



کاربرد هوش مصنوعی در شخصی سازی تمرینات اصلاحی مبتنی بر تحلیل داده های حرکتی و فیزیولوژیک در مدیریت بیماران مزمن (مطالعه مروری)

فریدخت یزدانی

استادیار گروه پرستاری، مرکز تحقیقات توسعه علوم پرستاری و مامایی، واحد نجف آباد،
دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

faridokht.yazdani@iau.ac.ir

چکیده

این مطالعه مروری به بررسی کاربرد هوش مصنوعی در شخصی سازی تمرینات اصلاحی مبتنی بر تحلیل داده های حرکتی و فیزیولوژیک در مدیریت بیماران مزمن مانند سرطان و دیابت می پردازد. با پیشرفت فناوری های پوشیدنی و الگوریتم های یادگیری ماشین، امکان جمع آوری و تحلیل داده های پیچیده حرکتی و زیستی فراهم شده است که به طراحی برنامه های تمرینی بهینه و فردمحور کمک می کند. این رویکرد نه تنها اثربخشی و ایمنی تمرینات را افزایش می دهد، بلکه با کاهش هزینه های درمانی و بهبود کیفیت زندگی بیماران، همسو با سیاست های سلامت پیشگیرانه است. مطالعه حاضر روندهای نوین، چالش ها و چشم اندازهای آینده را در این حوزه تبیین می کند.

کلمات کلیدی: هوش مصنوعی، تمرین درمانی، بیماری مزمن، تحلیل حرکتی، پزشکی شخصی سازی شده.

مقدمه و هدف

در دهه های اخیر، افزایش چشمگیر شیوع بیماری های مزمن نظیر دیابت و سرطان به یک چالش اساسی برای نظام های سلامت در سطح جهانی تبدیل شده است [۱]. مدیریت مؤثر این بیماری ها، علاوه بر درمان های دارویی، نیازمند مداخلات غیردارویی از جمله فعالیت بدنی منظم و تمرینات اصلاحی هدفمند است که نقش حیاتی در بهبود کیفیت زندگی، کاهش عوارض ثانویه و ارتقاء سلامت کلی بیماران ایفا می کنند [۲]. با این حال، طراحی برنامه های تمرینی کارآمد برای این گروه از بیماران به دلیل تنوع قابل توجه در



وضعیت حرکتی، پاسخ‌های فیزیولوژیک منحصربه‌فرد و شرایط بالینی متغیر، همواره با پیچیدگی‌های قابل ملاحظه‌ای همراه بوده است [۳].

نظریه‌های یادگیری حرکتی و کنترل عصبی-عضلانی بر اهمیت درک الگوهای حرکتی فردی و پاسخ‌های فیزیولوژیک در طراحی مداخلات تمرینی تأکید دارند [۴]. رویکردهای سنتی اغلب مبتنی بر پروتکل‌های عمومی هستند که ممکن است به دلیل عدم توجه به ویژگی‌های فردی بیماران، اثربخشی محدودی داشته باشند [۵]. از این رو، نیاز به رویکردهای نوین و دقیق‌تر برای شخصی‌سازی تمرینات اصلاحی در این جمعیت بیمار بیش از پیش احساس می‌شود.

در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه هوش مصنوعی (AI) و به‌ویژه یادگیری ماشین، فرصت‌های بی‌سابقه‌ای را برای تحلیل حجم وسیعی از داده‌های پیچیده حرکتی و فیزیولوژیک بیماران فراهم آورده است [۶]. با گسترش استفاده از حسگرها و ابزارهای پوشیدنی، امکان جمع‌آوری مستمر و دقیق داده‌های حرکتی و زیستی بیماران فراهم شده است [۷]. تحلیل این حجم عظیم از داده‌ها با روش‌های سنتی اغلب دشوار و زمان‌بر است، در حالی که هوش مصنوعی با قابلیت تشخیص الگوهای پنهان، پیش‌بینی پاسخ‌های فردی به تمرینات و ارائه بینش‌های ارزشمند، می‌تواند نقش محوری در شخصی‌سازی تمرینات اصلاحی و بهینه‌سازی برنامه‌های ورزشی بیماران مزمن ایفا کند [۸].

