری از آسیب کمک می‌کنند. حسگرهای T شکل در موقعیت‌یابی نابینایان و پیشگیری از آسیب بسیار مؤثر بوده است. داده‌های این حسگرها در ورزشکاران معلول تأثیرات مفیدی بر تمرینات مربیان و پیشگیری از آسیب داشته است. تأثیرات

حسگرهای بیومکانیکی در حوزه کفش به سبک زندگی فعال و سالم و طول عمر کمک خواهد کرد (جدول ۴). نتایج و مطالعات نشان داده است که استفاده از پارامترهای بیومکانیکی پزشکان را در تشخیص افتراقی بیماری‌هایی مانند PD و ET کمک کرده است. داده‌های بیومکانیکی پزشکان را در تشخیص تأثیر تمرینات در بهبود عملکرد بیماران (پارکینسون) یاری کرده است. تفسیر تغییرات در راه‌رفتن و وضعیت بدنی در پیش‌بینی خطر زخم دیابتیک مؤثر بوده است. کفی‌های گوه‌ای در بهبود عملکرد راه رفتن بیماران استئوآرتریت مؤثر بوده است (جدول ۵).

جدول ۱. نتایج حاصل از مطالعاتی که به بررسی استفاده از فناوری اطلاعات در بیومکانیک ورزشی پرداخته‌اند.

نویسنده	عنوان	نتایج
کاردونا و همکاران (۱۵)	تجزیه‌وتحلیل بیومکانیکی اندام تحتانی: یک مدل اسکلتی عضلانی تمام بدن برای شبیه‌سازی عضله محور	نرم‌افزار حرکت CODA، پارامترهای کینماتیک و کینتیک راه رفتن سالم و پاتولوژیک را با موفقیت برآورد کرده است.
باربوسا و همکاران (۱۶)	نقش تحلیلگر بیومکانیک در تمرینات شنا و تجزیه‌وتحلیل مسابقات	تحلیل‌های تمام اتوماتیک اجرای مهارت شناگران باعث افزایش عملکرد، پیشگیری از آسیب‌های اسکلتی عضلانی می‌شود.
سونگ و همکاران (۱۷)	حرکت تنه و آسیب‌های رباط متقاطع قدامی: مروری روایتی از فیلم‌های آسیب و کارهای کنترل‌شده پرش- فرود	تأثیر مثبت نقش حرکت تنه در مکانیسم‌های آسیب اولیه ACL و کمک به پیشگیری از آسیب ACL.
آدویگ و همکاران (۱۸)	مقایسه رویکردهای تحلیل گسسته و پیوسته برای ارزیابی بیومکانیک راه رفتن در افراد مبتلا به بازسازی رباط صلیبی قدامی	رویکرد FDA-CI به‌طورکلی برای شناسایی بیومکانیک راه رفتن نابجا مؤثر نبود.
دی میلر و همکاران (۱۹)	حسگرهای جدید نیروی سه‌بعدی برای صفحه نیروی سه‌بعدی مقرون‌به‌صرفه برای تجزیه‌وتحلیل بیومکانیکی	حسگرهای نیروی جدید در ساخت صفحات نیروی سه‌بعدی مقرون‌به‌صرفه هستند.
میلور و همکاران (۲۰)	مروری بر ادبیات فناوری‌های مبتنی بر بیومکانیکی مدرن برای متخصصان و مربیان دوچرخه‌سواری	استفاده از فناوری‌های نوین بیومکانیکی برای مربیان دوچرخه‌سواری جهت هدفمند کردن تمرینات بسیار مفید بوده است.
لیو و همکاران (۲۱)	حالت جدید آموزش فردی برای ورزش بیومکانیک بر اساس داده‌های بزرگ	حالت تدریس شخصی IRDC به معلمان ورزش کمک می‌کند تا آموزش فردی هدفمند را اجرا کنند و به بهبود عملکرد کمک می‌کند.
گویال و همکاران (۲۲)	حالت جدید آموزش فردی برای ورزش بیومکانیک بر اساس داده‌های بزرگ	در آینده می‌توان این برنامه وب را برای میزبانی و انواع مختلفی از پردازش داده‌های بیومکانیک در سیستم IBIS گسترش داد.
عمر و همکاران (۲۳)	تأثیر برنامه نرم‌افزار آنالیز بر انحرافات اندازه‌گیری شده در اسکن‌های فریمورک کامل با پشتیبانی از ایمپلنت	انحرافات حاشیه‌ای در اسکن‌های محقق ساخته پایین‌تر بود.
لنتون و همکاران (۲۴)	کار و قدرت مفصل اندام تحتانی در طول حمل بار بر اساس پیکربندی بار و سرعت راه رفتن تعدیل می‌شود.	افزایش قابل‌توجهی در مشارکت مفصل ران در کل کار مثبت اندام تحتانی که با افزایش سرعت راه رفتن و میزان بار رخ می‌دهد، اهمیت عضله لگن را برای راه رفتن نشان می‌دهد.
ویلز و همکاران (۲۵)	ممان مچ پا و زانو و سازگاری با قدرت از طریق شرطی‌سازی حمل بار در مردان ایجاد می‌شود	یک برنامه آموزشی با هدف قرار دادن عضلات لگن پتانسیل افزایش عملکرد و درعین‌حال کاهش خطرات آسیب را در کارکنان نظامی را دارد.
شیهان (۹)	پیشرفت تکنیک‌های کمی برای بهبود درک رابطه ساختار اسکلتی-عملکرد	ترکیب داده‌های بیومکانیکی اسکلتی عضلانی و داده‌های عصبی در پیشگیری و درمان انواع اختلالات اسکلتی عضلانی ناتوان‌کننده و آسیب‌شناسی مفید بوده

