گزارش mdt مورخ 30 آبان 1403

دکتر م. کاظمی

بررسی کاربرد هوش مصنوعی (AI) در انتخاب اسپرم

**۱. مقدمه**

* نقش هوش مصنوعی در انتخاب اسپرم با هدف بهبود نتایج درمان‌های باروری از طریق خودکارسازی و ارتقای تحلیل اسپرم طراحی شده است.
* چالش‌های انتخاب دستی اسپرم شامل ذهنی بودن، ناپایداری نتایج، و زمان‌بر بودن است که راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به دنبال رفع آن‌ها هستند.

**۲. ارزیابی مورفولوژی اسپرم با استفاده از هوش مصنوعی**

* مدل‌ها و الگوریتم‌های مختلف هوش مصنوعی برای طبقه‌بندی مورفولوژی اسپرم و ارزیابی اجزای مختلف آن (مانند سر، میانی و دم) توسعه داده شده‌اند.
* روش‌ها شامل یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی و ماشین‌های بردار پشتیبان بوده و دقت‌هایی بین ۵۰٪ تا ۱۰۰٪ ارائه داده‌اند.
* مطالعات بر شناسایی ناهنجاری‌های مورفولوژیکی و ارتباط آن‌ها با نتایج باروری تمرکز دارند.

**۳. یکپارچگی DNA اسپرم**

* روش‌های هوش مصنوعی تلاش دارند تا شکستگی‌های DNA در اسپرم را به‌صورت غیرتهاجمی ارزیابی کرده و مورفولوژی را با یکپارچگی DNA مرتبط کنند.
* مدل‌های یادگیری ماشین و الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای پیش‌بینی شاخص‌های شکستگی DNA (DFI) بر اساس مورفولوژی اسپرم به کار گرفته شده‌اند.

**۴. ارزیابی حرکت اسپرم با هوش مصنوعی**

* هوش مصنوعی امکان تحلیل پیشرفته حرکت اسپرم را با استفاده از ابزارهایی مانند تحلیل اسپرم به کمک کامپیوتر (CASA) و تصویربرداری هولوگرافیک فراهم می‌کند.
* تکنیک‌هایی مانند تراشه‌های میکروفلوئیدی و مدل‌های یادگیری ماشین برای ردیابی و تحلیل حرکت اسپرم‌های منفرد توسعه داده شده‌اند.
* مطالعات دقت بالایی در پیش‌بینی حرکت و ردیابی رفتار اسپرم‌ها نشان داده‌اند.

**۵. کاربرد مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی**

* سیستم‌های خودکار اکنون قادر به ادغام ارزیابی مورفولوژی و حرکت هستند و کارایی فرآیندهایی مانند تزریق اسپرم به داخل تخمک (ICSI) را افزایش می‌دهند.
* فناوری‌های پیشرفته تصویربرداری و ردیابی امکان ارزیابی‌های همزمان مورفولوژی و حرکت را فراهم کرده و داده‌ها را سریع‌تر جمع‌آوری می‌کنند.

**۶. معیارهای عملکرد**

* معیارهای کلیدی برای ارزیابی اسپرم شامل اندازه‌گیری‌های سرعت (مانند سرعت خط مستقیم)، خطی بودن مسیر، الگوهای حرکت سر، و تحلیل فرکانس هستند.
* این معیارها به اصلاح مدل‌های هوش مصنوعی و ارتقای قدرت پیش‌بینی آن‌ها کمک می‌کنند.

**۷. نتیجه‌گیری**

* هوش مصنوعی پتانسیل بالایی در پزشکی باروری دارد و روش‌هایی دقیق، کارآمد و عینی برای انتخاب اسپرم ارائه می‌دهد.
* تحقیقات آینده برای بهبود الگوریتم‌ها، گسترش مجموعه داده‌ها و ادغام چندین شیوه تحلیل اسپرم ضروری است.