مطالعات پیشین، پتانسیل قابل توجه الگوریتم‌های یادگیری عمیق و مدل‌های داده‌محور را در حوزه تمرینات ورزشی نشان داده‌اند. برای مثال، تحقیقات نشان داده است که این ابزارها قادر به پیش‌بینی خطر آسیب‌های ورزشی [۹]، تعیین شدت و نوع تمرینات مناسب بر اساس ویژگی‌های فردی [۱۰]، و پایش مستمر اثربخشی مداخلات ورزشی در بیماران مختلف هستند [۱۱]. در زمینه بیماری‌های مزمن، مطالعاتی به کارگیری هوش مصنوعی در طراحی برنامه‌های تمرینی برای بهبود کنترل قند خون در بیماران مبتلا به دیابت [۱۲] و کاهش خستگی و بهبود عملکرد فیزیکی در بیماران مبتلا به سرطان [۱۳] را مورد بررسی قرار داده‌اند. همچنین، تحقیقاتی بر نقش سیستم‌های هوشمند در افزایش انگیزه و تبعیت بیماران مزمن از برنامه‌های ورزشی تأکید کرده‌اند [۱۴].

با توجه به شتاب فزاینده توسعه فناوری‌های دیجیتال و اهمیت روزافزون رویکردهای داده‌محور در نظام سلامت، یک بررسی جامع از کاربرد هوش مصنوعی در شخصی‌سازی تمرینات اصلاحی برای بیماران مزمن، به‌ویژه با تمرکز بر تحلیل داده‌های حرکتی و فیزیولوژیک، از اهمیت بسزایی برخوردار است. این مطالعه مروری با هدف تبیین روندهای نوظهور، شناسایی شکاف‌های موجود در پژوهش‌های فعلی و ارائه چشم‌اندازی برای تحقیقات آتی در این حوزه تدوین شده است تا بتواند به عنوان راهنمایی ارزشمند برای پژوهشگران، سیاست‌گذاران و متخصصان حوزه سلامت عمل نماید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش یک مطالعه مرور روایتی (Narrative Review) است که با هدف بررسی و تحلیل کاربرد هوش مصنوعی در شخصی‌سازی تمرینات اصلاحی مبتنی بر تحلیل داده‌های حرکتی و فیزیولوژیک در مدیریت بیماران مزمن (سرطان و دیابت) انجام شده است.



مطالعه حاضر بر اساس رویکرد مرور روایتی طراحی شده است تا با جمع‌بندی و تحلیل انتقادی پژوهش‌های منتشرشده در حوزه کاربرد هوش مصنوعی در تمرینات اصلاحی بیماران مزمن، روندهای نوین، چالش‌ها و فرصت‌ها را شناسایی کند. مرور روایتی به دلیل انعطاف‌پذیری بالا و امکان تحلیل عمیق متون، برای بررسی موضوعات چندوجهی و میان‌رشته‌ای مانند این مطالعه مناسب است [۱۵].

برای شناسایی منابع مرتبط، جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های معتبر علمی بین‌المللی شامل PubMed، Scopus، Web of Science، ScienceDirect و Google Scholar انجام شد. کلیدواژه‌های اصلی مورد استفاده عبارت بودند از:

("Artificial Intelligence" OR "Machine Learning" OR "Deep Learning") AND ("Exercise" OR "Rehabilitation" OR "Corrective Exercise") AND ("Chronic Disease" OR "Diabetes" OR "Cancer") AND ("Movement Data" OR "Physiological Data" OR "Wearable Sensors" OR "Personalized Medicine").

جستجو محدود به مقالات منتشرشده به زبان انگلیسی در بازه زمانی ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۵ میلادی شد تا تازگی و به‌روز بودن منابع تضمین شود. همچنین، مقالات مروری، پژوهشی اصیل، مطالعات موردی و گزارش‌های سیاستی مرتبط با موضوع وارد فرآیند بررسی شدند.

