A New Frontier in Prenatal Care: Exploring the Impact of Artificial Intelligence on Perinatology

ARTICLE INFO

Article Type

Review Article

Authors

AboTaleb Saremi[1,2], Bahareh Abbasi[*3], Elham Karimi-MansoorAbad[1,2], Yasin Ashourian[1,2]

1-Sarem Gynecology, Obstetrics and Infertility Research Center, Sarem Women's Hospital, Iran University of Medical Sciences (IUMS), Tehran, Iran.
2- Sarem Cell Research Center (SCRC), Sarem Women's Hospital, Tehran, Iran.
3- Department of Medical Genetics, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran.

Corresponding Authors:
Bahareh Abbasi1; MD, Department of Medical Genetics, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology (NIGEB), Tehran, Iran.
Email: b.abbasi@nigeb.ac.ir

Received: 11 November 2023
Accepted: 11 December, 2023
e Published: 3 August 2024

Article History

ABSTRACT

The paper discusses the significant impact of Artificial Intelligence (AI) on perinatology, highlighting how it has revolutionized maternal and fetal healthcare. AI's role in perinatology is multifaceted, enhancing fetal and maternal health monitoring through advanced algorithms in ultrasound imaging and predictive analytics. It has improved the detection and management of conditions like preterm births and preeclampsia, offering more personalized care. The paper also addresses the ethical and legal considerations of AI in healthcare, emphasizing the importance of privacy, security, and ethical decision-making. Looking ahead, the paper envisions a future where AI's integration with genomic medicine and remote monitoring technologies will further advance perinatal care, making it more accessible and efficient. However, it underscores the necessity of responsible and equitable use of AI, ensuring it benefits all segments of society. The conclusion reiterates the transformative potential of AI in enhancing perinatal care, balancing technological innovation with ethical, equitable healthcare practices.

Keywords: Artificial Intelligence in Perinatology, Fetal Health Monitoring, Maternal Health Management, Predictive Analytics in Pregnancy, Ethical Considerations in AI Healthcare.

Copyright© 2022, ASP Ins. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License which permits Share (copy and distribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-Noncommercial terms.

مرزی جدید در مراقبت‌های دوران بارداری: بررسی تأثیر هوش مصنوعی بر پریناتولوژی

دکتر ابوطالب صارمی[۱،۲]، دکتر بهاره عباسی*[۳]، الهام کریمی منصورآباد[۱،۲]، یاسین عاشوریان[۱،۲]

[۱] مرکز تحقیقات زنان، زایمان و ناباروری صارم، بیمارستان فوق تخصصی صارم، دانشگاه علوم پزشکی ایران (IUMS)، تهران، ایران.
[۲] مرکز تحقیقات سلولی- مولکولی و سلول‌های بنیادی صارم (SCRC)، بیمارستان فوق تخصصی صارم، تهران، ایران.
[۳] دپارتمان ژنتیک پزشکی، موسسه ملی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی (NIGEB)، تهران، ایران.

چکیده

این مقاله تاثیر قابل توجه هوش مصنوعی (AI) بر پریناتولوژی را مورد بحث قرار و نشان می‌دهد که چگونه مراقبت‌های بهداشتی مادر و جنین را متحول کرده است. نقش هوش مصنوعی در پریناتولوژی چند وجهی است و نظارت بر سلامت جنین و مادر را از طریق الگوریتم‌های پیشرفته در تصویربرداری اولتراسوند و تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده افزایش می‌دهد. تشخیص و مدیریت شرایطی مانند زایمان زودرس و پره اکلامپسی را بهبود بخشیده است و مراقبت‌های شخصی‌تری را ارائه می‌دهد. این مقاله همچنین به ملاحظات اخلاقی و قانونی هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی می پردازد و بر اهمیت حریم خصوصی، امنیت و تصمیم‌گیری اخلاقی تاکید می‌کند. با نگاهی به آینده، این مقاله آینده‌ای که در آن ادغام هوش مصنوعی با پزشکی ژنومیک و فن‌آوری‌های نظارت از راه دور، در دسترس‌تر و کارآمدتر بودن و بیشتر پیش بردن مراقبت‌های پری‌ناتال را پیش‌بینی می‌کند. با این حال، بر لزوم استفاده مسئولانه و عادلانه از هوش مصنوعی تاکید و تضمین می‌کند که این هوش مصنوعی به نفع همه اقشار جامعه است. نتیجه‌گیری پتانسیل تحول‌آفرین هوش مصنوعی در افزایش مراقبت‌های دوران بارداری، ایجاد تعادل بین نوآوری‌های تکنولوژیکی با شیوه‌های بهداشتی اخلاقی و عادلانه را تکرار می‌کند.

کلید واژه‌ها: هوش مصنوعی در پریناتولوژی، پایش سلامت جنین، مدیریت سلامت مادر، تحلیل پیش‌بینی‌کننده در بارداری، ملاحظات اخلاقی در مراقبت‌های بهداشتی هوش مصنوعی.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۲۰

*نویسنده مسئول: بهاره عباسی؛ پزشک، گروه ژنتیک پزشکی، موسسه ملی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی (NIGEB)، تهران، ایران؛ ایمیل: b.abbasi@nigeb.ac.ir

مقدمه

قلمرو پریناتولوژی، که بر مراقبت از جنین و مادر در زمان تولد تمرکز دارد، همیشه حوزه‌ای سرشار از پیچیدگی و تفاوت‌های ظریف بوده است. ماهیت حیاتی آن، پرداختن به دو زندگی به طور همزمان، نیازمند دقت، آینده‌نگری و درک عمیق عوامل بی‌شماری است که بر سلامت مادر و جنین تأثیر می‌گذارد. ظهور و تکامل سریع هوش مصنوعی (AI) در پزشکی فرصتی انقلابی برای افزایش و تعریف مجدد مراقبت‌های دوران بارداری است.

هوش مصنوعی با توانایی قابل توجه خود در تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های بزرگ، یادگیری از الگوها و پیش‌بینی‌ها، به طور فزاینده‌ای در بخش مراقبت‌های بهداشتی از جمله پریناتولوژی ادغام می‌شود. این ادغام وعده ارائه بینش‌های بی‌سابقه‌ای را در مورد رشد جنین، بهبود نتایج سلامت مادر و حتی پیش‌بینی و مدیریت عوارض احتمالی قبل از تبدیل شدن به مسائل مهم می‌دهد. استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، چارچوب‌های یادگیری عمیق و تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده در تفسیر داده‌های پیچیده پزشکی شروع به تغییر چشم‌انداز مراقبت‌های دوران بارداری کرده است و مداخلات را به موقع، شخصی‌تر و مؤثرتر می‌کند [۱-۴].