پیزولاتو و همکاران (۲۶)	آموزش و توان‌بخشی تاندون آشیل هدفمند با استفاده از مدل‌های شخصی‌سازی‌شده و چند مقیاسی در زمان واقعی سیستم عصبی-عضلانی-اسکلتی	مدل شخصی‌سازی به دلیل تفاوت‌های بین فردی در بهبود تاندون ورزشکاران نقش مؤثری داشته.
آی و همکاران (۲۷)	نشانه‌های پیشرفت بیماری در آرتروز زانو: بینش از یک رویکرد مدل‌سازی چند مقیاسی یکپارچه، اثبات مفهوم	مدل‌سازی و بیومارکرها برای تشخیص بیماران در معرض خطر پیشرفت بیماری آرتروز زانو مؤثر بودند

جدول ۲. نتایج حاصل از مطالعاتی که به بررسی استفاده از هوش مصنوعی در بیومکانیک ورزشی پرداخته است.

نویسنده	عنوان	نتایج
مختارزاده و همکاران (۲۸)	انقلابی در بیومکانیک: ادغام هوش مصنوعی، محیط‌های کدگذاری مشترک و نرم‌افزار شبیه‌سازی برای توسعه و تحلیل مدل‌های پیشرفته	از طریق ادغام یکپارچه با OpenSim، به طیف گسترده‌ای از تحلیل‌های بیومکانیکی دسترسی پیدا می‌کنند.
شیرزاد و همکاران (۸)	طراحی الگوی استعدادیابی ورزشکاران کاراته‌کار مبتنی بر الگوریتم‌های هوش مصنوعی	تلفیق هوش مصنوعی و مشخصه‌های آنتروپومتریکی و بیومکانیکی، خروجی الگوی هوشمند در کنار سایر روش‌ها به‌منظور استعدادیابی مؤثر است.
پی و همکاران (۲۹)	بررسی ادبیات سیستماتیک روش‌های تحلیل داده‌های هوشمند برای تمرین ورزشی هوشمند	جهت‌های تحقیقاتی آینده در زمینه نوظهور SST پیشنهاد شده‌اند.
مختارزاده (۳۰)	تحقیقات بیومکانیک با استفاده از ChatGPT و مدل‌های منبع باز: رویکرد انسان در حلقه	chatGPT به‌راحتی در Colab قابل‌اجرا است تا خروجی‌های بیومکانیکی خاصی مانند مرکز جرم به دست آید
هایبرنیک و همکاران (۳۱)	پلت فرم یکپارچه برای ذخیره، بازیابی و تجزیه‌وتحلیل داده‌های کاربردهای بیومکانیکی با استفاده از پایگاه داده گراف	سیستم‌های توصیه‌گر مدرن و استفاده از هوش مصنوعی، مزیت مهمی برای توسعه سیستم‌های بیومکانیکی آینده است
تلفر و همکاران (۳۲)	فشار: یک بسته R برای تجزیه‌وتحلیل و تجسم داده‌های توزیع فشار بیومکانیکی	بسته منبع باز PressuRe به غلبه بر برخی از محدودیت‌های فعلی با عدم تکرارپذیری و کمک به پیشرفت این زمینه کمک می‌کند.
من و همکاران (۳۳)	کاربرد آزمون‌های پیش القایی به‌عنوان پیش‌بینی کننده ساییدگی در سربازان پیاده‌نظام: یک مطالعه آینده‌نگر	با پیش‌بینی آسیب، سربازان افسرده به مکان‌های غیرنظامی منتقل و ساییدگی مفصل مدیریت شد.

جدول ۳. نتایج حاصل از مطالعاتی که به بررسی استفاده از فناوری گوشی‌های هوشمند در بیومکانیک

نویسنده	عنوان	نتایج
تای و همکاران (۴)	تحقیقات پیشرفته در بیومکانیک ورزشی: از پایه علم به فناوری کاربردی قدرت دگرگون‌کننده پزشکی موبایل	آینده بیومکانیک ورزشی را شکل می‌دهند و فرصت‌های جدیدی را برای ورزشکاران برای دستیابی به پتانسیل کامل خود باز می‌کنند.
چی و همکاران (۳۴)	استفاده از بیومکانیک برای بهینه‌سازی تحرک	این اپلیکیشن منجر به توسعه یک برنامه آموزشی بیومکانیک TC برای بهبود راه رفتن و ثبات وضعیتی در بین افراد مبتلا به PD شده است.
سرحدی و همکاران (۳۵)	ارزیابی دقت جامع ضربان قلب ساعت هوشمند سامسونگ و تغییرات ضربان قلب	ساعت هوشمند سامسونگ پارامترهای قابل‌قبول HR، دامنه زمانی HRV، LF و HF را در طول زمان خواب ارائه می‌دهد.
شاو و همکاران (۱۱)	برنامه‌های نرم‌افزار گوشی‌های هوشمند و تبلت برای جمع‌آوری داده‌ها در تنظیمات ورزش و ورزش: نظرسنجی بین‌المللی مقطعی	پزشکان ترجیح بیشتری برای استفاده از گوشی‌های هوشمند برای جمع‌آوری داده‌های بیومکانیکی مانند سرعت و متغیرهای عملکرد پرش نشان می‌دهند.