برای انتخاب مقالات مرتبط با هدف این مطالعه مروری، معیارهای ورود شامل مقالات منتشر شده در مجلات معتبر ISI و نمایه‌شده در پایگاه‌های داده علمی، مطالعاتی که به کاربرد هوش مصنوعی یا یادگیری ماشین در شخصی‌سازی یا بهینه‌سازی تمرینات اصلاحی برای بیماران مبتلا به دیابت یا سرطان پرداخته باشند، پژوهش‌هایی که از داده‌های حرکتی، فیزیولوژیک یا ابزارهای پوشیدنی در طراحی مداخلات ورزشی استفاده کرده‌اند، و مقالات منتشر شده در بازه زمانی ۵ سال اخیر (۲۰۱۹-۲۰۲۵) در نظر گرفته شد. در مقابل، معیارهای خروج شامل مقالات غیرانگلیسی، مطالعات محدود به جمعیت سالم یا ورزشکاران حرفه‌ای، مقالات فاقد دسترسی به متن کامل، و پژوهش‌هایی که به طور مشخص به کاربرد عملی هوش مصنوعی یا رویکردهای داده‌محور در تمرینات اصلاحی بیماران مزمن اشاره نکرده بودند، تعیین گردید.

در مرحله اول، عناوین و چکیده مقالات بازیابی‌شده توسط پژوهشگر بررسی شد. مقالات مرتبط وارد مرحله دوم شدند و متن کامل آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. کیفیت مقالات منتخب با استفاده از چک‌لیست استاندارد مقالات مروری SANRA ارزیابی شد [۱۶].

داده‌های کلیدی از مقالات منتخب شامل نوع بیماری مزمن، نوع داده‌های حرکتی/فیزیولوژیک، الگوریتم‌های هوش مصنوعی به‌کاررفته، نوع و هدف تمرینات اصلاحی، نتایج بالینی و چالش‌های اجرایی استخراج و در جداول خلاصه شد. تحلیل داده‌ها به‌صورت ترکیبی از رویکرد توصیفی و تحلیل انتقادی انجام شد تا روندهای غالب، شکاف‌های پژوهشی و پیامدهای سیاستی شناسایی شود.

ملاحظات اخلاقی

در این مطالعه صرفاً از داده‌های ثانویه و منابع منتشرشده استفاده شده و هیچ‌گونه داده فردی یا محرمانه وارد فرآیند تحلیل نشده است. اصول اخلاق پژوهش و ارجاع صحیح منابع علمی رعایت گردیده است.



یافته‌های مطالعه

در این مطالعه مرور روایتی، به منظور بررسی کاربرد هوش مصنوعی در شخصی سازی تمرینات اصلاحی مبتنی بر داده‌های حرکتی و فیزیولوژیک در بیماران مزمن (سرطان و دیابت)، ۴۵ مقاله منتشر شده در بازه زمانی ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۵ مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج حاصل از این بررسی به شرح زیر دسته‌بندی شده است:

۱. کاربردهای اصلی هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های حرکتی و فیزیولوژیک

مطالعات بررسی شده نشان دادند که هوش مصنوعی به‌ویژه الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق در سه حوزه اصلی کاربرد داشته است:

- **شناسایی و طبقه‌بندی الگوهای حرکتی:** استفاده از داده‌های پوشیدنی و حسگرهای حرکتی، مدل‌های هوش مصنوعی قادر به تشخیص دقیق اختلالات حرکتی و تعیین شدت آن‌ها هستند [۱۷-۲۱]. جدول ۱ دسته‌بندی مطالعاتی را نشان می‌دهد که به کاربرد هوش مصنوعی در شناسایی و طبقه‌بندی الگوهای حرکتی در بیماران مزمن پرداخته‌اند.
- **پیش‌بینی پاسخ فیزیولوژیک به تمرینات:** تحلیل داده‌های فیزیولوژیک مانند ضربان قلب، فشار خون و سطح اکسیژن خون به کمک الگوریتم‌های پیش‌بینی، امکان تنظیم بهینه شدت و نوع تمرین را فراهم می‌کند [۲۲-۲۴]. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، تعدادی از مطالعات بر نقش هوش مصنوعی در پیش‌بینی پاسخ‌های فیزیولوژیک بیماران به تمرینات تمرکز داشته‌اند.
- **شخصی سازی برنامه‌های تمرینی:** با ترکیب داده‌های حرکتی و فیزیولوژیک، سیستم‌های هوشمند قادر به طراحی تمرینات اصلاحی متناسب با شرایط فردی بیمار و بهبود اثربخشی مداخلات هستند [۲۵-۲۸]. جدول ۱ همچنین نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از مقالات بررسی شده، به کاربرد هوش مصنوعی در شخصی سازی برنامه‌های تمرینی برای بیماران مزمن اختصاص داشته‌اند.

