

The Potential of Artificial Intelligence-Based Technologies in Disease Diagnosis, Treatment, and Medical Care

Mohadeseh Ghavami Pour Sereshkeh (PhD Student) ^{1*}, Amirreza Mahmoudi (PhD) ¹,
Haleh Soraiyay Zafar (PhD) ²

1. Department of Law, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.

2. Department of Food Science, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

ARTICLE INFO

Article type

Review article

Article history

Received: 2024.04.12

Accepted: 2024.10.04

Keywords

Artificial Intelligence
Technology,
AI in Medicine,
Machine Learning,
Deep Learning.



[10.22038/hmed.2024.25092](https://doi.org/10.22038/hmed.2024.25092)

ABSTRACT

Introduction: In recent years, the increasing availability of big data in the health sector has provided a suitable platform for the development and application of artificial intelligence-based technologies. With the ability to analyze complex data and extract hidden clinical patterns, this technology has great potential to improve the accuracy of medical decisions and improve the quality of healthcare.

Materials & Methods: The present study was conducted using a descriptive method and based on a systematic review of published scientific sources, the applications of artificial intelligence in various medical fields, including diagnosis, treatment, health systems management, and medical education, were analyzed. The challenges of implementing this technology and its future prospects were also examined.

Results: The results show that AI-based technologies have been remarkably effective in areas such as accurate and rapid disease diagnosis, disease prevention, treatment planning, and robotic surgery, 3D bio printing, mixed reality, hospital management, and controlling pandemics such as COVID-19. These technologies have been able to significantly improve the efficiency, accuracy, and speed of medical processes.

Conclusion: Despite the broad benefits of AI in healthcare, challenges such as data quality, ethical considerations, legal requirements, and institutional resistance have hindered its widespread implementation. However, adopting a responsible approach, based on multidisciplinary collaboration and clear ethical frameworks, can pave the way for effective and sustainable exploitation of this technology in future health systems.

Cite this paper as:

Ghavami Pour Sereshkeh M, Mahmoudi A, Soraiyay Zafar H. The Potential of Artificial Intelligence-Based Technologies in Disease Diagnosis, Treatment, and Medical Care. *Horizon of Medical Education Development*. 2025;16(Special Issue1):6-21

* Corresponding author:

Email: mohadesehghavamipour@gmail.com

Address: Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Lahijan Branch.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

ظرفیت فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در تشخیص بیماری‌ها، درمان و مراقبت‌های پزشکی

محدثه قوامی پور سرشکه (PhD Student)^{1*}، امیررضا محمودی (PhD)¹، هاله ثریای ظفر (PhD)²

۱. گروه حقوق، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۲. گروه صنایع غذایی، دانشکد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

مشخصات مقاله	چکیده
نوع مقاله مقاله پژوهشی	مقدمه: در سال‌های اخیر، افزایش دسترسی به داده‌های حجیم در حوزه سلامت، بستر مناسبی را برای توسعه و به کارگیری فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی فراهم نموده است. این فناوری با قابلیت تحلیل داده‌های پیچیده و استخراج الگوهای پنهان بالینی، توانمندی بالایی در ارتقاء دقت تصمیم‌گیری‌های پزشکی و بهبود کیفیت مراقبت‌های بهداشتی دارد.
پیشینه پژوهش تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۸	روش کار: مطالعه حاضر به روش توصیفی انجام شده و بر مبنای بررسی نظام‌مند منابع علمی معتبر منتشر شده کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف پزشکی از جمله تشخیص، درمان، مدیریت سیستم‌های سلامت و آموزش پزشکی مورد تحلیل قرار گرفته است. همچنین چالش‌های پیاده‌سازی این فناوری و چشم‌اندازهای آتی آن بررسی گردیده‌اند.
کلمات کلیدی فناوری هوش مصنوعی، هوش مصنوعی در پزشکی، یادگیری ماشینی، یادگیری عمیق.	نتایج: نتایج نشان می‌دهند که فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در حوزه‌هایی نظیر تشخیص دقیق و سریع بیماری‌ها، پیشگیری از بیماری، برنامه‌ریزی درمان، جراحی رباتیک، چاپ سه‌بعدی زیستی، واقعیت ترکیبی، مدیریت بیمارستان‌ها و کنترل بیماری‌های همه‌گیر مانند کووید-۱۹، به‌طور چشمگیری اثربخش بوده‌اند. این فناوری‌ها توانسته‌اند کارایی، دقت و سرعت فرآیندهای پزشکی را به‌طور معناداری ارتقاء دهند.
	نتیجه‌گیری: با وجود مزایای گسترده هوش مصنوعی در حوزه سلامت، چالش‌هایی نظیر کیفیت داده‌ها، ملاحظات اخلاقی، الزامات حقوقی و مقاومت نهادی، مانع از پیاده‌سازی گسترده آن شده‌اند. با این حال، اتخاذ رویکردی مسئولانه، مبتنی بر همکاری چندرشته‌ای و چارچوب‌های اخلاقی مشخص، می‌تواند راهگشای بهره‌برداری مؤثر و پایدار از این فناوری در آینده نظام‌های سلامت باشد.
 10.22038/hmed.2024.25092	

نحوه ارجاع به این مقاله ►

Ghavami Pour Sereshkeh M, Mahmoudi A, Soraiyay Zafar H. The Potential of Artificial Intelligence-Based Technologies in Disease Diagnosis, Treatment, and Medical Care. Horizon of Medical Education Development. 2025;16(Special Issue1):6-21

ایمیل: mohadesehghavamipour@gmail.com

*نویسنده مسئول: محدثه قوامی پور سرشکه

آدرس: دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License

مقدمه

هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم کامپیوتر است که به دنبال ایجاد سیستم‌هایی است که قادر به انجام کارهایی همچون استدلال، یادگیری، طبقه‌بندی و خلاقیت هستند که معمولاً مختص انسان‌ها به شمار (۱) هوش مصنوعی AI توانایی یک ماشین در انجام عملیات شناختی نظیر دریافت، استدلال، گفتار، تعامل با محیط، بازی، حل مسئله، شناسایی الگوها و حتی تولید خلاقیت است که مغز انسان انجام می‌دهد. به عبارت دیگر، هوش مصنوعی به ماشین‌ها اجازه می‌دهد تا قابلیت‌های مغز انسان را مدل‌سازی کرده یا حتی آن‌ها را بهبود بخشند (۱). افزایش دسترسی به داده‌های مراقبت‌های بهداشتی و توسعه سریع روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ، راه‌های جدیدی را برای استفاده از فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشین (ML) در پزشکی باز نموده است.

هوش مصنوعی برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ توسط آلن تورینگ^۱، که به عنوان "پدر هوش مصنوعی" شناخته می‌شود، به عنوان "ماشینی که شبیه مغز/انسان/ما پیچیده‌تر است" تعریف شده است. در سال ۱۹۵۶، جان مک کارتی^۲، استاد علوم کامپیوتر دانشگاه استنفورد، هوش مصنوعی را "علم و مهندسی ساخت ماشین‌های هوشمند" تعریف کرد. (۲) امروزه، هوش مصنوعی به عنوان یک شاخه گسترده از علوم کامپیوتر شناخته می‌شود که درگیر ایجاد ماشین‌هایی است که قادر به انجام وظایفی هستند که معمولاً نیازمند هوش انسانی است. ایجاد یک سیستم هوش مصنوعی یا یک سیستم کامپیوتری مبتنی بر هوش مصنوعی با تغذیه سیستم با داده‌های موجود و اجازه دادن به آن برای "یادگیری" شروع می‌شود. این تجربه یادگیری به هوش مصنوعی امکان می‌دهد تا به اندازه یا بیشتر از انسان‌ها درک، استدلال، ارتباط و تصمیم‌گیری داشته باشد. زیر مجموعه‌هایی مانند یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی و عوامل عقلانی تحت چتر هوش مصنوعی قرار دارند.

فناوری هوش مصنوعی می‌تواند مزایای بزرگی برای قضاوت و تصمیم‌گیری پزشکان فراهم کند، زیرا اطلاعات بالینی پنهان در داده‌های پیچیده و انبوه را آشکار می‌سازد (۳). اگرچه کاربرد گسترده بالینی آن هنوز محدود است، اما تحقیقات نشان می‌دهند که هوش مصنوعی را می‌توان با موفقیت در تشخیص، طبقه‌بندی بیماری‌ها و تمایز شرایط پرخطر استفاده کرد. همچنین در زمینه‌های دیگر مانند تولید دارو و واکسن، تسهیل آموزش پزشکی و جراحی نیز کاربردهای موفقی داشته است. درحالی که تصور نمی‌شود هوش مصنوعی در آینده بتواند جایگزین پزشکان شود، اما انتظار می‌رود که قضاوت انسانی را ارتقا دهد (۳).

یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق روش‌هایی هستند که می‌توانند الگوهای را در مجموعه داده‌ها تشخیص دهند یادگیری عمیق به عنوان زیرمجموعه‌ای از یادگیری ماشینی، از شبکه‌های عصبی مصنوعی که شبیه به ساختار و کارکرد نورون‌های مغز انسان هستند، استفاده می‌کند. در این مقاله، خطوط کلی فناوری هوش مصنوعی، کاربردهای آن در مراقبت‌های بهداشتی، آینده و مشکلات اخلاقی احتمالی آن بررسی شده است. با وجود تحقیقات گسترده در زمینه هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی، هنوز شکاف دانشی در مورد کاربردهای بالینی آن، چالش‌های پیاده‌سازی، مسائل اخلاقی و قانونی، و چشم‌انداز آینده این فناوری وجود دارد. اگرچه مطالعات مروری متعددی در این حوزه انجام شده است، اما اغلب آن‌ها یا تنها بر جنبه‌های خاصی تمرکز داشته‌اند یا داده‌های آن‌ها به روز نشده است. با توجه به پیشرفت‌های سریع هوش مصنوعی، نیاز به یک مرور جامع و به روز برای ارائه دید کلی از آخرین دستاوردها، چالش‌ها و افق‌های آینده این فناوری در حوزه سلامت وجود دارد.

این مطالعه تلاش می‌کند تا با بررسی ادبیات اخیر، دیدگاه جامعی از کاربردهای فعلی و آینده هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی، چالش‌های موجود در پیاده‌سازی آن، و ملاحظات اخلاقی و قانونی مرتبط ارائه دهد. در این مقاله کاربرد هوش مصنوعی در حوزه پزشکی، رادیولوژی، درمان،

² John McCarthy

<http://hmed.mums.ac.ir>

¹ Alan Turing

مجله افق توسعه آموزش علوم پزشکی، دوره ۱۶، ویژه نامه ۱، تابستان ۱۴۰۴

بحث

۱. هوش مصنوعی و پزشکی

عامل عقلانی^۳ نرم‌افزاری است که به طور خودمختار کار می‌کند و تصمیم‌گیری آن مبتنی بر هوش مصنوعی یا "مغز مصنوعی" آن است. این مغز مصنوعی می‌تواند یک تابع ساده تا یک شبکه عصبی پیچیده داشته باشد. به عنوان مثال، برای آموزش یک ماشین به تشخیص خطوط اصلی قلب در تصاویر تشدید مغناطیسی، این مراحل طی می‌شود: تصاویر بسیاری از قلب و سایر ارگان‌ها آماده می‌شود. تصاویر به عنوان "قلب" و "غیرقلب" برچسب‌گذاری می‌شوند. یک برنامه ساده تهیه می‌شود که بتواند تصاویر را تجزیه و تحلیل کرده و آن‌ها را بر اساس ویژگی‌های ساده (مانند تعداد پیکسل‌های روشن و تاریک یا یک برنامه ساده شناسایی لبه) تفکیک کند. این مرحله را می‌توان به تجزیه یک مولکول پیچیده به عناصر ساده‌تر تشبیه کرد. این تصاویر برچسب‌دار و تجزیه‌شده به یک الگوریتم یادگیری عمیق داده می‌شوند (۸).

یادگیری عمیق با شروع از یک شبکه عصبی ساده و یک مغز ساده کار خود را آغاز می‌کند و تصاویر برچسب‌دار و تجزیه‌شده را پردازش می‌کند (۷) در طول فرایند یادگیری، این شبکه ارتباطات بین نورون‌های مغز مصنوعی خود را تغییر می‌دهد. به تدریج که یادگیری پیشرفت می‌کند، تصاویر برچسب‌گذاری شده به عنوان "قلب" تمایل دارند که مسیرهای خاصی از نورون‌های مغز مصنوعی را فعال کنند، در حالی که تصاویر "غیرقلب" سایر مسیرهای نورونی را برانگیخته خواهند کرد. پس از پردازش تعداد زیادی از تصاویر، این مغز مصنوعی آموخته است که بین تصویر قلب و سایر اندام‌ها تمایز قائل شود. این تکنیک "یادگیری ماشینی" نامیده می‌شود و یک مدل آموزش‌دیده یا در اینجا یک شبکه عصبی آموزش‌دیده برای انجام یک وظیفه خاص تولید می‌کند. این وظیفه می‌تواند فراتر از صرفاً شناسایی اندام‌ها باشد، مانند تمایز بین سلول‌های سرطانی و سالم یا طبقه‌بندی ضایعات به عنوان طبیعی یا غیرطبیعی و خوش‌خیم یا بدخیم. به این ترتیب می‌توان کاربردهای متعددی را ایجاد کرد (۸).

مدیریت بیمارستان و ... مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است.

روش کار

در این پژوهش ابتدا مطالعه‌ای در منابع و مقالات علمی معتبر در زمینه کاربردهای هوش مصنوعی در پزشکی انجام شده است. از میان مطالعات یافت شده، آن دسته که به طور مستقیم به کاربردهای بالینی، چالش‌ها و افق‌های آینده هوش مصنوعی در حوزه سلامت می‌پرداختند، برای بررسی بیشتر انتخاب شده‌اند. سپس داده‌ها و شواهد مرتبط از مطالعات منتخب استخراج و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند تا یک دید جامع حاصل شود. در نهایت، یافته‌های حاصل از مطالعات مختلف با یکدیگر ترکیب شده و مطالب در قالب بخش‌های منظم سازماندهی گردیده است. روش کار در این مقاله از نوع نظری و به شیوه توصیفی می‌باشد و بازه زمانی برای مطالعه کتابخانه‌ای تحقیقات معتبر خارجی سال‌های اخیر (۲۰۱۹-۲۰۲۴) می‌باشد. پایگاه‌های مورد جستجو شامل: PubMed، Web of Science، و Google Scholar بوده است. کلیدواژه‌های جستجو شامل «هوش مصنوعی»، «یادگیری ماشین»، «تشخیص بالینی»، «مراقبت‌های پزشکی» و ترکیب‌های مرتبط بوده است.

یافته‌ها

با بررسی مقاله‌های پژوهشی در حوزه حقوق پزشکی و هوش مصنوعی آنچه بدست آمد این است که، هوش مصنوعی می‌تواند کارایی و دقت تشخیص و درمان را در بسیاری از زمینه‌های پزشکی از جمله تصویربرداری رادیولوژیک، پاتولوژی، آزمایش‌های بالینی و بیوشیمیایی، تشخیص از طریق اندوسکوپی و دیگر روش‌ها بهبود بخشند. این فناوری‌ها کاربردهای موفق‌تری در توانبخشی، جراحی با استفاده از سیستم‌های جراحی هوشمند، چاپ سه بعدی، واقعیت مجازی/افزوده/ترکیبی، بیهوشی، مدیریت بیمارستانی، مدیریت بیماری‌های همه گیر مانند کووید-۱۹، و توسعه داروها و واکسن‌ها داشته‌اند.

Rational Agent^۳

database) اشاره به یک مجموعه بزرگ و جامع از اطلاعات و داده‌های مرتبط با یک حوزه خاص دارد. در زمینه پزشکی، این می‌تواند شامل اطلاعات جمع‌آوری شده از کتب، مقالات علمی، گزارشات پزشکی، داده‌های آزمایشگاهی، اطلاعات بالینی و سایر منابع معتبر باشد. پایگاه داده گسترده برای واتسون شامل حجم عظیمی از اطلاعات پزشکی از منابع مختلف است که به آن اجازه می‌دهد تا داده‌های مربوط به یک بیمار خاص را تجزیه و تحلیل کند و با استفاده از این اطلاعات گسترده، استراتژی‌های درمانی را پیشنهاد دهد. این پایگاه داده جامع شامل اطلاعاتی از رشته‌های مختلف پزشکی از جمله آناتومی، فیزیولوژی، پاتولوژی، داروشناسی، روش‌های تشخیصی و درمانی و غیره است. مزیت اصلی پایگاه داده گسترده این است که به سیستم هوش مصنوعی اجازه می‌دهد تا از یک مخزن اطلاعاتی غنی استفاده کند و تصمیمات و پیشنهادات خود را بر اساس مجموعه‌ای بزرگ از شواهد علمی و داده‌های واقعی اتخاذ کند. امروزه، هوش مصنوعی در طیف وسیعی از تخصص‌های پزشکی می‌تواند فرایند تصمیم‌گیری پزشکی را به انحاء مختلف تسهیل کند، از جمله ارائه اطلاعات به پزشکان برای تشخیص، پایش و پیش‌بینی بیماری‌ها و طراحی برنامه‌های درمانی، کاهش و تسریع هزینه‌های توسعه دارو یا خودکارسازی فعالیت‌های مدیریت پزشکی مانند یادآوری وقت ملاقات.

کاربرد هوش مصنوعی در تشخیص پزشکی استفاده از کمک هوش مصنوعی در زمان تشخیص یک بیماری خاص، می‌تواند به طور قابل توجهی زمان مورد نیاز برای تشخیص را کاهش داده و کارایی تشخیص را افزایش دهد (۱۰). ابزارهای تشخیص پزشکی شامل یافته‌های معاینه بالینی، بررسی‌های بیوشیمیایی و آزمایش‌های بالینی، تصاویر رادیولوژیک، یافته‌های آندوسکوپی و پاتولوژیک، با کمک هوش مصنوعی می‌توانند به سرعت تجزیه و تحلیل شوند و در موارد پیچیده، نتایج به موقع و دقیق را ارائه دهند و به پزشکان در طراحی یک برنامه درمانی آگاهانه و منطقی کمک کنند (۱۰).