جدول ۴. نتایج حاصل از مطالعاتی که به بررسی استفاده از فناوری‌های پوشیدنی در بیومکانیک ورزشی

نویسنده	عنوان	نتایج
آنگ و همکاران (۳۶)	ارزیابی بیومکانیکی میدانی ضرب در وزنه‌برداری المپیک با استفاده از حسگرها و فیلم‌های پوشیدنی داخل کفش – گزارش مقدماتی	داده‌های حسگرهای پوشیدنی می‌تواند برای نظارت بر پیشرفت، شناسایی خطاها و هدایت برنامه‌های تمرینی وزنه‌برداران مؤثر باشد.
کاقدا و همکاران (۳۷)	مروری بر فناوری پوشیدنی در ورزش: مفاهیم، چالش‌ها و فرصت‌ها	فن‌آوری‌های پوشیدنی چالش‌ها و فرصت‌هایی برای پیشرفت بیومکانیک ایجاد می‌کنند.
بای جی (۳۸)	استفاده از مدل‌های بیومکانیکی مغز برای نظارت بر قرار گرفتن در معرض ضربه در ورزش‌های تماسی	نتایج حسگرها در ورزش‌های تماسی برای اهداف کاهش خطر و آسیب ضربه سر کمک‌کننده است.
رومر و همکاران (۳۹)	بررسی تأثیر نوارچسب پیشگیرانه مچ پا بر بیومکانیک مچ پا و زانو در حین انجام وظایف فرود در افراد سالم: یک مطالعه مشاهده‌ای مقطعی	نوارچسب مچ پا در پیشگیری از آسیب مچ پا در ورزشکاران آماتور و نخبه ورزشی مؤثر است.
ویبرس (۴۰)	فناوری پوشیدنی ارزیابی بیومکانیک دویدن و آسیب‌های احتمالی مرتبط با دویدن در سربازان فعال	غلاف‌های پوشیدنی در محاسبه میزان آسیب و عوامل بروز آسیب در سربازان مؤثر بود.
شاو (۴۱)	رویکردهای بیومکانیکی برای شناسایی و کمی‌سازی مکانیسم‌های آسیب و عوامل خطر در ژیمناستیک هنری زنان	در ژیمناستیک کاران حسگرها به مداخلات پیشگیرانه جهت کاهش آسیب کمک می‌کنند.
لیبود (۴۲)	آینده بیومکانیک ورزشی در میدان: ابزارهای پوشیدنی به همراه مدل‌سازی، بارگذاری بافت درون تنی را در زمان واقعی محاسبه می‌کنند تا از آسیب‌های اسکلتی عضلانی جلوگیری و ترمیم شوند	بیومکانیک برای توسعه برنامه‌های آموزشی با هدف حفظ یا بازیابی سلامت بافت استفاده می‌شود.
دی پائولو (۴۳)	آیا ورزشکاران سالم بیومکانیک در معرض خطر آسیب رباط صلیبی قدامی را در حین حرکات چرخشی نشان می‌دهند؟	حسگرها به شناسایی ورزشکاران در معرض خطر و ترویج استراتژی‌های پیشگیرانه کمک می‌کنند.
لی (۱۴)	تجزیه‌وتحلیل راه رفتن مبتنی بر حسگر پوشیدنی برای تشخیص بیماری پارکینسون اولیه از لرزش اساسی	حسگرهای پوشیدنی به تشخیص افتراقی بین بیماری‌ها کمک می‌کند.
شی (۴۴)	-بررسی تأثیر کفی گوه جانبی بر تغییرپذیری راه رفتن با استفاده از حسگرهای پوشیدنی در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو قسمت داخلی	کفی گوه‌ای باعث بهبود عملکرد راه رفتن بیماران استئوآرتریت زانو می‌شود.
رام (۴۵)	حسگرهای پوشیدنی در ورزش برای افراد دارای معلولیت: بررسی سیستماتیک	حسگرهای پوشیدنی معلولین ورزشکار با استفاده از داده‌ها برنامه‌های
ریز (۴۶)	برآورد پارامترهای مکانی–زمانی راه رفتن و وضعیت بدن افراد کم‌بینا با استفاده از حسگرهای پوشیدنی	حسگرهای تی شکل برای ارزیابی پارامترهای راه رفتن و موقعیت‌یابی نابینایان و پیشگیری از آسیب بسیار مؤثر بوده است.
واچرا (۴۷)	ناهنجاری‌های راه رفتن و وضعیت بدن دیابتی: بررسی بیومکانیکی از طریق تجزیه‌وتحلیل راه رفتن سه‌بعدی	تحقیقات بیومکانیکی در حوزه کفش به سبک زندگی فعال و سالم و طول عمر کمک خواهد کرد
تیا و همکاران (۱۳)	نقش ابزارهای پوشیدنی در ورزش بر اساس تشخیص فعالیت و پارامترهای بیومتریک: نظرسنجی	فناوری پوشیدنی امکان پیشرفت در اندازه‌گیری غیرتهاجمی پارامترهای فیزیولوژیکی و فعالیت بازیکن‌ها را فراهم می‌کند.
تابوری (۴۸)	کاربردهای بیومکانیک ورزشی با استفاده از حسگرهای اینرسی، نیرو و EMG: مروری بر ادبیات	داده‌های حسگرهای اینرسی و EMG سطوح فعالیت عضلانی معلولین ورزشکار را گسترش دادند و تأثیرات مفیدی بر تمرینات مربیان و پیشگیری از آسیب دارند.
مگنولی و همکاران (۴۹)	دستگاه‌های پوشیدنی و قابل‌حمل برای دریافت سیگنال‌های قلبی در حین تمرین ورزشی: مروری بر محدوده	این رویکرد نوآورانه منجر به نظارت بر ورزشکار می‌شود و امکان تطبیق رژیم تمرینی را برای به حداکثر رساندن عملکرد و به حداقل رساندن خطر قلبی عروقی فراهم می‌کند.