جدول ۱: دسته‌بندی کاربردهای هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های حرکتی و فیزیولوژیک بیماران مزمن

حوزه کاربرد هوش مصنوعی	شرح مختصر	تعداد مقالات بررسی شده
شناسایی و طبقه‌بندی الگوهای حرکتی	تشخیص اختلالات حرکتی و شدت آن‌ها با داده‌های پوشیدنی	۱۸
پیش‌بینی پاسخ فیزیولوژیک به تمرینات	تحلیل ضربان قلب، فشار خون و سایر شاخص‌ها برای تنظیم تمرین	۱۴
شخصی سازی برنامه‌های تمرینی	طراحی تمرینات اصلاحی متناسب با شرایط فردی بیماران	۱۳

جدول ۱ نشان‌دهنده دسته‌بندی کاربردهای اصلی هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های حرکتی و فیزیولوژیک بیماران مزمن است که در مطالعات مرور شده به آن پرداخته شده است. همانطور که مشخص است، بیشترین تعداد مقالات به حوزه شناسایی و طبقه‌بندی الگوهای حرکتی اختصاص دارد.



۲. تأثیر هوش مصنوعی بر بهبود نتایج بالینی بیماران مزمن

مطالعات حاکی از آن است که استفاده از سیستم‌های هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی در طراحی و پایش تمرینات اصلاحی، منجر به نتایج بالینی زیر در بیماران مزمن شده است (جدول ۲):

- افزایش میزان تبعیت بیماران از برنامه‌های تمرینی [۲۹-۳۲]؛
- کاهش علائم مرتبط با بیماری‌های مزمن، مانند درد و خستگی [۳۳-۳۵]؛
- بهبود شاخص‌های کیفیت زندگی و عملکرد فیزیکی [۳۶-۳۸]؛
- کاهش نیاز به مراقبت‌های پزشکی اضافی و هزینه‌های درمانی [۳۹-۴۱]؛

جدول ۲: تأثیرات بالینی استفاده از هوش مصنوعی در تمرینات اصلاحی بیماران مزمن

تأثیر بالینی	شرح مختصر	تعداد مقالات گزارش‌دهنده
افزایش تبعیت بیماران	بهبود میزان پیروی از برنامه‌های تمرینی	۱۲
کاهش درد و خستگی	کاهش علائم مرتبط با بیماری‌های مزمن	۱۰
بهبود کیفیت زندگی	ارتقاء عملکرد فیزیکی و روانی بیماران	۱۱
کاهش هزینه‌های درمانی	کاهش نیاز به مراقبت‌های پزشکی اضافی	۸

جدول ۲ خلاصه‌ای از تأثیرات بالینی مثبتی است که در مطالعات مختلف گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، بیشترین تعداد مقالات به تأثیر هوش مصنوعی بر افزایش تبعیت بیماران از برنامه‌های تمرینی اشاره داشته‌اند.

۳. چالش‌ها و محدودیت‌های موجود

علی‌رغم پیشرفت‌های قابل توجه، کاربرد هوش مصنوعی در این حوزه با چالش‌ها و محدودیت‌هایی نیز مواجه است که عبارتند از:

- محدودیت در دسترسی به داده‌های با کیفیت و حجم کافی برای آموزش اثربخش مدل‌ها [۴۲]؛
- نیاز به استانداردسازی داده‌ها و روش‌های جمع‌آوری آن‌ها [۱۸, ۳۴]؛
- نگرانی‌های مرتبط با حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌های بیماران [۳۴, ۳۸]؛
- کمبود مطالعات طولی و کاربردی در محیط‌های بالینی واقعی [۳۴, ۴۳].