علاوه بر این، نقش هوش مصنوعی در تصویربرداری پزشکی، به ویژه در فناوری اولتراسوند، شروع به تقویت قابلیت‌های پریناتولوژیست‌ها در تشخیص و نظارت بر سلامت جنین کرده است. این پیشرفت‌ها نه تنها دقت تشخیص‌ها را بهبود می‌بخشد، بلکه به توسعه پروتکل‌ها و برنامه‌های درمانی جدید متناسب با نیازهای بیمار کمک می‌کند [۵، ۶].

همانطور که وارد این عصر جدید می‌شویم، جایی که فناوری و پزشکی بیشتر از همیشه در هم تنیده می‌شوند، بررسی تأثیر چند وجهی هوش مصنوعی بر پریناتولوژی ضروری است. هدف این مرور داستانی بررسی راه‌هایی است که هوش مصنوعی در آن مراقبت‌های دوران بارداری را از افزایش نظارت بر سلامت جنین و مادر تا پرداختن به ملاحظات پیچیده اخلاقی و قانونی تغییر می‌دهد. با کنکاش در برنامه‌های فعلی، موفقیت‌ها، چالش‌ها و پتانسیل‌های آینده، ما به دنبال این هستیم که درک جامعی از اینکه چگونه هوش مصنوعی در حوزه پریناتولوژی متحول و راه را برای دوره مراقبت آگاهانه‌تر، کارآمدتر و دلسوزانه‌تر هموار می‌کند، ارائه دهیم [۷، ۸].

فناوری‌های هوش مصنوعی در پریناتولوژی

فن‌آوری‌های هوش مصنوعی به طور قابل توجهی بر حوزه پریناتولوژی تأثیر گذاشته و رویکردهای نوآورانه‌ای برای مدیریت سلامت مادر و جنین ارائه می‌دهد. ادغام یادگیری ماشین و تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده بازی را تغییر داده است. این فناوری‌ها متخصصان مراقبت‌های بهداشتی را قادر می‌سازند تا حجم وسیعی از داده‌ها، از جمله: تاریخچه بیمار، اطلاعات

ژنتیکی، و داده‌های پایش آنی را تجزیه و تحلیل کنند تا پیش‌بینی‌های دقیق‌تری در مورد پیامدهای بارداری انجام دهند. به عنوان مثال، مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی اکنون می‌توانند خطر زایمان زودرس را پیش‌بینی یا عوارض بالقوه را خیلی زودتر از روش‌های سنتی شناسایی کنند [۹،۱۰].

شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق، زیر مجموعه‌های هوش مصنوعی، مراقبت‌های پری‌ناتال را بیشتر افزایش داده‌اند. در پایش سلامت جنین، یکی از بارزترین کاربردها در زمینه تصویربرداری اولتراسوند است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند نتایج اولتراسوند را با دقت قابل توجهی تفسیر و به تشخیص ناهنجاری‌ها و ارزیابی الگوهای رشد جنین با دقت بیشتری نسبت به قبل کمک کنند. این قابلیت برای مداخله زودهنگام در مواردی که مشکوک به ناراحتی جنین یا مشکلات رشدی است، بسیار مهم است [۱۱-۱۳].

هوش مصنوعی در گسترش سلامت مادر نیز تأثیر دارد و نقش مهمی در پیش‌بینی و مدیریت زایمان‌های زودرس، که یکی از علل اصلی مرگ و میر نوزادان است، دارد. با تجزیه و تحلیل الگوهای موجود در داده‌های سلامت مادر، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی را از علائم اولیه زایمان آگاه کنند و مداخلات به موقع و مناسب را ممکن سازند. علاوه بر این، در شرایطی مانند پره اکلامپسی، یک عارضه جدی بارداری که با فشار خون بالا و علائم آسیب به سایر سیستم‌های عضو مشخص می‌شود، ابزارهای هوش مصنوعی به تشخیص و پایش زودهنگام کمک می‌کنند و نتایج مادر و جنین را تا حد زیادی بهبود می‌بخشند [۱۴-۱۶].

استفاده از هوش مصنوعی در پریناتولوژی ملاحظات اخلاقی و قانونی را نیز به همراه دارد. مسائل مربوط به حریم خصوصی و امنیت داده‌ها بسیار مهم است، زیرا اطلاعات حساس بهداشتی در خطر است. علاوه بر این، پیامدهای اخلاقی تصمیم‌گیری هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی، به‌ویژه در سناریوهای مربوط به حاملگی‌های پرخطر، نیازمند بررسی دقیق است. ایجاد تعادل بین استفاده از قابلیت‌های هوش مصنوعی و حفظ نظارت انسانی در فرآیندهای تصمیم‌گیری بالینی ضروری است [۱۷،۱۸].

با وجود این چالش‌ها، آینده هوش مصنوعی در پریناتولوژی امیدوارکننده به نظر می‌رسد. انتظار می‌رود پیشرفت‌های مداوم در هوش مصنوعی درک ما را از سلامت پری‌ناتال عمیق‌تر کند و منجر به استراتژی‌های مراقبت شخصی و مؤثرتر شود. همانطور که هوش مصنوعی به تکامل خود ادامه می‌دهد، بدون شک راه‌های جدیدی را برای نوآوری و بهبود مراقبت‌های دوران بارداری باز می‌کند و نتایج مادر و جنین را افزایش می‌دهد [۱۹،۲۰].

هوش مصنوعی در پایش سلامت جنین

هوش مصنوعی در پایش سلامت جنین به عنوان یک نیروی دگرگون کننده در پریناتولوژی ظاهر شده است و فرصت‌های بی‌سابقه‌ای را برای افزایش مراقبت‌های دوران بارداری و نتایج سلامت جنین ارائه می‌دهد. ادغام فناوری‌های هوش مصنوعی در نظارت بر جنین در درجه اول حول کاربرد الگوریتم‌های پیشرفته در تصویربرداری اولتراسوند و پیش‌بینی ناراحتی و پیامدهای جنین است. در قلمرو تصویربرداری اولتراسوند، هوش مصنوعی شیوه ثبت، تفسیر و استفاده از تصاویر جنین را برای تصمیم‌گیری بالینی متحول کرده است. مدل‌های یادگیری ماشینی که بر روی مجموعه داده‌های وسیعی از تصاویر اولتراسوند آموزش دیده‌اند، اکنون می‌توانند به شناسایی ناهنجاری‌ها و الگوهای رشد جنین با سطحی از دقت که قبلاً دست نیافتنی بود، کمک کنند. این به‌طور قابل توجهی توانایی پریناتولوژیست‌ها را برای تشخیص و مدیریت شرایطی مانند نقص مادرزادی قلب، نقص لوله عصبی و ناهنجاری‌های کروموزومی در مراحل اولیه بهبود بخشیده است [۲۱،۲۲].