هوش مصنوعی، با استفاده از فناوری‌های یادگیری ماشینی (توسعه و استقرار الگوریتم‌های کامپیوتری برای تبدیل داده به اقدام هوشمندانه) و یادگیری عمیق (نوعی فناوری یادگیری ماشینی که از شبکه‌های عصبی مصنوعی بزرگ استفاده می‌کند)، قابل اجرا در تمام عملکردها و رشته‌های پزشکی است. مهم است که دیجیتالی‌سازی را از هوش مصنوعی متمایز کنیم. دیجیتالی‌سازی در پزشکی به استفاده از سیستم‌های کامپیوتری برای ارائه یا پشتیبانی از خدمات بهداشتی اشاره دارد. مثال‌هایی از فناوری در این زمینه شامل "داده‌های بزرگ" مانند پرونده‌های سلامت الکترونیکی بیمار و ماشین‌های رباتیک که می‌توانند اقدامات فیزیکی را انجام دهند که معمولاً توسط انسان‌ها انجام می‌شود. با افزایش استفاده از پرونده‌های الکترونیکی سلامت و تصویربرداری دیجیتالی، حجم زیادی از داده‌ها برای کمک به بیماران و پزشکان بالقوه با هوش مصنوعی قابل استفاده است، اگرچه تجزیه و تحلیل ارقام توسط سیستم‌های کامپیوتری آسان است، اما تحلیل گزارش‌های متنی و داده‌های تصویربرداری رادیولوژی و پاتولوژی توسط هوش مصنوعی چالش‌برانگیز است.

۲. کاربرد هوش مصنوعی در تشخیص و درمان بیماری‌ها
اولین نمونه‌های کاربرد هوش مصنوعی در پزشکی در سال ۱۹۵۴ با ارائه یک ماشین مکانیکی به پزشکان برای کمک در تشخیص بر اساس علائم و در سال ۱۹۷۲ با ایجاد یک سیستم دیجیتالی برای درد حاد شکم^۴ ظاهر شد (۹). این نوع سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری کامپیوتری اکنون بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال، رایانه قدرتمند واتسون^۵ که با استفاده از فناوری هوش مصنوعی توسعه یافته است، طراحی شده است تا به تجزیه و تحلیل اطلاعات پزشکی یک بیمار و ارتباط آن با پایگاه گسترده داده کمک کند و راهبردهای درمان سرطان را پیشنهاد دهد. این سیستم همچنین می‌تواند برای تشخیص سریع بیماری‌ها استفاده شود، به گونه‌ای که قادر است سرطان پستان را در کمتر از ۶۰ ثانیه تشخیص دهد (۱۰). پایگاه داده گسترده (broad

یادگیری ماشین قادرند تصاویر پیچیده ای مانند عکس‌های ایکس، CT اسکن، MRI و ماموگرافی را تجزیه و تحلیل کنند. این فناوری می‌تواند ناهنجاری‌ها، بیماری‌ها یا شرایط خاص را در تصاویر تشخیص دهد و به پزشکان در تفسیر دقیق تر و سریع تر کمک کند. علاوه بر این، هوش مصنوعی قادر است بافت‌ها، ارگان‌ها یا ساختارهای مختلف را در تصاویر پزشکی جدا کند که این امر برای برنامه ریزی درمان، ردیابی پیشرفت بیماری و تحلیل کمی ضروری است. مدل‌های یادگیری ماشین همچنین می‌توانند با تجزیه و تحلیل تصاویر و ترکیب آن‌ها با دیگر داده‌های بالینی، خطر ابتلا به بیماری‌های خاص یا پیش‌آگهی را پیش‌بینی کنند. علاوه بر این، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند برای حذف نویز، افزایش کنتراست و بهبود کیفیت تصاویر رادیولوژیک استفاده شوند تا جزئیات بیشتری را آشکار کنند. در نهایت، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند به عنوان ابزارهای پشتیبانی تصمیم‌گیری بالینی عمل کنند و به پزشکان در انتخاب بهترین گزینه‌های درمانی کمک کنند.

یک سیستم تشخیصی مبتنی بر هوش مصنوعی بر اساس داده‌های توموگرافی کامپیوتری^۷ برای طبقه‌بندی ضایعات ریوی خوش‌خیم و بدخیم توسعه یافته و نشان داده شده است که این سیستم می‌تواند به طور دقیق مشکلات ریوی را تشخیص دهد (۱۳). در چشم پزشکی، هوش مصنوعی با استفاده از عکس‌های فوندوس، توموگرافی کوهرنت نوری و میدان بینایی برای تشخیص رتینوپاتی دیابتی، رتینوپاتی نارس، گلوکوم مشابه دیسک، ادم ماکولا و دژنراسیون ماکولای وابسته به سن، عملکرد طبقه‌بندی قوی داشته است (۱۱).

الگوریتم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی که بر روی اسکن‌های ریوی بیماران کووید-۱۹ اعمال شدند، نشان دادند که پنومونی اغلب در لوب راست ریه توسعه می‌یابد و استفاده از این الگوریتم‌ها برای تشخیص و مراقبت پزشکی زودهنگام توصیه شده است (۱۴). همچنین نشان داده شده است که یک الگوریتم مبتنی بر داده‌های تصویربرداری رزونانس

کاربرد هوش مصنوعی در آزمایش‌های بیوشیمیایی و بالینی پس از پیشرفت‌های حاصل در تحلیل یادگیری مبتنی بر "تحلیل داده‌های بزرگ"، هوش مصنوعی پیشرفت‌های مهمی در تشخیص بالینی بیماری‌ها کسب کرده است. هنگامی که تکنولوژی هوش مصنوعی با آزمایش‌های بیوشیمیایی و بالینی ترکیب می‌شود، می‌تواند عملکرد تشخیصی را بهبود بخشد. به عنوان مثال، در یک مدل که آزمون عملکرد تنفسی، آزمایش‌های برونش و برخی آزمایش‌های بیوشیمیایی را با کاربرد یادگیری عمیق ترکیب می‌کند، پیش‌بینی و تشخیص اولیه آسم موفقیت آمیز بوده است (۱۱). همچنین، یک سیستم پیش‌بینی حاد میلوئید لوسمی^۶ با استفاده از آنالیز توالی ژن‌های دارای موتاسیون تکراری و تحلیل پایگاه داده سوابق سلامت الکترونیکی توسعه یافته است. (۱۲) بنابراین به نظر می‌رسد هوش مصنوعی می‌تواند در تشخیص و درمان بیماری‌ها بسیار کمک‌کننده و امیدبخش ظاهر شود. پیشرفت‌های اخیر گواه این مساله است. علاوه بر این، چاپ سه بعدی در درمان بیماری‌های نورودژنراتیو، آرتروپلاستی، جایگزینی دریچه آئورت و بیماری‌های لگنی نیز کاربرد گسترده‌ای یافته است. هدف نهایی این تکنولوژی، چاپ کامل ارگان‌های زنده و عملکردی برای مهندسی بافت و جایگزینی ارگان در آینده است. در این فرآیند، هوش مصنوعی نقش مهمی در تحلیل داده‌های پزشکی، طراحی مدل‌های دیجیتالی سفارشی و بهینه‌سازی فرآیند چاپ ایفا می‌کند (۱۲).

۳. کاربرد هوش مصنوعی در تصویربرداری
تصویربرداری رادیولوژیک تقریباً در فرآیند تشخیص تمام بیماری‌ها استفاده می‌شود و تقاضا برای آن همواره در حال افزایش است. اما کمبود تعداد رادیولوژیست‌های متخصص در پاسخگویی به این تقاضا منجر به فشار شدید حرفه‌ای و نرخ بالای تشخیص اشتباه می‌شود. در سال‌های اخیر، ورود تعداد زیادی از کاربردهای هوش مصنوعی در تشخیص رادیولوژیک به دلیل اهمیت عملی آن در حل این مشکل اهمیت پیدا کرده است. به عنوان مثال، هوش مصنوعی نقش روزافزونی در تصویربرداری رادیولوژیک ایفا می‌کند. الگوریتم‌های پیشرفته

CT^۷

AML^۶

در مقایسه با روش سنتی تفسیر تصاویر توسط پزشکان متخصص که بر اساس تجربه و دانش آن‌ها انجام می‌شود، الگوریتم یادگیری عمیق مورد استفاده در این مطالعه توانست با دقت و حساسیت بالاتری، ضایعات و موقعیت آن‌ها را در تصاویر کپسول اندوسکوپی روده کوچک تشخیص دهد (۱۹). با استفاده از هوش مصنوعی، تشخیص سریع‌تر و دقیق‌تر بیماری‌ها ممکن است و در نتیجه، زمان و هزینه درمان کاهش می‌یابد. همچنین، با تشخیص زودهنگام بیماری‌ها، امکان درمان موثرتر آن‌ها فراهم می‌شود و بیماران بهبودی سریع‌تری را تجربه می‌کنند.