مطالعه مروری حاضر، با هدف بررسی عمیق و نظام‌مند کاربرد هوش مصنوعی در شخصی‌سازی تمرینات اصلاحی مبتنی بر تحلیل داده‌های حرکتی و فیزیولوژیک در مدیریت بیماران مبتلا به بیماری‌های مزمن سرطان و دیابت انجام شد. یافته‌های این پژوهش، پتانسیل تحول‌آفرین هوش مصنوعی را در ارتقاء کیفیت و اثربخشی مداخلات ورزشی در این گروه از بیماران به وضوح نشان می‌دهد. همسویی نتایج این مطالعه با پژوهش‌های پیشین در این حوزه، بر اهمیت روزافزون به‌کارگیری فناوری‌های نوین در راستای بهبود سلامت و کیفیت زندگی بیماران مزمن تاکید می‌ورزد.

بنیاد این اثربخشی، توانایی منحصربه‌فرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق در تحلیل حجم وسیعی از داده‌های پیچیده حرکتی و فیزیولوژیک و استخراج الگوهای ظریف و پنهان است [۴۴]. این قابلیت، امکان طراحی برنامه‌های تمرینی اصلاحی کاملاً شخصی‌سازی شده را فراهم می‌آورد که به طور دقیق با نیازها و ویژگی‌های فردی هر بیمار منطبق است. Ahmed و همکاران [۴۵] در یک مرور نظام‌مند نشان داد که استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از ابزارهای پوشیدنی و الگوریتم‌های هوش مصنوعی در طراحی تمرینات برای بیماران مبتلا به دیابت، منجر به بهبود چشمگیر در تنظیم سطح گلوکز خون و ارتقاء کیفیت زندگی آنان شده است. به طور مشابه، مطالعه Hassoon و همکاران [۴۶] اثربخشی شخصی‌سازی تمرینات ورزشی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی را در کاهش خستگی و بهبود عملکرد فیزیکی بیماران مبتلا به سرطان به اثبات رساند.

علاوه بر تاثیرات مستقیم بر طراحی تمرینات، یافته‌های Albergoni و همکاران [۱۴] در یک مرور نظام‌مند بر نقش سیستم‌های هوشمند در افزایش میزان تبعیت بیماران مزمن از برنامه‌های ورزشی تاکید دارد. این سیستم‌ها با ارائه بازخوردهای هوشمندانه و ایجاد انگیزه، می‌توانند چالش‌های مربوط به پایبندی به برنامه‌های تمرینی طولانی‌مدت را تا حد زیادی مرتفع سازند. این یافته‌ها به طور مستقیم از نتایج مطالعه حاضر حمایت می‌کنند که نشان‌دهنده افزایش اثربخشی و پذیرش تمرینات اصلاحی شخصی‌سازی شده با استفاده از هوش مصنوعی است.

از منظر سیاست‌های سلامت جهانی و به‌ویژه در ایران، کاربرد هوش مصنوعی در شخصی‌سازی تمرینات اصلاحی، دستاوردهای نوآورانه و قابل توجهی را به همراه دارد. این رویکرد نه تنها می‌تواند به کاهش چشمگیر هزینه‌های درمانی ناشی از عوارض بیماری‌های مزمن و بار سنگین آن بر سیستم‌های بهداشتی منجر شود، بلکه با اهداف کلان سیاست‌های سلامت مبنی بر ارتقاء مراقبت‌های پیشگیرانه و شخصی‌سازی شده، همخوانی کامل دارد. بهبود کیفیت زندگی بیماران، افزایش سطح استقلال و توانمندسازی آنان در مدیریت بیماری خود، از دیگر مزایای کلیدی این رویکرد نوآورانه است که در اولویت‌های سیاست‌های سلامت در سطح بین‌المللی و ملی قرار دارد.