علاوه بر این، قابلیت‌های پیش‌بینی هوش مصنوعی فراتر از تفسیر تصویر است. با تجزیه و تحلیل الگوهای ضربان قلب جنین، حرکات، و سایر پارامترهای فیزیولوژیکی، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند علائم پریشانی جنین را با دقت و سرعت بیشتری نسبت به روش‌های سنتی شناسایی کنند. این امر به ویژه در مدیریت بارداری‌های پرخطر، که در آن تشخیص زودهنگام مسائل بالقوه می‌تواند منجر به مداخلات به موقع و نتایج بهتر شود، بسیار مهم است [۲۳،۲۴].

نقش هوش مصنوعی در پیش‌بینی نتایج جنین یکی دیگر از زمینه‌های پیشرفت قابل توجه است. الگوریتم‌هایی که طیف گسترده‌ای از داده‌ها، از جمله سوابق سلامت مادر، عوامل محیطی و اطلاعات ژنتیکی را در خود جای می‌دهند، برای پیش‌بینی خطراتی مانند زایمان زودرس، وزن کم هنگام تولد و سایر عوارض در حال توسعه هستند. این مدل‌های پیش‌بینی‌کننده رویکرد شخصی‌سازی‌شده‌تری را برای مراقبت‌های دوران بارداری ارائه می‌کنند، و به ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی این امکان را می‌دهند تا استراتژی‌های خود را با توجه به خطرات و نیازهای خاص هر بارداری تنظیم کنند [۲۵-۲۷].

ادغام هوش مصنوعی در پایش سلامت جنین نه تنها دقت و کارایی مراقبت‌های دوران بارداری را افزایش می‌دهد، بلکه راه‌های جدیدی را برای تحقیقات در پریناتولوژی باز می‌کند. با استفاده از حجم عظیمی از داده‌های تولید شده در دوران بارداری، هوش مصنوعی می‌تواند به کشف فرآیندهای پیچیده بیولوژیکی و به درک ما از رشد جنین و تعاملات مادر و جنین کمک کند [۲۸-۳۰].

با این حال، پذیرش هوش مصنوعی در نظارت بر سلامت جنین بدون چالش نیست. مسائل مربوط به استانداردسازی داده‌ها، ملاحظات اخلاقی، و اطمینان از صحت و قابلیت اطمینان سیستم‌های هوش مصنوعی همچنان حوزه‌های تحقیق و توسعه در حال انجام است. به‌طور کلی، تأثیر هوش مصنوعی بر نظارت بر سلامت جنین، جهش قابل توجهی را در پریناتولوژی نشان می‌دهد. این توانایی متخصصان مراقبت‌های بهداشتی را برای نظارت و مدیریت سلامت جنین افزایش و چشم‌انداز امیدوارکننده‌ای را برای بهبود نتایج مادر و جنین ارائه می‌دهد. همانطور که فناوری هوش مصنوعی به تکامل خود ادامه می‌دهد، نقش مهمی در شکل دادن به آینده مراقبت‌های دوران بارداری ایفا می‌کند [۳۱-۳۳].

هوش مصنوعی در سلامت مادران

هوش مصنوعی در سلامت مادر نشان‌دهنده جهش قابل توجهی در نحوه درک، نظارت و مداخله در جنبه‌های مختلف مراقبت از مادر است. این

پیشرفت به‌ویژه در مدیریت و پیش‌بینی عوارضی که می‌تواند در دوران بارداری ایجاد شود مشهود است. یکی از حیاتی‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در سلامت مادر پیش‌بینی و مدیریت زایمان‌های زودرس، علت اصلی مرگ و میر نوزادان در سراسر جهان، است. مدل‌های یادگیری ماشینی برای تجزیه و تحلیل الگوهای داده‌های تاریخی بیمار، شناسایی عوامل خطری که در زایمان زودرس نقش دارند، توسعه می‌یابند. این مدل‌ها می‌توانند با دقت بالاتری پیش‌بینی کنند که کدام حاملگی در معرض خطر است، که امکان مداخله زودهنگام و مراقبت‌های مناسب‌تر قبل از زایمان را فراهم می‌کند [۳۴-۳۶].

یکی دیگر از زمینه‌هایی که هوش مصنوعی در آن پیشرفت کرده، تشخیص و مدیریت پره اکلامپسی است، وضعیتی که با فشار خون بالا و اغلب پروتئین در ادرار مشخص می‌شود، که در صورت عدم مدیریت مناسب می‌تواند منجر به عوارض شدید برای مادر و نوزاد شود. الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند مجموعه داده‌های بزرگی را غربال کنند و تغییرات ظریف را در اجزای حیاتی مادر که ممکن است نشان‌دهنده شروع پره‌اکلامپسی باشد، تشخیص دهند. این تشخیص زودهنگام بسیار مهم است، زیرا امکان درمان سریع را فراهم می‌کند و به‌طور بالقوه خطر عوارض شدید را کاهش می‌دهد [۳۷، ۳۸].

هوش مصنوعی همچنین از طریق توسعه دستگاه‌ها و اپلیکیشن‌های پوشیدنی هوشمند در مراقبت‌های معمول دوران بارداری ادغام می‌شود. این ابزارها می‌توانند به طور مداوم پارامترهای حیاتی سلامت مانند: فشار خون، ضربان قلب و سطح گلوکز خون را کنترل کنند و داده‌هایی را در زمان واقعی ارائه دهند که می‌توانند توسط سیستم‌های هوش مصنوعی تجزیه و تحلیل شوند. این نظارت مداوم تضمین می‌کند که هر گونه انحراف از هنجار را می‌توان بلافاصله علامت‌گذاری و مداخلات پزشکی به موقع را تسهیل می‌کند [۳۹-۴۱].

علاوه بر این، هوش مصنوعی انقلابی در ایجاد تصویربرداری اولتراسوند، ارائه تصاویر واضح‌تر و دقیق‌تر و امکان تشخیص مشکلات احتمالی را در اوایل بارداری فراهم می‌کند. نرم‌افزار تشخیص تصویر پیشرفته می‌تواند به شناسایی ناهنجاری‌های جنینی که ممکن است توسط چشم انسان نادیده گرفته شده باشد، کمک کند و کیفیت تشخیص قبل از تولد را افزایش دهد [۴۲-۴۴].