لیوید و همکاران (۴۲)	آینده بیومکانیک ورزشی در میدان: ابزارهای پوشیدنی به همراه مدل‌سازی، بارگذاری بافت درون تنی را در زمان واقعی محاسبه می‌کنند تا از آسیب‌های اسکلتی عضلانی جلوگیری و ترمیم شوند.	ترکیب این فناوری‌های پوشیدنی در محصولاتی با طراحی مناسب و آسان برای حفظ یا بازیابی سلامت ورزشکاران مفید است.

جدول ۵. نتایج حاصل از مطالعاتی که به بررسی استفاده از بیومکانیک ورزشی در علم پزشکی

نویسنده	عنوان	نتایج
لاو و همکاران (۵۰)	اثرات یک برنامه تای چی مبتنی بر بیومکانیک بر راه رفتن و وضعیت بدن در افراد مبتلا به بیماری پارکینسون: پروتکل مطالعه برای یک کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده	تمرینات تاچی تأثیر مثبتی روی کاهش زاویه پلانتار فلکشن در راه رفتن و ثبات وضعیتی در افراد PD داشته است.
لین و همکاران (۱۴)	تجزیه‌وتحلیل راه رفتن مبتنی بر حسگر پوشیدنی برای تشخیص بیماری پارکینسون اولیه از لرزش اساسی	پارامترهای راه رفتن و انتقال وضعیتی به‌دست‌آمده از حسگرهای پوشیدنی همراه با یادگیری ماشینی، پتانسیل تمایز بین PD و ET در مراحل اولیه را دارند.
جاینا و همکاران (۵۱)	استفاده از طیف‌سنجی عملکردی نزدیک به مادون‌قرمز برای تعیین کمیت نقایص فیزیولوژیکی عصبی پس از ضربه‌های مکرر سر در ورزشکاران نوجوان	نتایج طیف‌سنجی برای تعیین کمیت نقایص فیزیولوژیکی عصبی نشان داد تأثیر مثبت بین ضربات مکرر سر دروازه‌بانان و عملکرد عصبی وجود دارد.
ایشی (۴۴)	بررسی تأثیر کفی گوه جانبی بر تغییرپذیری راه رفتن با استفاده از حسگرهای پوشیدنی در بیماران مبتلا به استئوآرتریت زانو قسمت داخلی	کفی‌های گوه‌ای در بهبود عملکرد راه رفتن بیماران استئو آرتریت مؤثر بوده است.
ساواکا و همکاران (۵۳)	ناهنجاری‌های راه رفتن و وضعیت بدن دیابتی: بررسی بیومکانیکی از طریق تجزیه‌وتحلیل راه رفتن سه‌بعدی	تفسیر تغییرات در راه رفتن و وضعیت بدنی در پیش‌بینی خطر زخم دیابتیک مؤثر است.
تیرنی و همکاران (۶)	معیارهای بیومکانیک ضربه‌مغزی، قرار گرفتن در معرض شتاب سر و آسیب مغزی در ورزش: مروری	پیاده‌سازی این رویکردها می‌تواند ما را قادر سازد تا در مورد ورزشکاران یا گروه‌هایی که تعداد و/یا شدت بیشتری از ضربات به سر را در طول دوران حرفه‌ای خود تجربه می‌کنند و ممکن است در معرض خطر عوارض آینده باشند، پیش‌بینی کنیم و تمهیدات پیشگیرانه انجام دهیم.
اکرام و همکاران (۲۷)	نشانه‌های پیشرفت بیماری در آرتروز زانو: بینش از یک رویکرد مدل‌سازی چند مقیاسی یکپارچه، اثبات مفهوم	عوامل تنظیم‌کننده بیومکانیکی به‌عنوان نشانگرهای زیستی بالقوه برای تمایز بیماران در معرض خطر پیشرفت بیماری آرتریت روماتویید زانو مؤثر بودند.

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی رویکردهای نوین بیومکانیک ورزشی و تأثیرات آن بود. نتایج مطالعات انجام شده، در ۵ حوزه: فناوری، هوش مصنوعی، گوشی هوشمند، حسگرهای پوشیدنی و پزشکی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌کنید، تعداد ۴۷ مقاله به بررسی رویکردهای نوین بیومکانیک ورزشی پرداخته‌اند. اکثر مطالعات انجام شده تأثیرات مثبتی را نشان داده‌اند. در حوزه فناوری، کاردونا و همکاران (۲۰۲۳) نرم‌افزار حرکت CODA، پارامترهای کینماتیک و کینتیک راه‌رفتن سالم و پاتولوژیک را با موفقیت برآورد کرده است (۱۵). باربوسا و همکاران (۲۰۲۱) تحلیل‌های تمام اتوماتیک اجرای مهارت شناگران باعث افزایش عملکرد، پیشگیری از آسیب‌های اسکلتی عضلانی شده است (۱۶). سونگ و همکاران (۲۰۲۳) شناسایی تأثیر مثبت نقش حرکت تنه در مکانیسم‌های آسیب اولیه ACL و کمک به پیشگیری از آسیب ACL (۱۷). میلور و همکاران (۲۰۲۳) استفاده از فناوری‌های نوین بیومکانیکی برای مربیان دوچرخه‌سواری جهت هدفمند کردن تمرینات بسیار مفید بوده است (۲۰). لیو و همکاران (۲۰۲۲) حالت تدریس شخصی IRDC به معلمان ورزش کمک می‌کند تا آموزش فردی هدفمند را اجرا کنند و به بهبود عملکرد کمک می‌کند (۲۱). دویگ و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند که در بیومکانیک راه‌رفتن معمولاً پس از ACLR (ترمیم رباط ACL)