با وجود این پتانسیل‌های چشمگیر، چالش‌ها و محدودیت‌هایی نیز در مسیر پیاده‌سازی گسترده این فناوری وجود دارد. مهم‌ترین مانع، کمبود دسترسی به داده‌های با کیفیت و استاندارد است که برای آموزش اثربخش مدل‌های هوش مصنوعی ضروری است. این امر مستلزم سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های جمع‌آوری داده و تدوین پروتکل‌های استاندارد برای اطمینان از یکپارچگی و قابلیت اطمینان داده‌ها است. علاوه بر این، نگرانی‌های جدی در مورد حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌های حساس بیماران وجود دارد که نیازمند ایجاد چارچوب‌های قانونی و اخلاقی جامع و کارآمد است. فقدان مطالعات طولی و کاربردی در محیط‌های بالینی واقعی نیز یک



محدودیت مهم است که برای درک کامل تاثیرات بلندمدت و امکان‌سنجی پیاده‌سازی این رویکرد در عمل، نیازمند توجه بیشتر در پژوهش‌های آتی است.

مطالعه حاضر از نقاط قوت متعددی برخوردار است که از آن جمله می‌توان به مرور جامع و به‌روز ادبیات علمی در حوزه نوظهور و میان‌رشته‌ای کاربرد هوش مصنوعی در تمرینات اصلاحی، تحلیل انتقادی و دسته‌بندی نظام‌مند این کاربردها در بیماران مزمن، و توجه ویژه به جنبه‌های سیاست سلامت و کاربردهای عملی آن در نظام سلامت ایران و جهان اشاره کرد؛ با این وجود، محدودیت‌هایی نیز در این پژوهش وجود دارد که شامل عدم دسترسی به داده‌های تجربی و میدانی برای ارزیابی کمی اثربخشی روش‌های مورد بحث، محدودیت در پوشش کامل تمامی بیماری‌های مزمن به دلیل تمرکز صرف بر سرطان و دیابت، و احتمال وجود سوگیری در فرآیند انتخاب و تحلیل مقالات به دلیل ماهیت مرور روایتی آن می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مطالعه مروری حاضر نشان داد که هوش مصنوعی با پتانسیل چشمگیر خود می‌تواند تحولی اساسی در شخصی‌سازی تمرینات اصلاحی و بهبود مدیریت بیماران مزمن ایجاد کند؛ با این حال، تحقق کامل این امر مستلزم غلبه بر موانعی نظیر محدودیت داده‌های استاندارد، مسائل اخلاقی و قانونی، و نیاز به مطالعات بالینی گسترده‌تر است. لذا، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آتی بر انجام مطالعات تجربی چندمرکزی، توسعه چارچوب‌های استاندارد تبادل داده، تدوین دستورالعمل‌های اخلاقی و قانونی، بررسی ابعاد اجتماعی و فرهنگی پذیرش این فناوری، و طراحی سیستم‌های هوشمند با قابلیت انطباق پویا متمرکز شود. همچنین، سیاست‌گذاران حوزه سلامت در سطح ملی و بین‌المللی باید با در نظر گرفتن این دستاوردها، زمینه را برای ادغام هوش مصنوعی در برنامه‌های مراقبتی و توانبخشی بیماران مزمن از طریق سرمایه‌گذاری در آموزش، زیرساخت‌ها و همکاری‌های بین‌بخشی فراهم آورند تا بتوان از ظرفیت‌های نوآورانه این فناوری در راستای ارتقاء سلامت و کیفیت زندگی این بیماران بهره‌برداری نمود و به اهداف سیاست‌های سلامت نزدیک‌تر شد.

منابع

1. Anderson, E. and J.L. Durstine, *Physical activity, exercise, and chronic diseases: A brief review*. Sports medicine and health science, 2019. **1**(1): p. 3-10.
2. Della Guardia, L., *Exercise and non-pharmacological interventions to improve metabolic health and well-being in chronic conditions*. 2024.
3. Collado-Mateo, D., et al., *Key factors associated with adherence to physical exercise in patients with chronic diseases and older adults: an umbrella review*. International journal of environmental research and public health, 2021. **18**(4): p. 2023.
4. Rogers, S., *Motor Control and Motor Learning*, in *Kinesiology for Occupational Therapy*. 2024, Routledge. p. 451-463.
5. Frangoudes, F., et al., *Assessing human motion during exercise using machine learning: A literature review*. IEEE Access, 2022. **10**: p. 86874-86903.
6. Phatak, A.A., et al., *Artificial intelligence based body sensor network framework—narrative review: proposing an end-to-end framework using wearable sensors, real-time location systems and artificial intelligence/machine learning algorithms for data collection, data mining and knowledge discovery in sports and healthcare*. Sports Medicine-Open, 2021. **7**(1): p. 79.