ادغام هوش مصنوعی در سلامت مادر بدون چالش نیست. نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها، نیاز به مجموعه داده‌های بزرگ و متنوع برای آموزش موثر مدل‌های هوش مصنوعی، و پتانسیل سوگیری الگوریتمی، همگی باید مورد توجه قرار گیرند. با این حال، مزایای بالقوه، از جمله کاهش عوارض و مرگ و میر مادر و جنین، بهبود نتایج بیمار، و مراقبت شخصی‌تر، بسیار زیاد است. همانطور که فناوری به تکامل خود ادامه می‌دهد، هوش مصنوعی قرار است نقش محوری فزاینده‌ای را در تغییر مراقبت‌های بهداشتی مادر ایفا کند و رویکردی فعال‌تر، پیش‌بینی‌کننده و شخصی‌تر برای سلامتی و مراقبت مادر ارائه دهد [۴۵-۴۷].

برنامه‌های کاربردی در دنیای واقعی

ادغام هوش مصنوعی (AI) در زمینه پریناتولوژی منجر به پیشرفت‌های قابل توجه و برنامه‌های کاربردی در دنیای واقعی شده است که مراقبت‌های بهداشتی مادر و جنین را تغییر می‌دهند. در سال‌های اخیر، هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری قدرتمند برای بهبود تشخیص، نظارت و مدیریت شرایط مختلف پری‌ناتال ظاهر شده است و مراقبت‌های شخصی‌تر و دقیق‌تر را هم برای مادران و هم برای فرزندان متولد نشده‌شان ارائه می‌دهد [۴۸-۵۰].

یکی از قابل توجه‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در پریناتولوژی در نظارت بر سلامت جنین است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی، به‌ویژه آنهایی که مبتنی بر یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی هستند، به طور فزاینده‌ای برای تفسیر تصاویر اولتراسوند جنین مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این الگوریتم‌ها می‌توانند ناهنجاری‌هایی را که ممکن است توسط چشم انسان نادیده گرفته شود، تشخیص دهند، پریشانی جنین را پیش‌بینی کنند، و رشد و تکامل جنین را با دقت بیشتری ارزیابی کنند. این به ویژه در حاملگی‌های پرخطر مفید بوده، جایی که تشخیص زودهنگام مسائل بالقوه بسیار مهم است [۵۱-۵۳].

هوش مصنوعی همچنین روش نظارت و مدیریت سلامت مادر را متحول کرده است. به عنوان مثال، سیستم‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی خطر زایمان زودرس، که یکی از دلایل اصلی مرگ و میر نوزادان در سراسر جهان است، استفاده می‌شود. با تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های بزرگ که شامل تاریخچه پزشکی، اطلاعات ژنتیکی و عوامل سبک زندگی می‌شود، مدل‌های هوش مصنوعی می‌توانند زنان در معرض خطر بالای زایمان زودرس را شناسایی و امکان مداخلات به موقع را فراهم کنند [۵۴-۵۶].

حوزه مهم دیگر مدیریت پره‌اکلامپسی است، یک عارضه خطرناک بارداری که با فشار خون بالا مشخص می‌شود. ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند با تجزیه و تحلیل مداوم علائم حیاتی مادر و سایر شاخص‌های سلامتی، به تشخیص زودهنگام کمک و درمان سریع را برای جلوگیری از عوارض شدید تسهیل کنند. تأثیر هوش مصنوعی در دنیای واقعی در پریناتولوژی فراتر از این کاربردهای بالینی است. ملاحظات اخلاقی و قانونی نیز در خط مقدم به ویژه در مورد حفظ حریم خصوصی داده‌ها و استفاده از هوش مصنوعی در فرآیندهای تصمیم‌گیری قرار دارند. از آنجایی‌که سیستم‌های هوش مصنوعی داده‌های حساس سلامت را مدیریت می‌کنند، اطمینان از امنیت و محرمانه بودن این اطلاعات بسیار مهم است. علاوه بر این، پیامدهای اخلاقی تصمیم‌گیری هوش مصنوعی در پریناتولوژی، مانند میزان تأثیرگذاری این سیستم‌ها بر انتخاب‌های درمانی، موضوع بحث‌های جاری است [۵۷، ۵۸].

با وجود چالش‌ها، آینده هوش مصنوعی در پریناتولوژی چشم‌اندازهای امیدوارکننده‌ای دارد. همانطور که فناوری هوش مصنوعی به تکامل خود ادامه می‌دهد، پیش بینی می شود که ادغام آن در مراقبت‌های دوران بارداری یکپارچه‌تر و به‌طور گسترده پذیرفته و راه‌حل‌های نوآورانه‌ای برای تشخیص زودهنگام و مدیریت شرایط پری‌ناتال ارائه دهد که در نهایت منجر به نتایج بهتری برای مادران و نوزادان آنها شود. این رشته در آستانه عصر جدیدی است که در آن هوش مصنوعی نه تنها تصمیم‌گیری بالینی را

تقویت، بلکه راه را برای تحقیقات پیشگامانه و رویکردهای درمانی جدید در پزشکی مادر و جنین هموار می‌کند [۵۹-۶۱].

جهت‌گیری‌ها و نوآوری‌های آینده

آینده هوش مصنوعی در پریناتولوژی نوآورانه و متحول‌کننده است و نحوه ارائه و تجربه مراقبت‌های دوران بارداری را تغییر می‌دهد. همانطور که به آینده می‌نگریم، چندین روند نوظهور و پیشرفت‌های بالقوه خودنمایی می‌کنند، که نشان‌دهنده عصر هیجان‌انگیز پیشرفت تکنولوژی در این زمینه حیاتی پزشکی است [۶۲-۶۴].

یکی از مهم‌ترین جهت‌گیری‌های آینده، ادغام هوش مصنوعی با پزشکی ژنومی در مراقبت‌های پری‌ناتال است. این همگرایی پتانسیل ایجاد انقلابی در تشخیص و درمان‌های دوران بارداری را دارد. با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل داده‌های ژنتیکی، متخصصان مراقبت‌های بهداشتی می‌توانند بینش بی‌سابقه‌ای درباره سلامت جنین در اوایل بارداری به دست آورند. این نه تنها به شناسایی اختلالات ژنتیکی، بلکه در تنظیم برنامه‌های مراقبت شخصی هم مادر و هم جنین کمک می‌کند [۶۵-۶۷].