۵. کاربرد هوش مصنوعی در بررسی‌های پاتولوژی
پاتولوژی دیجیتال مبتنی بر هوش مصنوعی یکی از امیدوارکننده‌ترین حوزه‌های افزایش دقت و کارایی در پزشکی است. این شامل تشخیص ضایعات، کمی‌سازی، طبقه‌بندی (مثلاً زیرنوع تومور)، پیشگویی پیامد (با ترکیب اطلاعات بالینی و ژنومیک) می‌تواند باشد. یکپارچه‌سازی پاتولوژی دیجیتال با سایر داده‌های بالینی مانند پرونده پزشکی الکترونیکی و تصویربرداری کامپیوتری، کارایی بالینی را افزایش خواهد داد (۲۰). با پیشرفت تکنیک‌های اسکن پاتولوژیک و به روزرسانی نرم افزارهای مربوطه، تکنولوژی "تصویربرداری تمام/سلاید" به یک روش تشخیصی معمول در مطالعات پاتولوژیک تبدیل شده است. در تشخیص پاتولوژیک، برخی مطالعات نشان داده‌اند که در برخی موارد، عملکرد الگوریتم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی از پاتولوژیست‌های حرفه‌ای بهتر است (۲۱). به عنوان مثال، هارت^{۱۰} و همکاران توانستند با استفاده از شبکه‌های عصبی مبتنی بر هوش مصنوعی، دو نوع پاتولوژی متفاوت لکه‌های ملانوسیستی و کنواسیونال را با دقت بسیار بالایی تمیز دهند. همچنین، کوساراجو^{۱۱} و همکاران یک مدل یادگیری عمیق هوش مصنوعی جدید توسعه داده‌اند که می‌تواند تصاویر چندمقیاسی را همزمان از تصاویر پاتولوژی سرطان تجزیه و

مغنطیسی^۸ می‌تواند نرخ تشخیص آرتریت روماتوئید اولیه را به میزان قابل توجهی نسبت به پزشکان متخصص بهبود بخشد (۱۵). مطالعات نشان داده‌اند که کاربردهای هوش مصنوعی می‌توانند تشخیص اولتراسونیک ضایعات تیروئید، پستان، برونش و ژنیوتوآدراری را با کارایی و دقت بالا پشتیبانی کنند. به عنوان مثال، نشان داده شده است که یک روش تحلیل تصویر اولتراسونیک مبتنی بر هوش مصنوعی قادر به طبقه‌بندی موفقیت آمیز گره‌های تیروئید است (۱۶). تاثیر هوش مصنوعی در پیشرفت تصویربرداری پزشکی را نمی‌توان نادیده گرفت. از این رو حوزه مراقبت‌های بهداشتی را متحول می‌کند. با اینکه هنوز چالش‌هایی در پیاده‌سازی آن وجود دارد اما انتظار می‌رود در آینده‌ی نه چندان دور، تصویربرداری پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی حتی پیشرفته‌تر شود و پزشکان را قادر سازد مراقبت‌های دقیق‌تر و شخصی‌سازی‌شده‌تری را به بیماران خود ارائه دهند.

۴. کاربرد هوش مصنوعی در بررسی‌های اندوسکوپی
تحقیقات تأیید کننده قابلیت اجرای هوش مصنوعی و اندوسکوپی در تشخیص و طبقه‌بندی انواع بیماری‌ها روز به روز افزایش می‌یابد و چشم انداز آن روشن به نظر می‌رسد (۱۷). تکنولوژی هوش مصنوعی می‌تواند دقت تشخیص بیماری‌های مری، و کولورکتال را به طور قابل توجهی بهبود بخشیده و زمان تشخیص را کاهش دهد (۱۸). به عنوان مثال، در یک مطالعه که در آن تصاویر کپسول اندوسکوپی روده کوچک با یک الگوریتم شبکه عصبی مبتنی بر هوش مصنوعی تجزیه و تحلیل شدند، ضایعات و موقعیت آن‌ها با حساسیت و دقت بالاتری نسبت به مدل سنتی قابل تشخیص بودند (۱۹). در این روش، از یک الگوریتم یادگیری عمیق مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی^۹ برای تجزیه و تحلیل تصاویر کپسول اندوسکوپی روده کوچک استفاده شد. شبکه‌های عصبی مصنوعی، الگوریتم‌هایی هستند که از ساختار مشابه سیستم عصبی انسان الهام گرفته‌اند و قادرند الگوها را در داده‌های پیچیده مانند تصاویر شناسایی کنند.

Hart^{۱۰}
Kosaraju^{۱۱}

MRI^۸
(Deep Neural Networks)^۹

تحلیل کند و عملکرد کارآمدتر و دقیق‌تری نسبت به سایر روش‌های هوش مصنوعی معاصر نشان داده است (۲۲). هوش مصنوعی از الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای تحلیل تصاویر پاتولوژیک استفاده می‌کند. این الگوریتم‌ها قادرند به طور اتوماتیک و با دقت بالا بافت‌ها و سلول‌ها را تشخیص داده و نشانه‌های بیماری را شناسایی کنند. این کمک می‌کند تا پزشکان به سرعت و با دقت بیشتری نتایج تصاویر را تجزیه و تحلیل کنند.

ممکن است نگرانی وجود داشته باشد که تشخیص‌های پاتولوژیک مبتنی بر هوش مصنوعی باعث کاهش مهارت پزشکان شود، اما زمانی که کامپیوترها جایگزین وظایف تکراری اولیه می‌شوند، پزشکان می‌توانند زمان بیشتری را برای حل مشکلات پیچیده متمرکز کنند.

۶. کاربرد هوش مصنوعی در جراحی

کاربرد هوش مصنوعی در درمان جراحی موفقیت‌های زیادی از به کارگیری تکنولوژی‌های هوش مصنوعی در طول دوره پیرامون عمل جراحی شامل آماده سازی قبل از عمل، دوره عمل جراحی و بازتوانی بعد از عمل به دست آمده است.

سیستم جراحی هوش مصنوعی داوینچی^{۱۲} یکی از برجسته‌ترین موفقیت و کاربرد هوش مصنوعی، توسعه سیستم جراحی مبتنی بر هوش مصنوعی است. هوش مصنوعی و سیستم جراحی با تولید سیستم جراحی هوش مصنوعی داوینچی انقلابی ایجاد کرده و در سال ۲۰۰۰ توسط اداره غذا و داروی آمریکا برای کاربرد بالینی جراحی تأیید شده است. قبل از این، سیستم‌های کمکی جراحی قادر به عملکرد بدون نظارت انسان نبودند. سیستم جراحی هوش مصنوعی داوینچی با مزایایی چون تصویر واضح تر، عملکرد جراحی دقیق تر و آسان تر و حتی جراحی از راه دور، جراحی را به شکل کمتر تهاجمی درآورده و در بسیاری از جراحی های ارگان موفقیت بالای جراحی و نرخ پایین عوارض را به ارمغان آورده است. (۲۳)

هوش مصنوعی قادر است با تحلیل تعداد زیادی از جراحی‌ها، به نتیجه‌گیری بپردازد و با بارگذاری برنامه جراحی در یک سیستم مبتنی بر هوش مصنوعی، داده‌های بالینی کمی را

بازسازی کند. به این طریق می‌توان حدود جراحی، حجم باقی مانده از اندام پس از عمل و احتمال گسترش به غدد لنفاوی را تخمین زد (۲۴). در حال حاضر، سیستم‌های جراحی هوش مصنوعی به هوش محدود دست یافته‌اند و به درجاتی نیاز به نظارت انسان دارند. اما این نقطه می‌تواند بیشتر توسعه یابد و یک روز به هوش کامل دست یابد. در حال حاضر، سیستم‌های جراحی هوش مصنوعی به سطحی از هوشمندی دست یافته‌اند که می‌توان آن را "هوش محدود" نامید (۲۷). این به این معنی است که این سیستم‌ها توانایی‌های محدود و خاص در زمینه جراحی دارند و برای انجام وظایف پیچیده‌تر و تصمیم‌گیری‌های پیچیده، همچنان به راهنمایی و نظارت انسان نیاز دارند. با این حال، پتانسیل رشد و توسعه بیشتر این سیستم‌ها وجود دارد تا جایی که در آینده بتوانند به "هوش کامل" دست پیدا کنند. هوش کامل یعنی دستیابی به سطحی از هوشمندی که می‌تواند همانند یک انسان متخصص یا حتی برتر از آن عمل کند و قادر به اتخاذ تصمیمات پیچیده به طور مستقل و بدون نیاز به نظارت انسان باشد. رسیدن به این سطح از هوشمندی نیازمند پیشرفت‌های بیشتر در فناوری هوش مصنوعی، الگوریتم‌های یادگیری ماشین، و دسترسی به حجم عظیمی از داده‌های آموزشی است.

تکنولوژی چاپ سه بعدی^{۱۳} نوعی تکنولوژی پروتوتایپ سریع است که تا حدی از هوش مصنوعی بهره می‌برد. بر اساس داده‌های تصویربرداری سی تی یا ام آر آی و مدل دیجیتال ایجاد شده توسط هوش مصنوعی، قطعات با استفاده از پودر فلزی یا سایر مواد چسبنده بیولوژیکی به صورت لایه به لایه چاپ می‌شوند. داده‌های تصویربرداری پزشکی به نرم افزارهای هوشمند منتقل می‌شوند پس از انتخاب مناطق مورد نظر توسط جراح، نرم افزار با تحلیل الگوریتمی، خروجی بازسازی سه بعدی اولیه را ارائه می‌دهد. اگرچه در مرحله کنونی نیاز به مداخله بیشتر انسان دارد، اما در آینده انتظار می‌رود به هوش کامل دست یابد. این تکنولوژی به طور گسترده پیشرفت پزشکی را پشتیبانی کرده است. برای مثال، در مرحله آماده سازی قبل از جراحی، در برخی ضایعات پیچیده داخلی

3DP^{۱۳}

da Vinci Surgical System^{۱۲}

بیوسرامیک‌ها و کامپوزیت‌ها چاپ می‌کنند، اثر جراحی و رضایت بیمار را افزایش داده است.