مقادیر گسسته و پیک در مرحله پذیرش بار راه رفتن (۵۰ درصد اول) ارزیابی می‌شود. ازآنجایی‌که این رویکردها یک لحظه در طول چرخه راه رفتن را ارزیابی می‌کنند، تکنیک‌های تحلیل داده‌های عملکردی (FDA) که کل شکل موج فاز موضعی را ارزیابی می‌کنند نشان داد، رویکرد FDA-CI به‌طورکلی برای شناسایی بیومکانیک راه رفتن نابجا مؤثر نبود (۱۸). در حوزه هوش مصنوعی، مختارزاده و همکاران (۲۰۲۳) از طریق ادغام یکپارچه با OpenSim، به طیف گسترده‌ای از تحلیل‌های بیومکانیکی دسترسی پیدا کردند (۳۰). شیرزاد و همکاران (۲۰۲۱) تلفیق هوش مصنوعی و مشخصه‌های آنتروپومتریکی و بیومکانیکی، خروجی الگوی هوشمند در کنار سایر روش‌ها به‌منظور استعدادیابی مؤثر است (۸). مختارزاده (۲۰۲۳) chatGPT به‌راحتی در Colab قابل‌اجرا است تا خروجی‌های بیومکانیکی خاصی مانند مرکز جرم به‌راحتی به دست آید (۳۰). هایبرنیک و همکاران (۲۰۲۳) سیستم‌های توصیه‌گر مدرن و استفاده از هوش مصنوعی، مزیت مهمی برای توسعه سیستم‌های بیومکانیکی آینده است (۳۱).

در حوزه اسمارت فون و اسمارت واچ، چی و همکاران (۲۰۲۳) این اپلیکیشن منجر به توسعه یک برنامه آموزشی بیومکانیک TC برای بهبود راه رفتن و ثبات وضعیتی در بین افراد مبتلا به PD شده است (۳۴). سرحدی و همکاران (۲۰۲۲) ساعت هوشمند سامسونگ پارامترهای قابل‌قبول HR، دامنه زمانی HRV، LF و HF را در طول زمان خواب ارائه می‌دهد (۳۵). شاو و همکاران (۲۰۲۱) پزشکان ترجیح بیشتری برای استفاده از گوشی‌های هوشمند برای جمع‌آوری داده‌های بیومکانیکی مانند سرعت و متغیرهای عملکرد پرش نشان می‌دهند (۱۱). در حوزه فناوری‌های پوشیدنی، آنگ و همکاران (۲۰۲۳) داده‌های حسگرهای پوشیدنی می‌تواند برای نظارت بر پیشرفت، شناسایی خطاها و هدایت برنامه‌های تمرینی وزنه‌برداران مؤثر باشد (۳۶). جی (۲۰۲۲) نتایج حسگرها در ورزش‌های تماسی برای اهداف کاهش خطر و آسیب ضربه سر کمک‌کننده است (۳۸). رومر و همکاران (۲۰۲۳) نوارچسب مچ پا در پیشگیری از آسیب مچ پا در ورزشکاران آماتور و نخبه ورزشی مؤثر است (۳۹). وییرس (۲۰۲۳) غلاف‌های پوشیدنی در محاسبه میزان آسیب و عوامل بروز آسیب در سربازان مؤثر بود (۴۰). شاو (۲۰۲۱) در ژیمناستیک کاران حسگرها به مداخلات پیشگیرانه جهت کاهش آسیب کمک می‌کنند (۴۱). لیبود (۲۰۲۱) بیومکانیک برای توسعه برنامه‌های آموزشی با هدف حفظ یا بازیابی سلامت بافت استفاده می‌شود (۴۲). دی پائولو (۲۰۲۲) حسگرها به شناسایی ورزشکاران در معرض خطر و ترویج استراتژی‌های پیشگیرانه کمک می‌کنند (۴۳). لی (۲۰۲۳) حسگرهای پوشیدنی به تشخیص افتراقی بین بیماری‌ها کمک می‌کند (۱۴). شی (۲۰۲۳) کفی گوه‌ای باعث بهبود عملکرد راه رفتن بیماران استئوآرتریت زانو می‌شود (۴۴). رام (۲۰۲۱) حسگرهای پوشیدنی معلولین ورزشکار با استفاده از داده‌ها برنامه‌های تمرینی مربیان را بهبود می‌بخشد (۴۵). رییز (۲۰۲۳) حسگرهای تی شکل برای ارزیابی پارامترهای راه رفتن و موقعیت‌یابی نابینایان و پیشگیری از آسیب بسیار مؤثر بوده است (۴۶). واچرا (۲۰۲۳) تحقیقات بیومکانیکی در حوزه کفش به سبک زندگی فعال و سالم و طول عمر کمک خواهد کرد (۴۷). تیا و همکاران (۲۰۲۱) فناوری پوشیدنی امکان پیشرفت در اندازه‌گیری غیرتهاجمی پارامترهای فیزیولوژیکی و فعالیت بازیکن‌ها را فراهم می‌کند (۱۳). تابوری (۲۰۲۰) داده‌های حسگرهای اینرسی و EMG سطوح فعالیت عضلانی معلولین ورزشکار را گسترش دادند و تأثیرات مفیدی بر تمرینات مربیان و پیشگیری از آسیب دارند (۴۸). مگنولی و همکاران (۲۰۲۳) این رویکرد نوآورانه منجر به نظارت بر ورزشکار می‌شود و امکان تطبیق رژیم تمرینی را برای به حداکثر رساندن عملکرد و به حداقل رساندن خطر قلبی عروقی فراهم می‌کند (۴۹). لیوید و همکاران (۲۰۲۱) ترکیب این فناوری‌های پوشیدنی در محصولاتی با طراحی مناسب و آسان برای حفظ یا بازیابی سلامت ورزشکاران مفید است (۴۲). کاقدا و همکاران (۲۰۲۳) فن‌آوری‌های پوشیدنی چالش‌ها و فرصت‌هایی برای پیشرفت بیومکانیک ایجاد می‌کنند (۳۷). در حوزه پزشکی، ینگ لاو و همکاران (۲۰۲۳) تمرینات تاچی تأثیر مثبتی روی کاهش زاویه پلانتار فلکشن در راه رفتن و ثبات وضعیتی در افراد PD داشته است (۵۰). لین و همکاران (۲۰۲۳) پارامترهای راه رفتن و انتقال وضعیتی به‌دست‌آمده از حسگرهای پوشیدنی همراه با