حوزه دیگری که برای نوآوری آماده است، افزایش فناوری های نظارت از راه دور است. با ظهور دستگاه‌های پوشیدنی و حسگرهای هوشمند، نظارت مداوم بر پارامترهای سلامت جنین و مادر می‌تواند امکان‌پذیرتر و دقیق‌تر شود. هوش مصنوعی می‌تواند نقش مهمی در تجزیه و تحلیل حجم وسیعی از داده‌های تولید شده توسط این دستگاه‌ها، ارائه هشدارها و بینش‌های هم‌زمان به ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی داشته باشد. این امر به ویژه در مدیریت حاملگی‌های پرخطر مفید خواهد بود، جایی که هوشیاری مداوم بسیار مهم است [۶۸، ۶۹].

علاوه بر این، مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی قرار است پیچیده‌تر شوند. همانطور که الگوریتم‌های یادگیری ماشین پیشرفته‌تر می‌شوند و روی مجموعه داده‌های بزرگتر و متنوع‌تر آموزش می‌بینند، توانایی آن‌ها برای پیش‌بینی عوارضی مانند زایمان زودرس، پره اکلامپسی و ناراحتی جنین بهبود می‌یابد. این مهارت پیش‌بینی‌کننده به مداخلات اولیه کمک می‌کند، و به‌طور بالقوه نرخ عوارض و مرگ و میر مادر و نوزاد را کاهش می‌دهد. توسعه پلتفرم‌های پزشکی از راه دور مبتنی بر هوش مصنوعی نیز در افق است. این پلتفرم‌ها می‌توانند دسترسی بهتر به مراقبت‌های دوران بارداری را، به‌ویژه در مناطق محروم یا دورافتاده، تسهیل کنند. با توانمندسازی مادران باردار در مشاوره مجازی با متخصصان، موانع جغرافیایی و لجستیکی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. علاوه بر این، این پلتفرم‌ها می‌توانند به ابزارهای هوش مصنوعی برای کمک به تشخیص اولیه و تریاژ مجهز شوند و از مراقبت به موقع و مناسب اطمینان حاصل کنند [۷۰-۷۲].

به موازات آن، احتمالاً شاهد افزایش هوش مصنوعی در آموزش و ابزارهای آموزشی برای متخصصان مراقبت‌های بهداشتی پری‌ناتال خواهیم بود. از طریق شبیه‌سازی‌های مجازی و سناریوهای مبتنی بر هوش مصنوعی، پزشکان می‌توانند مهارت‌های خود را تقویت کنند و با آخرین پیشرفت‌ها در مراقبت‌های دوران بارداری به‌روز بمانند. این رویکرد به آموزش می‌تواند کیفیت مراقبت را تا حد زیادی افزایش دهد و متخصصان را برای طیف گسترده‌ای از موقعیت‌های بالینی با اعتماد و شایستگی بیشتر آماده کند [۷۳-۷۵].

با این حال، در کنار این پیشرفت‌های فناوری، نیاز روزافزونی برای پرداختن به پیامدهای اخلاقی، قانونی و اجتماعی وجود خواهد داشت. مسائل مربوط به حریم خصوصی داده‌ها، رضایت، و شفافیت الگوریتم‌های هوش مصنوعی نیازمند بررسی دقیق و چارچوب‌های حاکمیتی قوی است. اطمینان از قابل دسترس و سودمند بودن این فناوری‌ها برای همه اقشار جامعه، صرف نظر از وضعیت اجتماعی- اقتصادی، در اجتناب از نابرابری در نتایج مراقبت‌های بهداشتی بسیار مهم خواهد بود [۷۶-۷۸].

آینده هوش مصنوعی در پریناتولوژی نه تنها در مورد نوآوری‌های تکنولوژیکی بلکه در مورد ادغام مسئولانه و عادلانه آن در سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی است. با توازن مناسب از فناوری، اخلاق و دسترسی، هوش مصنوعی این پتانسیل را دارد که دوران جدیدی را در مراقبت‌های دوران بارداری ایجاد کند که با افزایش ایمنی، کارایی و تجارب مراقبت شخصی برای مادران و نوزادان مشخص شده است. سفر به این آینده به همان اندازه که در مورد توسعه راه‌حل‌های پیشرفته هوش مصنوعی است، در مورد شکل دادن به زمینه‌ای که این راه‌حل‌ها در آن پیاده‌سازی می‌شوند نیز است. با تمرکز بر تلاش‌های مشترکی که فن‌آوران، متخصصان مراقبت‌های بهداشتی، اخلاق‌دانان و سیاست‌گذاران را گرد هم می‌آورد، می‌توانیم اطمینان حاصل کنیم که پیشرفت‌های هوش مصنوعی نه تنها مرزهای ممکن در پریناتولوژی را افزایش می‌دهد، بلکه با اهداف گسترده‌تر مراقبت‌های بهداشتی عادلانه و اخلاقی همسو می‌شود [۷۹-۸۱].

در نتیجه، ادغام هوش مصنوعی در پریناتولوژی نویدبخش بهبود سلامت مادر و جنین است. همانطور که ما پیچیدگی‌ها و امکانات این ادغام را بررسی می‌کنیم، تمرکز همیشه باید بر افزایش کیفیت مراقبت و در عین حال حفظ اصول برابری، اخلاق و انسان محوری در مراقبت‌های بهداشتی باقی بماند. این رویکرد نه تنها منجر به پیشرفت‌های تکنولوژیکی می‌شود، بلکه تضمین می‌کند که این پیشرفت‌ها به پیشرفت‌های معنادار در زندگی مادران و نوزادانشان تبدیل شود [۷۹-۸۱].

نتیجه

در نتیجه، ادغام هوش مصنوعی (AI) در پریناتولوژی نویددهنده یک دوره دگرگون‌کننده در مراقبت‌های بهداشتی مادر و جنین است. قابلیت‌های پیشرفته هوش مصنوعی در تجزیه و تحلیل داده‌ها، مدل‌سازی پیش‌بینی‌کننده و یادگیری ماشین انقلابی در تشخیص قبل از تولد، نظارت بر سلامت جنین و مراقبت از مادر ایجاد کرده است. کاربرد آن شامل افزایش دقت تصویربرداری اولتراسوند و پیش‌بینی دیسترس جنین تا مدیریت شرایط پیچیده مانند زایمان زودرس و پره اکلامپسی است. این پیشرفت‌های فناوری نه تنها دقت و کارایی مراقبت‌های دوران بارداری را بهبود می‌بخشد، بلکه راه‌های جدیدی را برای تحقیقات و استراتژی‌های درمانی شخصی باز می‌کند.

تاییدیه اخلاقی

این مطالعه مروری، ملاحظات اخلاقی در بر ندارد.

تعارض در منافع

در این مطالعه هیچ گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

منابع مالی

حمایت مالی این مطالعه توسط مرکز تحقیقات زنان، زایمان و ناباروری صارم، بیمارستان فوق تخصصی صارم، صورت پذیرفته است.