۷. کاربرد هوش مصنوعی در تصویر برداری
فناوری هوش مصنوعی می‌تواند مزایای بزرگی برای قضاوت و تصمیم‌گیری فراهم کند، زیرا اطلاعات بالینی پنهان در داده‌های پیچیده و انبوه را آشکار می‌سازد (۲). اگرچه کاربرد گسترده بالینی آن هنوز محدود است، اما تحقیقات نشان می‌دهند که هوش مصنوعی را می‌توان با موفقیت در تشخیص، طبقه‌بندی بیماری‌ها و تمایز شرایط پرخطر استفاده کرد. همچنین در زمینه‌های دیگر مانند تولید دارو و واکسن، تسهیل آموزش پزشکی و جراحی نیز کاربردهای موفقی داشته است. درحالی که تصور نمی‌شود هوش مصنوعی در آینده بتواند جایگزین پزشکان شود، اما انتظار می‌رود که قضاوت انسانی را ارتقا دهد (۳). تکنولوژی‌های واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و واقعیت ترکیبی، تکنولوژی‌های تصویر هولوگرافیک دیجیتال جدیدی هستند که تا حدی از هوش مصنوعی برای بازسازی داده‌های بالینی استفاده می‌کنند و از این نظر به چاپ سه بعدی شبیه هستند. در این تکنولوژی‌ها، هوش مصنوعی نقش مهمی در پردازش و بازسازی داده‌های تصویربرداری پزشکی مانند تصاویر CT اسکن، MRI و آندوسکوپی ایفا می‌کند. به عنوان مثال، در واقعیت افزوده، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند داده‌های تصویربرداری را پردازش کرده و مدل‌های سه بعدی از ارگان‌ها یا ساختارهای آناتومیک را بازسازی نمایند. سپس این مدل‌ها به صورت لایه‌های افزوده بر محیط واقعی، به پزشک یا جراح نمایش داده می‌شوند. این امر می‌تواند در برنامه ریزی و شبیه سازی جراحی‌ها کمک شایانی نماید.

در واقعیت مجازی نیز، داده های تصویربرداری توسط الگوریتم‌های هوش مصنوعی پردازش می‌شوند تا محیط‌های مجازی سه بعدی از ساختارهای آناتومیک بدن ایجاد گردد. این محیط‌های مجازی می‌توانند برای آموزش پزشکان، شبیه سازی جراحی‌ها و حتی درمان بعضی اختلالات روانی مورد استفاده قرار گیرند.

اندام یا شکستگی‌های استخوان، شناسایی نقطه کلیدی برای جراحان با روش‌های سنتی دشوار است. با کمک "چاپ مدل سه بعدی" مانند چاپ مدل استخوان تمپورال جمجمه یا استخوان لگن، پزشکان می‌توانند مدل واقعی قطعه آسیب دیده را مستقیماً از داده‌های اسکن بدست آورند، اطلاعات بصری و حسی بیشتری کسب کنند، برنامه ریزی جراحی قبل از عمل را به طور دقیق تری انجام دهند و حتی بر روی مدل قبل از عمل، شبیه سازی جراحی انجام دهند.

تحقیقات بسیاری نشان داده‌اند که کاربرد چاپ سه بعدی در آماده سازی قبل از جراحی، از تقویت برنامه ریزی قبل از عمل تا افزایش اعتماد به نفس جراح در انجام جراحی، نقش حیاتی ایفا می‌کند و این در جراحی های قلب و عروق، دندان، ارتوپدی، ستون فقرات، ارولوژی و برخی جراحی های تومور مشاهده شده است (۷). چاپ سه بعدی می‌تواند با تولید یک راهنمای جراحی شخصی سازی شده و یک قالب کمکی برای جراحی، نقش بسیار مهمی در هدایت جراحی ایفا کند. به عنوان مثال، در جراحی ستون فقرات، قرار دادن پیچ پدیکول با راهنمایی یک قالب چاپ سه بعدی بسیار ایمن تر و آسان تر از روش‌های سنتی بوده و خطر آسیب به ساختارهای نوروروقی اطراف و میزان در معرض تشعشع قرار گرفتن به طور موثری کاهش یافته است (۲۵).

راهنمای جراحی مبتنی بر قالب چاپ سه بعدی می‌تواند به طور قابل توجهی زمان عمل و کارایی جراحی استثنوتومی را بهبود بخشد. در جراحی تومورهای استخوانی به تعیین و تأیید کامل حدود جراحی کمک کرده و خطر آسیب به ساختارهای حیاتی را کاهش دهد و حفاظت بیشتری از بافت‌های طبیعی ایجاد کند. جدیدترین مرحله تکنولوژی چاپ سه بعدی "ایمپلنت بدن" است (۲۶) که به طور شگفت انگیزی بازسازی بافت انسانی با استفاده از مواد داربست ساختاری، سلول‌های عملکردی و فاکتورهای فعال بیولوژیکی را امکانپذیر می‌کند. بافت انسانی آسیب دیده و معیوب با کاشت ایمپلنت چاپ شده با چاپ سه بعدی و استریلیزه شده توسط جراحی قابل بازسازی است. به عنوان مثال، استفاده از بیومرکب‌هایی که داربست‌های استخوانی شخصی سازی شده را با پلیمرها،

ایمنی نظارت، اعمال و مدیریت پس از عمل توسط تکنولوژی هوش مصنوعی، پیشرفت‌های امیدوارکننده‌ای برای بیهوشی است.

این قابلیت به پیش بینی مشکلات محتمل مثل فشار خون ناپایدار یا مشکلات تنفسی کمک می‌کند. سفارشی سازی داروهای بیهوشی و تنظیم دقیق داروها: هوش مصنوعی می‌تواند با تجزیه و تحلیل دقیق داده‌های بیمار، داروهای بیهوشی را بر اساس ویژگی‌های فیزیولوژیک هر بیمار سفارشی سازی کند (۲۰).

ادغام هوش مصنوعی در بیهوشی، با نظارت دقیق، تنظیم داروها و پیش‌بینی واکنش‌ها، ایمنی بیماران را ارتقا می‌دهد. آنالیز داده‌ها، سیستم‌های نظارت خودکار، و الگوریتم‌های پیشرفته باعث بهبود دقت، سرعت، و عملکرد جراحی می‌شوند. این ادغام به کاهش خطاها، تعیین دقیق داروهای بیهوشی و بهبود نتایج پس از عملیات کمک می‌کند، ارزش بالقوه ایمنی و بهبود کیفیت مراقبت‌های پزشکی را دارد.

۹- کاربرد هوش مصنوعی در توانبخشی

در توانبخشی پس از عمل، تکنولوژی هوش مصنوعی نقش بسیار مهمی در فرآیند بهبودی ایفا می‌کند. به عنوان مثال، در بخش مراقبت‌های ویژه، استفاده از سنسورهای بی سیم مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند اطلاعات بیمار را به طور موثر جمع آوری کرده و هشدارهای اشتباه و مشکلات را کاهش دهد. با تنوع فزاینده تکنولوژی هوش مصنوعی، ابزارهای جدید نظارت و مدیریت از راه دور در زمینه پرستاری توسعه یافته اند (۲۷).

دستگاه‌های پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند با برآورده ساختن نیازهای توانبخشی و تسریع فرآیندها، در بهبود بیماران کمک کنند. به عنوان مثال، با کمک ربات‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، توانبخشی اندام ممکن است بهبود سریعتر و بیشتری را ایجاد کند. علاوه بر این، تکنولوژی هوش مصنوعی می‌تواند برای پایش پیشرفت و وضعیت سلامتی بیمارانی که ترخیص شده اند نیز استفاده شود (۳۱).

باتوجه به عملکرد هوش مصنوعی در سال‌های اخیر، می‌توان گفت که این فناوری از پتانسیل بسیار بالایی برای تکامل و بهبود رویکردهای بهداشت و درمان برخوردار است. می‌توان

در تکنولوژی تصاویر هولوگرافیک دیجیتال نیز، هوش مصنوعی در بازسازی و پردازش داده‌های لازم برای ایجاد تصاویر سه بعدی و هولوگرافیک از ساختارهای آناتومیکی نقش دارد. این تصاویر می‌توانند برای آموزش، برنامه ریزی جراحی و حتی نمایش در اتاق عمل مورد استفاده قرار گیرند. تکنولوژی واقعیت مجازی یک تصویر دیجیتال کاملاً مجازی است که به جراحان اجازه می‌دهد بدون خطر جدی در یک سیستم مجازی تمرین کرده و مهارت‌های جراحی خود را توسعه دهند. اما به دلیل عدم تجربه واقعی دنیا، در جراحی واقعی قابل استفاده نیست. واقعیت افزوده، ترکیبی از اطلاعات هوشمند افزوده و محیط واقعی است و به طور کلی از تکنولوژی واقعیت مجازی به دلیل داشتن ویژگی محیط واقعی متمایز است. تکنولوژی واقعیت افزوده، می‌تواند پس از تبدیل داده های بیمار و بازسازی مجدد ناحیه حیاتی به صورت مجازی، با افزودن تصاویر مجازی به جهان واقعی، در مراحل قبل از عمل یا حین عمل به جراحان در شناسایی و هدایت ساختارهای آناتومی پیچیده کمک کند (۲۹).