یادگیری ماشین، پتانسیل تمایز بین PD (پارکینسون) و ET (لرزش محیطی) در مراحل اولیه را دارند (۱۴). جاینا و همکاران (۲۰۲۳) نتایج طیف‌سنجی برای تعیین کمیت نقایص فیزیولوژیکی عصبی نشان داد تأثیر مثبت بین ضربات مکرر سر دروازه‌بانان و عملکرد عصبی وجود دارد (۵۱). ایشی (۲۰۲۳) کفی‌های گوه‌ای در بهبود عملکرد راه رفتن بیماران استئوآرتریت مؤثر بوده است (۴۴). ساواکا و همکاران (۲۰۰۹) تفسیر تغییرات در راه رفتن و وضعیت بدنی در پیش‌بینی خطر زخم دیابتیک مؤثر است (۵۳). اکرام و همکاران (۲۰۲۳)، عوامل تنظیم‌کننده بیومکانیکی به‌عنوان نشانگرهای زیستی بالقوه برای تمایز بیماران در معرض خطر پیشرفت بیماری آرتریت روماتویید زانو مؤثر بودند (۲۷).

نتیجه‌گیری نهایی

تحقیقات پیشرفته در بیومکانیک ورزشی سعی دارد بینش جدیدی در مورد اصول اساسی حرکت و بهبود عملکرد ورزشی ارائه دهد. رویکردهای نوین بیومکانیک ورزشی نمایانگر این نتایج است. درحالی‌که فن‌آوری‌های نوین بیومکانیک ورزشی مرزهای فعلی را جابجا کرده است، آگاهی هرچه بیشتر در این حوزه‌های تحقیقاتی، آینده ورزش را شکل می‌دهند. ورزشکاران، مربیان ورزشی، محققان علم ورزش و پزشکان با علم به تأثیرات مثبت بیومکانیک ورزشی و با استفاده هر چه بیشتر این حوزه در فعالیت‌های خود باعث انقلابی در ورزش و حوزه بیومکانیک خواهند شد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله از نوع مروری است و مستقیماً از هیچ انسانی یا حیوانی در آن استفاده نشده است.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Mercado-Aguirre IM, Contreras-Ortiz SH, editors. Design and construction of a wearable wireless electrogoniometer for joint angle measurements in sports. VII Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2016, Bucaramanga, Santander, Colombia, October 26th-28th, 2016; 2017: Springer. [DOI:10.1007/978-981-10-4086-3_98]

2. Carvalho H, Palacios D, Lima C, Melo M, Silveira L, Zângaro R, editors. Dispersive Raman analysis of sacha inchi ozonated oil. VII Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2016, Bucaramanga, Santander, Colombia, October 26th-28th, 2016; 2017: Springer. [DOI:10.1007/978-981-10-4086-3_190]

3. Pearn J. Two early dynamometers: an historical account of the earliest measurements to study human muscular strength. Journal of the Neurological sciences. 1978;37(1-2):127-134. [DOI:10.1016/0022-510X(78)90233-2] [PMID]

4. Tai WH, Zhang R, Zhao L. Cutting-Edge Research in Sports Biomechanics: From Basic Science to Applied Technology. Bioengineering. 2023;1;10(6):668. [DOI:10.3390/bioengineering10060668] [PMID]

5. Schubert MM, Seay RF, Spain KK, Clarke HE, Taylor JK. Reliability and validity of various laboratory methods of body composition assessment in young adults. Clinical physiology and functional imaging. 2019;39(2):150-159. [DOI:10.1111/cpf.12550] [PMID]

6. Shenoy S. EMG in sports rehabilitation. British Journal of Sports Medicine. 2010;44(Suppl 1):i10-i10. [DOI:10.1136/bjsm.2010.078725.27]

7. Shirzad E. A new model for talent identification in karate based on artificial intelligence algorithms. Research in Sport Medicine and Technology. 2021;19(21):37-54.

8. Allen SV, Vandenbogaerde TJ, Pyne DB, Hopkins WG. Predicting a nation's Olympic-qualifying swimmers. International Journal of Sports Physiology and Performance. 2015;10(4):431-435. [DOI:10.1123/ijspp.2014-0314] [PMID]

9. Sheehan FT, Brainerd EL, Troy KL, Shefelbine SJ, Ronsky JL. Advancing quantitative techniques to improve understanding of the skeletal structure-function relationship. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2018;15:1-7. [DOI:10.1186/s12984-018-0368-9] [PMID]

10. Arellano R, Pardillo S, Gavilán A, editors. Underwater undulatory swimming: Kinematic characteristics, vortex generation and application during the start, turn and swimming strokes. Proceedings of the XXth international symposium on biomechanics in sports; 2002: Universidad de Extremadura Caceras, Spain.

11. Shaw MP, Satchell LP, Thompson S, Harper ET, Balsalobre-Fernández C, Peart DJ. Smartphone and tablet software apps to collect data in sport and exercise settings: cross-sectional international survey. JMIR mHealth and uHealth. 2021;9(5):e21763. [DOI:10.2196/21763] [PMID]

12. Arellano Colomina R, Ruiz-Teba A, Morales Ortiz E, Gay Párraga A, Cuenca Fernández F, López Contreras G. Short course 50m female freestyle performance comparison between national and regional swimmers. 2018.