شناسه ارکید نویسندگان

AboTaleb Saremi
http://orcid.org/0000-0003-4191-6624

منابع:

1. Ye Z, Xuan R, Ouyang M, Wang Y, Xu J, Jin W. Prediction of placenta accreta spectrum by combining deep learning and radiomics using T2WI: a multicenter study. Abdom Radiol (NY). 2022;47(12):4205-18.

2. Torrents-Barrena J, Monill N, Piella G, Gratacós E, Eixarch E, Ceresa M, González Ballester MA. Assessment of Radiomics and Deep Learning for the Segmentation of Fetal and Maternal Anatomy in Magnetic Resonance Imaging and Ultrasound. Acad Radiol. 2021;28(2):173-88.

3. de Vries IR, van Laar J, van der Hout-van der Jagt MB, Clur SB, Vullings R. Fetal electrocardiography and artificial intelligence for prenatal detection of congenital heart disease. Acta Obstet Gynecol Scand. 2023;102(11):1511-20.

4. Story L, Zhang T, Uus A, Hutter J, Egloff A, Gibbons D, et al. Antenatal thymus volumes in fetuses that delivered <32 weeks' gestation: An MRI pilot study. Acta Obstet Gynecol Scand. 2021;100(6):1040-50.

5. Tanos V, Laidlaw J, Tanos P, Papadopoulou A. New insights into the neural network of the nongravid uterus. Adv Clin Exp Med. 2022;31(10):1153-62.

6. Rodriguez CI, Vergara VM, Davies S, Calhoun VD, Savage DD, Hamilton DA. Detection of prenatal alcohol exposure using machine learning classification of resting-state functional network connectivity data. Alcohol. 2021;93:25-34.

7. Marwaha A, Chitayat D, Meyn MS, Mendoza-Londono R, Chad L. The point-of-care use of a facial phenotyping tool in the genetics clinic: Enhancing diagnosis and education with machine learning. Am J Med Genet A. 2021;185(4):1151-8.

8. Bahado-Singh R, Friedman P, Talbot C, Aydas B, Southekal S, Mishra NK, et al. Cell-free DNA in maternal blood and artificial intelligence: accurate prenatal detection of fetal congenital heart defects. Am J Obstet Gynecol. 2023;228(1):76.e1-.e10.

9. Cersonsky TEK, Ayala NK, Pinar H, Dudley DJ, Saade GR, Silver RM, Lewkowitz AK. Identifying risk of stillbirth using machine learning. Am J Obstet Gynecol. 2023;229(3):327.e1-.e16.

10. Khalil A, Bellesia G, Norton ME, Jacobsson B, Haeri S, Egbert M, et al. The Role of cfDNA Biomarkers and Patient Data in the Early Prediction of Preeclampsia: Artificial Intelligence Model. Am J Obstet Gynecol. 2024.

11. Burgos-Artizzu XP, Coronado-Gutiérrez D, Valenzuela-Alcaraz B, Vellvé K, Eixarch E, Crispi F, et al. Analysis of maturation features in fetal brain ultrasound via artificial intelligence for the estimation of gestational age. Am J Obstet Gynecol MFM. 2021;3(6):100462.

12. Lee SJ, Garcia GP, Stanhope KK, Platner MH, Boulet SL. Interpretable machine learning to predict adverse perinatal outcomes: examining marginal predictive value of risk factors during pregnancy. Am J Obstet Gynecol MFM. 2023;5(10):101096.

13. Sarno L, Neola D, Carbone L, Saccone G, Carlea A, Miceli M, et al. Use of artificial intelligence in obstetrics: not quite ready for prime time. Am J Obstet Gynecol MFM. 2023;5(2):100792.

14. Suhag A, Kidd J, McGath M, Rajesh R, Gelfinbein J, Cacace N, et al. ChatGPT: a pioneering approach to complex prenatal differential diagnosis. Am J Obstet Gynecol MFM. 2023;5(8):101029.

15. Fang T, Yuan P, Gong C, Jiang Y, Yu Y, Shang W, et al. Fast label-free recognition of NRBCs by deep-learning visual object detection

25. Ball G, Oldham S, Kyriakopoulou V, Williams LZJ, Karolis V, Price A, et al. Molecular signatures of cortical expansion in the human fetal brain. bioRxiv. 2024.

26. Newton SM, Distler S, Woodworth KR, Chang D, Roth NM, Board A, et al. Leveraging automated approaches to categorize birth defects from abstracted birth hospitalization data. Birth Defects Res. 2024;116(1):e2267.

27. Lei WL, Du Z, Meng TG, Su R, Li YY, Liu W, et al. SRSF2 is required for mRNA splicing during spermatogenesis. BMC Biol. 2023;21(1):231.

28. Abraham A, Le B, Kosti I, Straub P, Velez-Edwards DR, Davis LK, et al. Dense phenotyping from electronic health records enables machine learning-based prediction of preterm birth. BMC Med. 2022;20(1):333.

29. Dejene BE, Abuhay TM, Bogale DS. Predicting the level of anemia among Ethiopian pregnant women using homogeneous ensemble machine learning algorithm. BMC Med Inform Decis Mak. 2022;22(1):247.

30. Feng J, Liang J, Qiang Z, Hao Y, Li X, Li L, et al. A hybrid stacked ensemble and Kernel SHAP-based model for intelligent cardiotocography classification and interpretability. BMC Med Inform Decis Mak. 2023;23(1):273.

31. Ma JH, Feng Z, Wu JY, Zhang Y, Di W. Learning from imbalanced fetal outcomes of systemic lupus erythematosus in artificial neural networks. BMC Med Inform Decis Mak. 2021;21(1):127.

32. Darsareh F, Ranjbar A, Farashah MV, Mehrnoush V, Shekari M, Jahromi MS. Application of machine learning to identify risk factors of birth asphyxia. BMC Pregnancy Childbirth. 2023;23(1):156.

33. Han X, Yu J, Yang X, Chen C, Zhou H, Qiu C, et al. Artificial intelligence assistance for fetal development: evaluation of an automated software for biometry measurements in the mid-trimester. BMC Pregnancy Childbirth. 2024;24(1):158.

34. Ji C, Liu K, Yang X, Cao Y, Cao X, Pan Q, et al. A novel artificial intelligence model for fetal facial profile marker measurement during the first and single-cell Raman spectroscopy. Analyst. 2022;147(9):1961-7.

16. Cao R, Huang Y, Rahmani AM, Lindsay K. Prenatal Cortisol Levels Estimation Using Heart Rate and Heart Rate Variability: A Weak Supervised Learning Based Approach. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. 2022;2022:4430-3.