انسان باید تصمیم گیرنده استفاده و یا عدم استفاده از هوش مصنوعی در یک جراحی باشد. در صورت اینکه حضور هوش مصنوعی در جراحی تأیید شود باید میزان مشارکت و وظیفه‌ی آن نیز توسط پزشک تعیین شود. به عبارت بهتر هوش مصنوعی هرگز نباید جایگزین پزشک باشد. بلکه باید در کنار پزشک کار کند. بهتر آن است که پیش‌بینی آینده‌ای که در آن ربات‌ها پزشک بیماران هستند را با آینده‌ای که در آن ربات‌ها روند درمان سهولت می‌بخشند جایگزین نماییم. در این صورت می‌توان مشارکت هوش مصنوعی را به صلاح دید افراد مشارکت کننده در یک موقعیت پزشکی واگذار نمود

۸- کاربرد هوش مصنوعی در بیهوشی

تکنولوژی هوش مصنوعی به طور گسترده در دوره پیرامون عمل جراحی در رشته بیهوشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ترکیب با تکنولوژی هوش مصنوعی، نظارت بر عمق بیهوشی، کنترل بیهوشی، پیش‌بینی رویدادهای نامطلوب، کمک اولتراسونوگرافی، کنترل درد و مدیریت اتاق عمل به طور قابل توجهی پشتیبانی و مورد توجه قرار گرفته است (۳۰). بهبود

کرده و مصرف انرژی نیز به صورت بهینه‌ای مدیریت شود که تمامی این عوامل در کاهش هزینه‌های بیمارستان و در نتیجه کاهش هزینه‌های بیماران اثرگذار خواهد بود.

۱۱- کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت بیمار های همه گیر در مدیریت بیماری های همه گیر، هوش مصنوعی با عملکرد مشابه هوش انسان، در زمینه های مختلفی از جمله تشخیص و تشخیص زودهنگام، پایش درمان، ردیابی تماس، پیش بینی موارد و نرخ مرگ و میر، به طور موفقیت آمیز مورد استفاده قرار گرفته است. علاوه بر این، هوش مصنوعی در توسعه داروها و واکسن‌ها برای بیماری های همه گیر، کاهش بار کاری پزشکی و پیشگیری از بیماری‌ها نیز نقش مهمی ایفا می‌کند.

با استفاده از تکنولوژی مناسب مبتنی بر هوش مصنوعی، می‌توان هشدارهای زودهنگام صادر کرد، تشخیص‌های دقیق‌تری ارائه داد و در فرآیند تحقیق و توسعه داروها برای بیماری‌های همه گیر، از الگوریتم‌های پیشرفته بهره برد. این موارد می‌توانند به طور مؤثر در کنترل و مهار همه‌گیری‌ها کمک شایانی نمایند (۳۴). هوش مصنوعی می‌تواند الگوی فراتر از قوانین تعریف شده را بشناسد و حجم قابل توجهی از اطلاعات را از آنچه انسان می‌تواند مدیریت کند تجزیه و تحلیل نماید. سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی این امکان را فراهم می‌کند که بتوان موارد مشکوک به بیماری‌های همه‌گیر را با کمترین تماس پرسنل درمانی با بیماران مورد شناسایی قرار داد، و ادامه روند درمانی را تحت نظارت گرفت.

۱۲- کاربرد هوش مصنوعی در تولید دارو و واکسن تولید دارویی سنتی شامل مطالعات هدف عملکردی، طراحی ترکیب دارو، آزمایشات عملکردی، آزمایشات بالینی، آزمایش و تبلیغات است. با این حال، ممکن است دارو همانطور که انتظار می‌رود عمل نکند. تکنولوژی نوظهور هوش مصنوعی، صنعت دارویی سنتی را تغییر داده و کشف و مونتاژ داروهای جدید را تسهیل کرده و کیفیت داروها نیز به سطوح جدیدی رسیده است (۳۵). داروهایی که با پشتیبانی تکنولوژی یادگیری عمیق هوش مصنوعی کشف شده‌اند، می‌توانند پروتئین‌هایی را هدف قرار دهند که سابقاً دست یافتن به آن‌ها

انتظار داشت که باتکیه بر ابزارهای مجهز به هوش مصنوعی، توان بخشی به فرایند شخصی‌تر، کارآمدتر و مؤثرتر تبدیل شود و از ظرفیت فناوری‌های مکمل دیگری همچون رباتیک و پروتزهای مغزی نیز به نحو احسن استفاده شود. توان بخشی از راه دور، قابلیت دیگری است که به لطف هوش مصنوعی در اختیار بیماران قرار می‌گیرد و داده‌های افرادی که امکان دسترسی به جلسات حضوری توان بخشی را ندارند به صورت لحظه‌ای با مراکز پزشکی مخابره می‌شود. همچنین کسانی که روند بازبانی سلامت روانی خود را طی می‌کنند نیز از مزایای هوشمندسازی بی‌بهره نیستند و تمامی علائم بیومتریک آنها از جمله حالات چهره، لحن صدا و سایر اطلاعات مورد نیاز برای نظارت کامل بر جنبه‌های سلامت روان بیماران مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد تا مراحل بهبود به دقیق‌ترین شکل ممکن طی شود.

۱۰- کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت بیمارستان در مدل سنتی، مدیریت پزشکی بیمارستان بر اساس طرح ریزی کلی اداره بیمارستان است و همیشه دارای برخی معایبی مانند غفلت در مدیریت و توزیع غیرمنطقی منابع پزشکی است. تکنولوژی هوش مصنوعی می‌تواند اصلاحات مهمی در مدیریت ایجاد کند. مدل های پیشبینی زمان انتظار صحیح بیماران در بخش اورژانس را توسعه داده و موجب افزایش کارایی پزشکی و رضایت بیماران شود و تخصیص بهینه منابع پزشکی را فراهم کند (۳۲).

در مطالعه‌ای که طول اقامت بیماران در بیمارستان، مسیر ورود به بیمارستان، عوامل آب و هوایی و زمانی تحلیل شده است، متوسط طول اقامت در بیمارستان ۷٪ کاهش یافته و اطلاعات به دست آمده برای بهینه سازی ظرفیت تخت، منابع بیمارستان و نیازهای ورودی مورد استفاده قرار گرفته است. تکنولوژی هوش مصنوعی مشاوره بیمار، مدیریت بیمارستان، تخصیص منابع پزشکی و در نهایت مراقبت بالینی شخصی را تسهیل می‌کند (۳۳) مزایای بسیار مهمی که هوشمندسازی بیمارستان دارد می‌توان به مسئله کاهش هزینه‌های بیمارستانی اشاره کرد. استفاده از تجهیزات هوشمند باعث می‌شود تا نیاز به نیروی انسانی در بیمارستان‌ها کاهش پیدا

است (۳۶). همچنین، سیستم آموزش جراحی مبتنی بر هوش مصنوعی و شبیه‌سازی، ابزار آموزشی جدیدی ایجاد کرده که در آن دانشجویان تکنیک‌های جراحی را عملی آموخته و بازخورد عینی دریافت می‌کنند.

فناوری چاپ سه‌بعدی و واقعیت مجازی می‌توانند فرصت‌های یادگیری زنده‌تری را فراتر از خواندن کتاب‌های درسی کلاسیک برای دانشجویان پزشکی فراهم کنند (۳۶). بازسازی سه‌بعدی با کمک الگوریتم‌های هوشمند متفاوت از کتاب‌های دوبعدی است. بنابراین، دانشجویان می‌توانند از مدل‌های پزشکی سه بعدی برای بررسی ساختارهای آناتومی سه‌بعدی استفاده کنند و حتی برای توسعه مهارت‌های جراحی، عملیات روی این مدل‌ها انجام دهند. علاوه بر این، فناوری واقعیت مجازی می‌تواند به درک بصری‌تر دانشجویان از آناتومی انسان کمک کند و آموزش جراحی شبیه‌سازی‌شده و بدون خطر را فراهم کند. در حال حاضر، روش‌های کمکی مبتنی بر چاپ سه‌بعدی یا واقعیت مجازی در آموزش پزشکی گسترده شده‌اند. کاربرد هوش مصنوعی در علوم پزشکی باعث بهبود تشخیص، پیش‌بینی، درمان و پژوهش‌های پزشکی شده است. تشخیص دقیق‌تر بیماری‌ها، پیش‌بینی مشکلات سلامتی، درمان‌های شخصی‌سازی شده، کاهش خطاهای پزشکی و پیشرفت تحقیقات پزشکی از جمله مزایای این تکنولوژی در حوزه پزشکی هستند.