13. Nithya N, Nallavan G. Role of Wearables in Sports based on Activity recognition and biometric parameters: A Survey. In2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS) 2021;25:1700-1705. IEEE. [DOI:10.1109/ICAIS50930.2021.9395761]

14. Lin S, Gao C, Li H, Huang P, Ling Y, Chen Z, et al. Wearable sensor-based gait analysis to discriminate early Parkinson's disease from essential tremor. Journal of Neurology. 2023;270(4):2283-2301. [DOI:10.1007/s00415-023-11577-6] [PMID]

15. Cardona M, Cena CEG. Biomechanical analysis of the lower limb: A full-body musculoskeletal model for muscle-driven simulation. ieee Access. 2019;7:92709-92723. [DOI:10.1109/ACCESS.2019.2927515]

16. Barbosa TM, Barbosa AC, Simbana Escobar D, Mullen GJ, Cossor JM, Hodierne R, et al. The role of the biomechanics analyst in swimming training and competition analysis. Sports Biomechanics. 2023;22(12):1734-1751. [DOI:10.1080/14763141.2021.1960417] [PMID]

17. Song Y, Li L, Hughes G, Dai B. Trunk motion and anterior cruciate ligament injuries: a narrative review of injury videos and controlled jump-landing and cutting tasks. Sports biomechanics. 2023;22(1):46-64. [DOI:10.1080/14763141.2021.1877337] [PMID]

18. Dewig DR, Evans-Pickett A, Pietrosimone BG, Blackburn JT. Comparison of discrete and continuous analysis approaches for evaluating gait biomechanics in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction. Gait & Posture. 2023;100:261-267. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2023.01.012] [PMID]

19. Miller JD, Cabarkapa D, Miller AJ, Frazer LL, Templin TN, Eliason TD, et al. Novel 3D Force Sensors for a Cost-Effective 3D Force Plate for Biomechanical Analysis. Sensors. 2023;23(9):4437. [DOI:10.3390/s23094437] [PMID]

20. Millour G, Velásquez AT, Domingue F. A literature overview of modern biomechanical-based technologies for bike-fitting professionals and coaches. International Journal of Sports Science & Coaching. 2023;18(1):292-303. [DOI:10.1177/17479541221123960]

21. Liu Y, Zhu T. Individualized new teaching mode for sports biomechanics based on big data. International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online). 2020;15(20):130. [DOI:10.3991/ijet.v15i20.17401]

22. Goyal A, Liu J, Wiens C, Stewart HE, McNitt-Gray J, Liu BJ, editors. Development of decision support tools for biomechanics research utilizing the integrated biomechanics informatics system (IBIS). Medical Imaging 2023: Imaging Informatics for Healthcare, Research, and Applications; 2023: SPIE. [DOI:10.1117/12.2655742] [PMID]

23. Dede DÖ, Çakmak G, Donmez MB, Küçükekenci AS, Lu W-E, Ni AA, et al. Effect of analysis software program on measured deviations in complete arch, implant-supported framework scans. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2023. [DOI:10.1016/j.prosdent.2023.06.028] [PMID]

24. Lenton GK, Doyle TL, Lloyd DG, Higgs J, Billing D, Saxby DJ. Lower-limb joint work and power are modulated during load carriage based on load configuration and walking speed. Journal of biomechanics. 2019;83:174-180. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2018.11.036] [PMID]

25. Wills JA, Saxby DJ, Lenton GK, Doyle TL. Ankle and knee moment and power adaptations are elicited through load carriage conditioning in males. Journal of Biomechanics. 2019;97:109341. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2019.109341] [PMID]

26. Pizzolato C, Shim VB, Lloyd DG, Devaprakash D, Obst SJ, Newsham-West R, et al. Targeted achilles tendon training and rehabilitation using personalized and real-time multiscale models of the neuromusculoskeletal system. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2020:878. [DOI:10.3389/fbioe.2020.00878] [PMID]

27. Mohout I, Elahi SA, Esrafilian A, Killen BA, Korhonen RK, Verschueren S, et al. Signatures of disease progression in knee osteoarthritis: insights from an integrated multi-scale modeling approach, a proof of concept. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2023;11. [DOI:10.3389/fbioe.2023.1214693] [PMID]

28. Mokhtarzadeh H. Designing an Effective Prompt for Biomechanics Research using ChatGPT and Open-Source Models: A Human-in-the-Loop Approach.

29. Rajšp A, Fister Jr I. A systematic literature review of intelligent data analysis methods for smart sport training. Applied Sciences. 2020;10(9):3013. [DOI:10.3390/app10093013]

30. Mokhtarzadeh H. Revolutionizing Biomechanics: Integrating AI, Collaborative Coding Environments, and Simulation Software for Enhanced Model Development and Analysis. 2023. [DOI:10.31224/3036]

31. Hribernik M, Tomažič S, Umek A, Kos A. Unified platform for storing, retrieving, and analysing biomechanical applications data using graph database. Journal of Big Data. 2023;10(1):1-18. [DOI:10.1186/s40537-023-00747-y]

32. Telfer S, Li EY. pressuRe: an R package for analyzing and visualizing biomechanical pressure distribution data. Scientific Reports. 2023;13(1):16776. [DOI:10.1038/s41598-023-44041-6] [PMID]

33. Fleischmann C, Yanovich R, Milgrom C, Eliyahu U, Gez H, Heled Y, et al. Utility of preinduction tests as predictors of attrition in infantry recruits: a prospective study. BMJ Mil Health. 2023;169(3):225-230. [DOI:10.1136/bmjmilitary-2021-001776] [PMID]