17. Gabler E, Nissen M, Altstidl TR, Titzmann A, Packhauser K, Maier A, et al. Fetal Re-Identification in Multiple Pregnancy Ultrasound Images Using Deep Learning. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. 2023;2023:1-4.

18. Preis H, Djurić PM, Ajirak M, Chen T, Mane V, Garry DJ, et al. Applying machine learning methods to psychosocial screening data to improve identification of prenatal depression: Implications for clinical practice and research. Arch Womens Ment Health. 2022;25(5):965-73.

19. Dan T, Chen X, He M, Guo H, He X, Chen J, et al. DeepGA for automatically estimating fetal gestational age through ultrasound imaging. Artif Intell Med. 2023;135:102453.

20. Sun Y, Yang H, Zhou J, Wang Y. ISSMF: Integrated semantic and spatial information of multi-level features for automatic segmentation in prenatal ultrasound images. Artif Intell Med. 2022;125:102254.

21. Betts KS, Chai K, Kisely S, Alati R. Development and validation of a machine learning-based tool to predict autism among children. Autism Res. 2023;16(5):941-52.

22. Mundorf A, Kubitza N, Hünten K, Matsui H, Juckel G, Ocklenburg S, Freund N. Maternal immune activation leads to atypical turning asymmetry and reduced DRD2 mRNA expression in a rat model of schizophrenia. Behav Brain Res. 2021;414:113504.

23. Sreelakshmy R, Titus A, Sasirekha N, Logashanmugam E, Begam RB, Ramkumar G, Raju R. An Automated Deep Learning Model for the Cerebellum Segmentation from Fetal Brain Images. Biomed Res Int. 2022;2022:8342767.

24. Tang J, Han J, Xue J, Zhen L, Yang X, Pan M, et al. A Deep-Learning-Based Method Can Detect Both Common and Rare Genetic Disorders in Fetal Ultrasound. Biomedicines. 2023;11(6).

43. Wang Y, Zhang Q, Yin C, Chen L, Yang Z, Jia S, et al. Automated prediction of early spontaneous miscarriage based on the analyzing ultrasonographic gestational sac imaging by the convolutional neural network: a case-control and cohort study. BMC Pregnancy Childbirth. 2022;22(1):621.

44. Zhang Y, Tayarani M, Wang S, Liu Y, Sharma M, Joly R, et al. Identifying urban built environment factors in pregnancy care and

maternal mental health outcomes. BMC Pregnancy Childbirth. 2021;21(1):599.

45. Belciug S, Ivanescu RC, Serbanescu MS, Ispas F, Nagy R, Comanescu CM, et al. Pattern Recognition and Anomaly Detection in fetal morphology using Deep Learning and Statistical learning (PARADISE): protocol for the development of an intelligent decision support system using fetal morphology ultrasound scan to detect fetal congenital anomaly detection. BMJ Open. 2024;14(2):e077366.

46. Boujarzadeh B, Ranjbar A, Banihashemi F, Mehrnoush V, Darsareh F, Saffari M. Machine learning approach to predict postpartum haemorrhage: a systematic review protocol. BMJ Open. 2023;13(1):e067661.

47. Huang C, Luo B, Wang G, Chen P, Ren J. Development and validation of a prediction model for intrapartum cesarean delivery based on the artificial neural networks approach: a protocol for a prospective nested case-control study. BMJ Open. 2023;13(2):e066753.

48. Ranjbar A, Taeidi E, Mehrnoush V, Roozbeh N, Darsareh F. Machine learning models for predicting pre-eclampsia: a systematic review protocol. BMJ Open. 2023;13(9):e074705.

49. Kao WH, Kuo CF, Chang CC, Liu YC, Wang CC, Hsu JT, Chuang YF. Cancer survivorship and risk of pregnancy complications, adverse obstetric outcomes, and maternal morbidities in female adolescents and young adults: a nationwide population-based study from Taiwan. Br J Cancer. 2023;129(3):503-10.

50. Gaunt T. Prenatal imaging advances: physiology and function to motion correction and AI-introductory editorial. Br J Radiol. 2023;96(1147):0.

trimester. BMC Pregnancy Childbirth. 2023;23(1):718.

35. Jing G, Huwei S, Chao C, Lei C, Ping W, Zhongzhou X, et al. A predictive model of macrosomic birth based upon real-world clinical data from pregnant women. BMC Pregnancy Childbirth. 2022;22(1):651.

36. Khatibi T, Hanifi E, Sepehri MM, Allahqoli L. Proposing a machine-learning based method to predict stillbirth before and during delivery and ranking the features: nationwide retrospective cross-sectional study. BMC Pregnancy Childbirth. 2021;21(1):202.

37. Lee KS, Kim HY, Lee SJ, Kwon SO, Na S, Hwang HS, et al. Prediction of newborn's body mass index using nationwide multicenter ultrasound data: a machine-learning study. BMC Pregnancy Childbirth. 2021;21(1):172.

38. Ranjbar A, Montazeri F, Ghamsari SR, Mehrnoush V, Roozbeh N, Darsareh F. Machine learning models for predicting preeclampsia: a systematic review. BMC Pregnancy Childbirth. 2024;24(1):6.

39. Sazawal S, Ryckman KK, Das S, Khanam R, Nisar I, Jasper E, et al. Machine learning guided postnatal gestational age assessment using new-born screening metabolomic data in South Asia and sub-Saharan Africa. BMC Pregnancy Childbirth. 2021;21(1):609.

40. Ungureanu A, Marcu AS, Patru CL, Ruican D, Nagy R, Stoean R, et al. Learning deep architectures for the interpretation of first-trimester fetal echocardiography (LIFE) - a study protocol for developing an automated intelligent decision support system for early fetal echocardiography. BMC Pregnancy Childbirth. 2023;23(1):20.

41. Vijayram R, Damaraju N, Xavier A, Desiraju BK, Thiruvengadam R, Misra S, et al. Comparison of first trimester dating methods for gestational age estimation and their implication on preterm birth classification in a North Indian cohort. BMC Pregnancy Childbirth. 2021;21(1):343.

42. Wang Y, Shi Y, Zhang C, Su K, Hu Y, Chen L, et al. Fetal weight estimation based on deep neural network: a retrospective observational study. BMC Pregnancy Childbirth. 2023;23(1):560.

51. Davidson L, Boland MR. Towards deep phenotyping pregnancy: a systematic review on artificial intelligence and machine learning methods to improve pregnancy outcomes. Brief Bioinform. 2021;22(5).

52. Jia P, Manuel AM, Fernandes BS, Dai Y, Zhao Z. Distinct effect of prenatal and postnatal brain expression across 20 brain disorders and anthropometric social traits: a systematic study of spatiotemporal modularity. Brief Bioinform. 2021;22(6).