۱۴. ملاحظات اخلاقی در استفاده از هوش مصنوعی در مورد مسائل اخلاقی و قانونی کاربردهای هوش مصنوعی در پزشکی، چهار چالش اصلی شناسایی شده‌اند: رضایت آگاهانه برای استفاده، ایمنی و شفافیت، عدالت الگوریتمی و سوگیری‌ها، و حفظ حریم خصوصی داده‌ها. همچنین، در ایالات متحده و اروپا پنج چالش قانونی مطرح است: ایمنی و اثربخشی، مسئولیت‌پذیری، حفاظت و حریم خصوصی داده‌ها، امنیت سایبری، و قوانین مربوط به مالکیت فکری (۳۶).

به ویژه مسئله اعتماد یک نگرانی مهم است و کسب آن زمان‌بر خواهد بود. وقتی یک کامپیوتر پیشنهادی ارائه می‌دهد، متخصصان بالینی و بیماران می‌خواهند منطق پشت آن را درک کنند، اما الگوریتم‌های هوش مصنوعی مانند "جعبه‌های سیاه" هستند که این اطلاعات را ارائه نمی‌دهند. به طور کلی،

غیرممکن بود. گزارش شده است که داروهای طراحی و تولید شده با استفاده از قدرت استدلال منطقی و توانایی یادگیری خودکار هوش مصنوعی، عملکرد درمانی بهتری در سرطان نشان می‌دهند. تکنولوژی چاپ سه بعدی نیز پیشرفت بزرگی را در تولید دارو به ارمغان آورده است. این تکنولوژی می‌تواند طراحی اندازه مناسب دارو برای کاربردهای بالینی، شکل و ترکیبات دارویی متنوع را انجام دهد (۳۶).

یکی از حوزه‌های استفاده اخیر از تکنولوژی‌های هوش مصنوعی و داروسازی، توسعه دارو و واکسن برای پاندمی کووید ۱۹ است. با استفاده مشترک از هوش مصنوعی و روش‌های داروسازی، داروهای مفید برای درمان این پاندمی به سرعت و هوشمندانه غربال و شناسایی شده‌اند و این روش‌ها برای طراحی و تحقیق داروی کووید ۱۹ مفید بوده است (۳۵).

این روش که بر پایه یادگیری ماشینی و مدل‌های پیش‌بینی استوار است، توسط دانشمندان دیگر نیز تأیید شده و بیش از ۸۰ داروی دارای پتانسیل درمان کووید ۱۹ شناسایی شده است. ترکیب مدل‌های پیش‌بینی هوش مصنوعی و طراحی واکسن، فرآیند کارآزمایی‌های بالینی را تسریع کرده و هزینه و مدت زمان تحقیق و توسعه را کاهش داده است.

۱۳. کاربرد هوش مصنوعی در آموزش پزشکی به دلیل نیاز به دانش تخصصی و پیچیده در پزشکی، آموزش پزشکی که زمان‌بر و دشوار است، اگر دانشجویان تنها به مطالعه کتاب‌های پزشکی و یادداشت‌ها بسنده کنند، توسعه و پیشرفت آنان محدود خواهد شد. با کاربردهای متنوع فناوری هوش مصنوعی، مدل یادگیری دانشجویان پزشکی غنی‌تر و رنگارنگ‌تر شده است (۳۶). فناوری هوش مصنوعی نه تنها در راستای کمک به یادگیری، بلکه برای نظارت نیز استفاده می‌شود؛ پایش سلامت روان و عملکرد تحصیلی دانشجویان می‌تواند به دانشگاه‌ها در شناخت به موقع شرایط دانشجویان کمک کند. یادگیری مبتنی بر مسئله با استفاده از هوش مصنوعی، یادگیری و درک دانشجویان را بهبود بخشیده و دانش آنان درباره بیماری‌ها را افزایش داده است. ترکیب آموزش جراحی با سیستم هوش مصنوعی نیز باعث بهبود عملکرد و اعتماد به نفس دانشجویان پزشکی شده

ترکیبات دارویی جدیدی را که احتمال موفقیت و ایمنی بالایی دارند شناسایی و روند توسعه آن‌ها را تسریع کرد. این پیشرفت به‌ویژه برای بیماری‌هایی که تاکنون درمان مؤثری نداشته‌اند، اهمیت حیاتی دارد.

افزون بر حوزه‌های بالینی، هوش مصنوعی می‌تواند بسیاری از وظایف اداری و مدیریتی در سیستم‌های بهداشتی مانند مستندسازی، برنامه‌ریزی ملاقات‌ها و صدور صورت‌حساب‌ها را خودکار کند. این امر زمان بیشتری برای پزشکان و پرستاران آزاد کرده و تمرکز آن‌ها را بر مراقبت مستقیم از بیماران افزایش می‌دهد، در نتیجه کارایی و اثربخشی سیستم مراقبت‌های بهداشتی ارتقا می‌یابد.

با وجود این ظرفیت‌ها، چالش‌های اخلاقی و قانونی قابل توجهی در مسیر به‌کارگیری موفق هوش مصنوعی در پزشکی وجود دارد. تضمین حفظ حریم خصوصی داده‌های بیماران، شفافیت الگوریتم‌ها، مسئولیت‌پذیری در صورت بروز خطا و جلوگیری از سوگیری‌های ناخواسته از جمله مسائل کلیدی هستند. دستیابی به یک سیستم مبتنی بر اعتماد عمومی نیازمند همکاری همه ذی‌نفعان شامل تولیدکنندگان فناوری، متخصصان بهداشت و درمان، بیماران و نهادهای تنظیم‌کننده است. تنها با غلبه بر این چالش‌ها می‌توان از پتانسیل کامل هوش مصنوعی برای ایجاد تحول پایدار و اخلاقی در پزشکی بهره برد.

نتیجه گیری

فناوری هوش مصنوعی، ادامه طبیعی پیشرفت‌های علمی و تکنولوژیکی، ظرفیت چشمگیری برای تحول در حوزه پزشکی دارد و می‌تواند با افزایش دقت تشخیص، بهبود نتایج درمان، توسعه برنامه‌های شخصی‌سازی‌شده، تسریع کشف دارو و کاهش بار کاری متخصصان، کیفیت مراقبت‌های بهداشتی را ارتقا دهد. هرچند در کوتاه‌مدت جایگزین کامل پزشکان نخواهد شد، اما نقش آن در تکمیل و پشتیبانی فرایندهای بالینی اجتناب‌ناپذیر است. برای بهره‌برداری موفق، رفع چالش‌های اخلاقی و قانونی و ایجاد اعتماد عمومی از طریق همکاری میان تولیدکنندگان، متخصصان، بیماران و مراجع نظارتی

یکپارچه‌سازی جریان‌های داده‌ای چندگانه، تغییرات سازمانی و تحلیل و نقشه‌برداری داده‌ها نیازمند تلاش عظیمی است. نگرانی دیگر، نگرانی از کنترل هوش مصنوعی و ترس از تبدیل پزشکی به آینده‌ای نامبهم است. در حوزه پزشکی، به جای نگران شدن از این موارد، باید با آموختن از تجربیات سایر بخش‌ها، به حل مشکلات موجود پرداخت (۱۰).

بحث

هوش مصنوعی (AI) به‌عنوان یکی از پیشروترین فناوری‌های عصر حاضر، نتیجه طبیعی روند مداوم پیشرفت‌های علمی و تکنولوژیکی است. همان‌گونه که انقلاب‌های صنعتی گذشته، مانند انقلاب بخار و انقلاب الکتریسیته، تحولات عمیقی در زندگی بشر ایجاد کردند، اکنون نیز با شتابی بی‌سابقه در حال تجربه انقلابی علمی و فناورانه در حوزه‌های مختلف از جمله پزشکی هستیم. هرچند برخی منتقدان بر این باورند که آثار واقعی هوش مصنوعی در تشخیص‌های پزشکی در بلندمدت نمایان خواهد شد و نمی‌تواند به‌طور کامل جایگزین متخصصان شود، اما مسیر توسعه و به‌کارگیری آن در پزشکی غیرقابل توقف است.

در حوزه تشخیص، ادغام فناوری‌های نوین هوش مصنوعی با معاینات رادیولوژیک، پاتولوژیک، آندوسکوپی، سونوگرافیک و بیوشیمیایی می‌تواند دقت شناسایی بیماری‌ها را افزایش دهد و در عین حال بار کاری متخصصان را کاهش دهد. الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق با تحلیل تصاویر پزشکی نظیر رادیوگرافی، اسکن‌های CT و MRI یا اسلایدهای پاتولوژی قادرند الگوهای را شناسایی کنند که ممکن است از دید پزشکان پنهان بماند. این توانایی می‌تواند به تشخیص زودتر و دقیق‌تر بیماری‌ها و در نهایت بهبود پیش‌آگهی بیماران منجر شود.

در زمینه درمان، هوش مصنوعی امکان طراحی برنامه‌های درمانی شخصی‌سازی‌شده را فراهم می‌کند. با تحلیل داده‌های متنوع بیماران شامل سابقه پزشکی، اطلاعات ژنتیکی و سبک زندگی، می‌توان درمان‌هایی را شناسایی کرد که بیشترین احتمال موفقیت را دارند و کمترین عوارض جانبی را ایجاد می‌کنند. این رویکرد نه تنها نتایج درمان را بهبود می‌بخشد بلکه موجب بهره‌وری بیشتر در استفاده از منابع درمانی می‌شود.