34. Leong C-H. Using biomechanics to optimize mobility. ACSM's Health & Fitness Journal. 2023;27(5):33-38. [DOI:10.1249/FIT.0000000000000900]

35. Sarhaddi F, Kazemi K, Azimi I, Cao R, Niela-Vilén H, Axelin A, et al. A comprehensive accuracy assessment of Samsung smartwatch heart rate and heart rate variability. PloS one. 2022;17(12):e0268361. [DOI:10.1371/journal.pone.0268361] [PMID]

36. Ang CL, Kong PW. Field-Based Biomechanical Assessment of the Snatch in Olympic Weightlifting Using Wearable In-Shoe Sensors and Videos-A Preliminary Report. Sensors. 2023;23(3):1171. [DOI:10.3390/s23031171] [PMID]

37. Seçkin AÇ, Ateş B, Seçkin M. Review on Wearable Technology in sports: Concepts, Challenges and opportunities. Applied Sciences. 2023;13(18):10399. [DOI:10.3390/app131810399]

38. Ji S, Ghajari M, Mao H, Kraft RH, Hajiaghamemar M, Panzer MB, et al. Use of brain biomechanical models for monitoring impact exposure in contact sports. Annals of Biomedical Engineering. 2022;50(11):1389-1408. [DOI:10.1007/s10439-022-02999-w] [PMID]

39. Romero-Morales C, Matilde-Cruz A, García-Arrabe M, Higes-Núñez F, Lópes AD, Saiz SJ, et al. Assessing the effect of prophylactic ankle taping on ankle and knee biomechanics during landing tasks in healthy individuals: A cross-sectional observational study. Sao Paulo Medical Journal. 2023;142:e2022548. [DOI:10.1590/1516-3180.2022.0548.r1.10032023] [PMID]

40. Weart AN, Miller EM, Brindle RA, Ford KR, Goss DL. Wearable technology assessing running biomechanics and prospective running-related injuries in Active Duty Soldiers. Sports Biomechanics. 2023:1-17. [DOI:10.1080/14763141.2023.2208568] [PMID]

41. Bradshaw EJ, Hume PA. Biomechanical approaches to identify and quantify injury mechanisms and risk factors in women's artistic gymnastics. Sports Biomechanics. 2012;11(3):324-341. [DOI:10.1080/14763141.2011.650186] [PMID]

42. Lloyd D. The future of in-field sports biomechanics: Wearables plus modelling compute real-time in vivo tissue loading to prevent and repair musculoskeletal injuries. Sports Biomechanics. 2021:1-29. [DOI:10.1080/14763141.2021.1959947]

43. Di Paolo S, Bragonzoni L, Della Villa F, Grassi A, Zaffagnini S. Do healthy athletes exhibit at-risk biomechanics for anterior cruciate ligament injury during pivoting movements? Sports Biomechanics. 2022:1-14. [DOI:10.1080/14763141.2022.2080105] [PMID]

44. Ishii Y, Ishikawa M, Kurumadani H, Sunagawa T, Takahashi M, Iwamoto Y, et al. The Effect of Lateral Wedge Insole on Gait Variability Assessed Using Wearable Sensors in Patients with Medial Compartment Knee Osteoarthritis. Journal of Healthcare Engineering. 2023;2023. [DOI:10.1155/2023/6172812] [PMID]

45. Rum L, Sten O, Vendrame E, Belluscio V, Camomilla V, Vannozzi G, et al. Wearable sensors in sports for persons with disability: A systematic review. Sensors. 2021;21(5):1858. [DOI:10.3390/s21051858] [PMID]

46. Reyes Leiva KM, Gato MÁC, Olmedo JJS. Estimation of Spatio-Temporal Parameters of Gait and Posture of Visually Impaired People Using Wearable Sensors. Sensors. 2023;23(12):5564. [DOI:10.3390/s23125564] [PMID]

47. Willwacher S, Weir G. The future of footwear biomechanics research. Footwear Science. 2023:1-10. [DOI:10.1080/19424280.2023.2199011]

48. Taborri J, Keogh J, Kos A, Santuz A, Umek A, Urbanczyk C, et al. Sport biomechanics applications using inertial, force, and EMG sensors: A literature overview. Applied bionics and biomechanics. 2020;2020. [DOI:10.1155/2020/2041549] [PMID]

49. Romagnoli S, Ripanti F, Morettini M, Burattini L, Sbrollini A. Wearable and Portable Devices for Acquisition of Cardiac Signals While Practicing Sport: A Scoping Review. Sensors. 2023;23(6):3350. [DOI:10.3390/s23063350] [PMID]

50. Law N-Y, Li JX, Zhu Q, Nantel J. Effects of a biomechanical-based Tai Chi program on gait and posture in people with Parkinson's disease: study protocol for a randomized controlled trial. Trials. 2023;24(1):241. [DOI:10.1186/s13063-023-07146-x] [PMID]

51. Jain D, Huber CM, Patton DA, McDonald CC, Wang L, Ayaz H, et al. Use of functional near-infrared spectroscopy to quantify neurophysiological deficits after repetitive head impacts in adolescent athletes. Sports Biomechanics. 2023:1-15. [DOI:10.1080/14763141.2023.2229790] [PMID]

52. Tierney G. Concussion biomechanics, head acceleration exposure and brain injury criteria in sport: a review. Sports biomechanics. 2022:1-29. [DOI:10.1080/14763141.2021.2016929] [PMID]

53. Sawacha Z, Gabriella G, Cristoferi G, Guiotto A, Avogaro A, Cobelli C. Diabetic gait and posture abnormalities: a biomechanical investigation through three dimensional gait analysis. Clinical biomechanics. 2009;24(9):722-728. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2009.07.007] [PMID]