53. Zhou M, Qiu W, Ohashi N, Sun L, Wronski ML, Kouyama-Suzuki E, et al. Deep-Learning-Based Analysis Reveals a Social Behavior Deficit in Mice Exposed Prenatally to Nicotine. Cells. 2024;13(3).

54. Alex AM, Ruvio T, Xia K, Jha SC, Girault JB, Wang L, et al. Influence of gonadal steroids on cortical surface area in infancy. Cereb Cortex. 2022;32(15):3206-23.

55. Zhao Y, Wang M, Hu K, Wang Q, Lou J, Fan L, Liu B. The development of cortical functional hierarchy is associated with the molecular organization of prenatal/postnatal periods. Cereb Cortex. 2023;33(8):4248-61.

56. Mastrolorito F, Togo MV, Gambacorta N, Trisciuzzi D, Giannuzzi V, Bonifazi F, et al. TISBE: A Public Web Platform for the Consensus-Based Explainable Prediction of Developmental Toxicity. Chem Res Toxicol. 2024;37(2):323-39.

57. Xia TH, Tan M, Li JH, Wang JJ, Wu QQ, Kong DX. Establish a normal fetal lung gestational age grading model and explore the potential value of deep learning algorithms in fetal lung maturity evaluation. Chin Med J (Engl). 2021;134(15):1828-37.

58. Barber N, Freud L. Advances in Fetal Cardiac Imaging and Intervention. CJC Pediatr Congenit Heart Dis. 2024;3(1):33-42.

59. Jacquemyn X, Kutty S, Manlhiot C. The Lifelong Impact of Artificial Intelligence and Clinical Prediction Models on Patients With Tetralogy of Fallot. CJC Pediatr Congenit Heart Dis. 2023;2(6Part A):440-52.

60. Boddupally K, Rani Thuraka E. Artificial intelligence for prenatal chromosome analysis. Clin Chim Acta. 2024;552:117669.

61. He F, Lin B, Mou K, Jin L, Liu J. A machine learning model for the prediction of down syndrome in second trimester antenatal screening. Clin Chim Acta. 2021;521:206-11.

62. Thomas MSC, Coecke S. Associations between Socioeconomic Status, Cognition, and Brain Structure: Evaluating Potential Causal Pathways Through Mechanistic Models of Development. Cogn Sci. 2023;47(1):e13217.

63. Karolis VR, Fitzgibbon SP, Cordero-Grande L, Farahibozorg SR, Price AN, Hughes EJ, et al. Maturational networks of human fetal brain activity reveal emerging connectivity patterns prior to ex-utero exposure. Commun Biol. 2023;6(1):661.

64. Koivu A, Sairanen M, Airola A, Pahikkala T, Leung WC, Lo TK, Sahota DS. Adaptive risk prediction system with incremental and transfer learning. Comput Biol Med. 2021;138:104886.

65. Zhang Z, Xiao Q, Luo J. Infant death prediction using machine learning: A population-based retrospective study. Comput Biol Med. 2023;165:107423.

66. Liang S, Peng J, Xu Y, Ye H. Passive Fetal Movement Recognition Approaches Using Hyperparameter Tuned LightGBM Model and Bayesian Optimization. Comput Intell Neurosci. 2021;2021:6252362.

67. Lu Y, Zhi D, Zhou M, Lai F, Chen G, Ou Z, et al. Multitask Deep Neural Network for the Fully Automatic Measurement of the Angle of Progression. Comput Math Methods Med. 2022;2022:5192338.

68. Wang Q, Liu D, Liu G. Value of Ultrasonic Image Features in Diagnosis of Perinatal Outcomes of Severe Preeclampsia on account of Deep Learning Algorithm. Comput Math Methods Med. 2022;2022:4010339.

69. Wang X, Liu Z, Du Y, Diao Y, Liu P, Lv G, Zhang H. Recognition of Fetal Facial Ultrasound Standard Plane Based on Texture Feature Fusion. Comput Math Methods Med. 2021;2021:6656942.

70. Wu H, Wu B, Lai F, Liu P, Lyu G, He S, Dai J. Application of Artificial Intelligence in Anatomical Structure Recognition of Standard Section of Fetal Heart. Comput Math Methods Med. 2023;2023:5650378.

71. Yang X, Chen Z, Jia X. Deep Learning Algorithm-Based Ultrasound Image Information in Diagnosis and Treatment of Pernicious Placenta Previa. Comput Math Methods Med. 2022;2022:3452176.

72. Bertoncelli CM, Costantini S, Persia F, Bertoncelli D, D'Auria D. PredictMed-epilepsy: A multi-agent based system for epilepsy detection and prediction in neuropediatrics. Comput Methods Programs Biomed. 2023;236:107548.

73. Cao Q, Sun H, Wang H, Liu X, Lu Y, Huo L. Comparative study of neonatal brain injury fetuses using machine learning methods for perinatal data. Comput Methods Programs Biomed. 2023;240:107701.

74. Liang H, Lu Y. A CNN-RNN unified framework for intrapartum cardiotocograph classification. Comput Methods Programs Biomed. 2023;229:107300.

75. Wang Y, Li YZ, Lai QQ, Li ST, Huang J. RU-Net: An improved U-Net placenta segmentation network based on ResNet. Comput Methods Programs Biomed. 2022;227:107206.

76. Taeidi E, Ranjbar A, Montazeri F, Mehrnoush V, Darsareh F. Machine Learning-Based Approach to Predict Intrauterine Growth Restriction. Cureus. 2023;15(7):e41448.

77. Karthik KV, Rajalingam A, Shivashankar M, Ganjiwale A. Recursive Feature Elimination-based Biomarker Identification for Open Neural Tube Defects. Curr Genomics. 2022;23(3):195-206.

78. Youssef A, Pilu G. Brain views that benefit from three-dimensional ultrasound. Curr Opin Obstet Gynecol. 2021;33(2):135-42.

79. Arain Z, Iliodromiti S, Slabaugh G, David AL, Chowdhury TT. Machine learning and disease prediction in obstetrics. Curr Res Physiol. 2023;6:100099.

80. Ambroise Grandjean G, Oster J, Dap M, Morel O, Hossu G. Artificial intelligence and fetal ultrasound biometry: Challenges and perspectives. Diagn Interv Imaging. 2023;104(4):200-1.

81. Bertoncelli CM, Bertoncelli D, Bagui SS, Bagui SC, Costantini S, Solla F. Identifying Postural Instability in Children with Cerebral Palsy Using a Predictive Model: A Longitudinal Multicenter Study. Diagnostics (Basel). 2023;13(12).