یکی دیگر از ظرفیت‌های مهم هوش مصنوعی، تسریع فرآیند کشف دارو است. با تحلیل داده‌های وسیع مولکولی و بالینی، می‌توان

ضروری است تا این فناوری بتواند به شکلی مسئولانه و پایدار، پزشکی را به عصری نوین وارد کند.

تقدیر و تشکر

از کلیه عزیزانی که در تکمیل و انتشار این پژوهش قبول زحمت نموده اند تقدیر و تشکر می شود.

تضاد منافع

پژوهش حاضر فاقد تعارض منافع با هر شخص حقیقی و حقوقی می باشد.

حمایت مالی

هیچ گونه حمایت مالی از هیچکدام از موسسات دانشگاهی و پژوهشی نسبت به این پژوهش صورت نگرفته است.

ملاحظات اخلاقی

با توجه به اینکه در این پژوهش آزمایشی بر روی انسان و حیوان صورت نگرفته و از انجایی که طبق مقررات دانشگاه متبوع نویسندگان صرفاً به مقالاتی کد اخلاق داده میشود که پژوهش مستخرج از پایان نامه باشد لذا پژوهش حاضر فاقد کد اخلاق است.

مشارکت نویسندگان

مفهوم سازی	طراحی طرح	جمع آوری و/یا پردازش داده ها	تجزیه و تحلیل و/یا تفسیر	نگارش پیش نویس اصلی	بررسی انتقادی و ویرایش	نهایی سازی	پاسخگویی به تمام جنبه های کار
م.قوامی پور سرشکه							
ا.ر.محمودی							
ه.ثریای ظفر							

* راهنمای رنگ‌ها:



References

1. Abelson S, Collord G, Ng SWK, Weissbrod O, Mendelson Cohen N, Niemeyer E, Gonen R. Prediction of acute myeloid leukaemia risk in healthy individuals. *Nature*. 2018; 559(7714):400-404.
2. Bajorath J, Kearnes S, Walters WP, Meanwell NA, and Georg GI, Wang S. Artificial Intelligence in Drug Discovery: Into the Great Wide Open. *J Med Chem*. 2020; 63(16):8651-8652.
3. Awad A, Fina F, Goyanes A, Gaisford S, Basit AW. 3D printing: Principles and pharmaceutical applications of selective laser sintering. *Int J Pharm*. 2020; 586:119594.
4. Angehrn Z, Haldna L, Zandvliet AS, Gil Berglund E, Zeeuw J, Amzal B, et al. Artificial Intelligence and Machine Learning Applied at the Point of Care. *Front Pharmacol*. 2020; 11:759.
5. Bertin H, Huon JF, Praud M, Fauvel F, Salagnac JM, Perrin JP, et al. Bilateral sagittal split osteotomy training on mandibular 3-dimensional printed models for maxillofacial surgical residents. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2020; 58(8):953-958.
6. Bohl MA, McBryan S, Pais D, Chang SW, Turner JD, Nakaji P, et al. The Living Spine Model: A Biomimetic Surgical Training and Education Tool. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2020; 19(1):98-106.
7. Castiglioni I, Rundo L, Codari M, Di Leo G, Salvatore C, Interlenghi M, et al. AI applications to medical images: From machine learning to deep learning. *Phys Med Biol*. 2021; 83:9-24.
8. Corona PS, Vicente M, Tetsworth K, Glatt V. Preliminary results using patient-specific 3d printed models to improve preoperative planning for correction of post-traumatic tibial deformities with circular frames. *Injury*. 2018; 49 Suppl 2:S51-S59.
9. Creighton FX, Unberath M, Song T, Zhao Z, Armand M, Carey J. Early Feasibility Studies of Augmented Reality Navigation for Lateral Skull Base Surgery. *Otol Neurotol*. 2020; 41(7):883-888.
10. Crossnohere NL, Elsaid M, Paskett J, Bose-Brill S, Bridges JFP. Guidelines for Artificial Intelligence in Medicine: Literature Review and Content Analysis of Frameworks. *J Med Internet Res*. 2022; 24(8):e36823.
11. Dekker I, De Jong EM, Schippers MC, De Bruijn-Smolanders M, Alexiou A, Giesbers B. Optimizing Students' Mental Health and Academic Performance: AI-Enhanced Life Crafting. *Front Psychol*. 2020; 11:1063.
12. Feng ZH, Li XB, Phan K, Hu ZC, Zhang K, Zhao J, et al. Design of a 3D printed magnetic resonance imaging-guided microwave coagulation system for liver tumor therapy. *PLoS One*. 2018; 13(8):e0201975.
13. Froiio C, Berlth F, Capovilla G, Tagkalos E, Hadzijasufovic E, Mann C, et al. Robotic-assisted surgery for esophageal submucosal tumors: a single-center case series. *Updates Surg*. 2022; 74(3):1043-1054.
14. Gerke S, Minssen T, Cohen G. Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare. In: *Artificial Intelligence in Healthcare*. Elsevier; 2020. p. 295-33.
15. Gong J, Liu JY, Sun XW, Zheng B, Nie SD. Computer-aided diagnosis of lung cancer: the effect of training data sets on classification accuracy of lung nodules. *Phys Med Biol*. 2018; 63(3):35036.
16. Gulati S, Emmanuel A, Patel M, Williams S, Haji A, Hayee B, et al. Artificial intelligence in luminal endoscopy. *Ther Adv Gastroenterol*. 2020; 13:2631774520935220.
17. Hashimoto DA, Witkowski E. Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations. *Anesthesiology*. 2020; 132(2):379-394.
18. Hashimoto DA, Witkowski E, Gao L, Meireles O, Rosman G. Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations. *Anesthesiology*. 2020; 132(2):379-394.
19. Hwang Y, Lee HH, Park C, Tama BA, Kim JS, Cheung DY, et al. Improved classification and localization approach to small bowel capsule endoscopy using convolutional neural network. *Dig Endosc*. 2021; 33(4):598-607.
20. Iqbal JD, Vinay R. Are we ready for Artificial Intelligence in Medicine? *Swiss Med Wkly*. 2022; 152:w30179.
21. Keshavarzi Arshadi A, Webb J, Salem M, Cruz E, Calad-Thomson S, Ghadirian N, et al. Artificial Intelligence for COVID-19 Drug Discovery and Vaccine Development. *Front Artif Intell*. 2020; 3:65.
22. Komura D, Ishikawa S. Machine learning approaches for pathologic diagnosis. *Virchows Arch*. 2019; 475(2):131-138.
23. Kumar A, Gadag S, Nayak UY. The Beginning of a New Era: Artificial Intelligence in Healthcare. *Adv Pharm Bull*. 2021; 11(3):414-425.

24. Liang G, Fan W, Luo H, Zhu X. The emerging roles of artificial intelligence in cancer drug development and precision therapy. *Biomed Pharmacother.* 2020; 128:110255.
25. Liu PR, Lu L, Zhang JY, Huo TT, Liu SX, Ye ZW. Application of Artificial Intelligence in Radiation Oncology: Status, Challenges, and Prospects. *Cancer Commun (Lond).* 2021; 41(8):712-727.
26. Liu Y, Li J, Zhang Y, Wang X, Liu S. Artificial intelligence-assisted diagnosis and treatment of COVID-19. *Engineering.* 2020; 6(11):1222-1229.
27. Mills B, Heath DJ, Grant-Jacob JA, Eason RW. Predictive capabilities for laser machining via a neural network. *Optics express.* 2018; 26(13): 17245-53.
28. Navarrete AJ, Hashimoto DA. Current applications of artificial intelligence for intraoperative decision support in surgery. *Front Med.* 2020; 14(4):369-381.
29. Nguyen DT, Pham TD, Batchuluun G, Yoon HS, Park KR. Artificial Intelligence-Based Thyroid Nodule Classification Using Information from Spatial and Frequency Domains. *J Clin Med.* 2019; 8(11):1976.
30. Sakagianni A, Feretzakis G, Kalles D, Koufopoulou C, Kaldis V. Setting up an Easy-to-Use Machine Learning Pipeline for Medical Decision Support: A Case Study for COVID-19 Diagnosis Based on Deep Learning with CT Scans. *Stud Health Technol Inform.* 2020; 272:13-16.
31. Stoel BC. Artificial intelligence in detecting early RA. *Semin Arthritis Rheum.* 2019; 49(3S):S25-S28.
32. Ting DSW, Pasquale LR, Peng L, Campbell JP, Lee AY, Raman R, et al. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. *Br J Ophthalmol.* 2019; 103(2):167-175.
33. Vaishya R, Javaid M, Khan IH, Haleem A. Artificial Intelligence (AI) applications for COVID-19 pandemic. *Diabetes Metab Syndr.* 2020; 14(4):337-339.
34. Wang X, Wang Y, Hu Z, Zhang X, Zhang Y. Deep learning for identifying COVID-19 using CT images. *Radiol Cardiothorac Imaging.* 2020; 2(2):e200033.
35. Yang L, Xing C. Artificial intelligence for drug discovery and development. *Curr Opin Chem Biol.* 2020; 57:34-40.
36. Zhang Y. Artificial intelligence in clinical decision support: A systematic review. *J Med Internet Res.* 2020; 22(4):e16457.