۷. Vijayan, V., et al., *Review of wearable devices and data collection considerations for connected health*. Sensors, 2021. **21**(16): p. 5589.
۸. Ding, Z., et al., *Current status and trends of technology, methods, and applications of Human–Computer Intelligent Interaction (HCII): A bibliometric research*. Multimedia Tools and Applications, 2024 :^{۸۳}(۲۷) . p. 69111-69144.
۹. Musat, C.L., et al., *Diagnostic Applications of AI in Sports: A Comprehensive Review of Injury Risk Prediction Methods*. Diagnostics, 2024. **14**(22): p. 2516.
۱۰. Teikari, P. and A. Pietrusz, *Precision strength training: Data-driven artificial intelligence approach to strength and conditioning*. 2021.
۱۱. Munirathnam, R. and D. Kanchetti, *Artificial Intelligence (AI)-Powered Predictive Models in Chronic Disease Management: A Data-Driven Approach*. Journal ID, 2024. **9471**: p. 1297.
۱۲. Rashid, M.M., et al., *Artificial intelligence algorithms for treatment of diabetes*. Algorithms, 2022. **15**(9): p. 299.
۱۳. Sumner, J., et al., *Artificial intelligence in physical rehabilitation: A systematic review*. Artificial Intelligence in Medicine, 20 :^{۲۳}۱۴۶. p. 102693.
۱۴. Albergoni, A., et al., *The role of technology in adherence to physical activity programs in patients with chronic diseases experiencing fatigue: a systematic review*. Sports medicine-open, 2019. **5**: p. 1-11.
۱۵. Dehkordi, A.H., et al ,*How to write a systematic review: A narrative review*. International journal of preventive medicine, 2021. **12**(1): p. 27.
۱۶. Baethge, C., S. Goldbeck-Wood, and S. Mertens, *SANRA—a scale for the quality assessment of narrative review articles*. Research integrity and peer review, 2019. **4**: p. 1-7.
۱۷. Vanmechelen, I., et al., *Assessment of movement disorders using wearable sensors during upper limb tasks: A scoping review*. Frontiers in Robotics and AI, 2023. **9**: p. 1068413.
۱۸. Xie, Y., et al., *Integration of artificial intelligence, blockchain, and wearable technology for chronic disease management: a new paradigm in smart healthcare*. Current medical science, 2021. **41**(6): p. 1123-1133.
۱۹. Anikwe, C.V., et al., *Mobile and wearable sensors for data-driven health monitoring system: State-of-the-art and future prospect*. Expert Systems with Applications, 2022. **202**: p. 117362.
۲۰. Ahmed, A., et al., *Overview of artificial intelligence–driven wearable devices for diabetes: scoping review*. Journal of Medical Internet Research, 2022. **24**(8): p. e36010.
۲۱. Shajari, S., et al., *The emergence of AI-based wearable sensors for digital health technology: a review*. Sensors, 2023. **23**(23): p. 9498.
۲۲. Ali, M., et al., *Predictive Modeling of Heart Rate Dynamics based on Physical Characteristics and Exercise Parameters: A Machine Learning Approach*. International Journal of Physical Education, Fitness and Sports, 2024. **13**(2): p. 1-14.
۲۳. Martinez-Ríos, E., et al., *A review of machine learning in hypertension detection and blood pressure estimation based on clinical and physiological data*. Biomedical Signal Processing and Control, 2021. **68**: p. 102813.
۲۴. Wang, X.-q. and J. Yin, *Application of machine learning in safety evaluation of athletes training based on physiological index monitoring*. Safety Science, 2019. **120**: p. 833-837.
۲۵. Deshmukh, P., *The Integration of Artificial Intelligence and Wearable Technology in Personalized Physical Therapy Programs for Enhanced Recovery Outcomes*. International Journal of Artificial Intelligence, Data Science, and Machine Learning, 2023. **4**(3): p. 1-9.
۲۶. Ling, W., G. Yu, and Z. Li, *Lower limb exercise rehabilitation assessment based on artificial intelligence and medical big data*. IEEE Access, 2019. **7**: p. 126787-126798.
۲۷. Lee, M.H .et al. *Interactive hybrid approach to combine machine and human intelligence for personalized rehabilitation assessment*. in *Proceedings of the ACM conference on health, inference, and learning*. 2020.
۲۸. Jones, M., et al., *Big data analytics and sensor-enhanced activity management to improve effectiveness and efficiency of outpatient medical rehabilitation*. International journal of environmental research and public health, 2020. **17**(3): p. 748.
۲۹. Babel, A., et al., *Artificial intelligence solutions to increase medication adherence in patients with non-communicable diseases*. Frontiers in Digital Health, 2021. **3**: p. 669869.



۳۰. Canzone, A., et al., *The multiple uses of artificial intelligence in exercise programs: a narrative review*. *Frontiers in Public Health*, 2025. **13**: p. 1510801.
۳۱. Zhou, M., et al., *Applying machine learning to predict future adherence to physical activity programs*. *BMC medical informatics and decision making*, 2019. **19**: p. 1-11.
۳۲. Nurani, B., et al., *Artificial Intelligence and Big Data for Personalized Preventive Healthcare: Predicting Health Risks and Enhancing Patient Adherence*. *Open Access Library Journal*, 2025. **12**(1): p. 1-17.
۳۳. Tahri Sqalli, M. and D. Al-Thani. *On how chronic conditions affect the patient-AI interaction: A literature review*. in *Healthcare*. 2020. MDPI.
۳۴. Subramanian, M., et al., *Precision medicine in the era of artificial intelligence: implications in chronic disease management*. *Journal of translational medicine*, 2020. **18**: p. 1-12.
۳۵. Patel, P.M., et al. *Beyond the Pain Management Clinic: The Role of AI-Integrated Remote Patient Monitoring in Chronic Disease Management—A Narrative Review*. *Journal of Pain Research*, 2024: p. 4223-4237.
۳۶. Arnone, G. and J. Verma, *Investigating the Role of artificial intelligence in Enhancing Sports Performance and Health Outcomes for Individuals with Disabilities: A Structural Equation Modeling Approach*, in *Future Tech Startups and Innovation in the Age of AI*. 2025, CRC Press. p. 90-108.
۳۷. Hwang, M., et al., *AI Applications for Chronic Condition Self-Management: Scoping Review*. *Journal of Medical Internet Research*, 2025. **27**: p. e59632.
۳۸. Pan, M., et al., *Application of artificial intelligence in the health management of chronic disease: bibliometric analysis*. *Frontiers in Medicine*, 2025. **11**: p. 1506641.
۳۹. Wolff, J., et al., *The economic impact of artificial intelligence in health care: systematic review*. *Journal of medical Internet research*, 2020. **22**(2): p. e16866.
۴۰. Khanna, N.N., et al. *Economics of artificial intelligence in healthcare: diagnosis vs. treatment*. in *Healthcare*. 2022. MDPI.
۴۱. Ahuja, A.S., *The impact of artificial intelligence in medicine on the future role of the physician*. *PeerJ*, 2019. **7**: p. e7702.
۴۲. Patel, K., et al., *A survey on artificial intelligence techniques for chronic diseases: open issues and challenges*. *Artificial Intelligence Review*, 2022: p. 1-54.
۴۳. Cascarano, A., et al., *Machine and deep learning for longitudinal biomedical data: a review of methods and applications*. *Artificial Intelligence Review*, 2023. **56**(Suppl 2): p. 1711-1771.
۴۴. Mahmud, M., et al., *Deep learning in mining biological data*. *Cognitive computation*, 2021. **13**(1): p. 1-33.
۴۵. Ahmed, A., et al., *The effectiveness of wearable devices using artificial intelligence for blood glucose level forecasting or prediction: Systematic review*. *Journal of Medical Internet Research*, 2023. **25**: p. e40259.
۴۶. Hassoon, A., et al., *Randomized trial of two artificial intelligence coaching interventions to increase physical activity in cancer survivors*. *NPJ digital medicine*, 2021. **4**(1): p. 168.