دکتر زریسفی:

**۱. مقدمه و اهمیت انتخاب اسپرم در ART**

* ناباروری یک چالش جهانی است که در ۵۰٪ موارد به عوامل مردانه نسبت داده می‌شود.
* انتخاب اسپرم مناسب برای موفقیت در درمان‌هایی مانند تزریق اسپرم به داخل تخمک (ICSI) حیاتی است.
* روش‌های رایج (مانند **شناورسازی** و **سانتریفیوژ چگالی**) به شدت به قضاوت اپراتور وابسته‌اند و دارای محدودیت‌هایی از جمله خطای انسانی و عدم دقت کافی هستند.

**۲. هوش مصنوعی: تعریف و کاربردها**

* **تعریف:** هوش مصنوعی به توانایی سیستم‌های مهندسی برای کسب، پردازش، و اعمال دانش و مهارت اطلاق می‌شود.
* **کاربردها در پزشکی:**
  + پشتیبانی از پزشکان در تصمیم‌گیری‌های کلینیکی.
  + توسعه مدل‌های پیش‌بینی برای نتایج درمانی.
* در حوزه **اندولوژی**، هوش مصنوعی می‌تواند با کاهش هزینه‌ها و زمان، دقت تحلیل‌های مربوط به اسپرم را افزایش دهد.

**۳. کاربردهای اصلی هوش مصنوعی در ART**

**الف. ارزیابی مورفولوژی اسپرم**

* مورفولوژی اسپرم به عنوان معیاری کلیدی برای پیش‌بینی موفقیت باروری مطرح است.
* ویژگی‌های مطلوب اسپرم:
  + سر صاف و بیضی‌شکل.
  + پوشش آکروزوم در ۴۰-۷۰٪ از سر.
  + عدم وجود واکوئل‌های بزرگ یا کوچک.
* **روش‌های AI:**
  + استفاده از **شبکه‌های عصبی عمیق** و **ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM)** برای تحلیل دقیق و سریع.
  + دقت بالا در شناسایی ناهنجاری‌های اسپرم.

**ب. تحلیل حرکت اسپرم**

* ابزارها:
  + **CASA:** تحلیل حرکت اسپرم به کمک کامپیوتر.
  + **تصویربرداری هولوگرافیک:** تحلیل سه‌بعدی حرکت دم اسپرم.
  + **پلتفرم‌های مایکروفلوئیدیک:** برای بررسی حرکت و DNA اسپرم در سطح فردی.
* یافته‌ها نشان می‌دهند AI می‌تواند الگوهای حرکت اسپرم را شناسایی و دسته‌بندی کند.

**ج. تحلیل DNA اسپرم**

* روش‌های فعلی تحلیل DNA مانند SCSA محدود به سطح نمونه هستند و به اطلاعات دقیق درباره یک اسپرم خاص نمی‌پردازند.
* AI روش‌های غیرتهاجمی برای تحلیل DNA اسپرم منفرد فراهم کرده و دقت در انتخاب اسپرم را افزایش می‌دهد.

**۴. بهبود روش‌ها و مطالعات انجام‌شده**

* در یک مطالعه، **AI زمان شناسایی اسپرم** را از نمونه‌های جراحی از ساعت‌ها به چند دقیقه کاهش داد.
* AI توانست در کمتر از ۱۰۰۰م ثانیه ۱۹۹۷ اسپرم را شناسایی کند، درحالی‌که یک جنین‌شناس در همان مدت ۱۹۳۷ اسپرم شناسایی کرده بود.
* **مدل‌های پیش‌بینی هوش مصنوعی:**
  + **XGBoost** برای پیش‌بینی بارداری بالینی.
  + **Random Forest** برای پیش‌بینی تغییرات غلظت اسپرم پس از جراحی واریکوسل.

**۵. اعتبارات اخلاقی**

* نگرانی‌ها شامل حفظ حریم خصوصی داده‌ها، شفافیت در تصمیم‌گیری و کنترل پزشک بر فرآیند است.
* این سوال مطرح است که در صورت تضاد بین نظر پزشک و الگوریتم، تصمیم نهایی بر چه اساسی اتخاذ شود.
* ابزارهای جدید معمولاً گران‌قیمت هستند و نیازمند ارزیابی مقرون‌به‌صرفه بودن می‌باشند.

**۶. نتایج مهم و دستاوردهای کلیدی**

* AI توانسته است دقت و کارایی در انتخاب اسپرم را به میزان قابل‌توجهی افزایش دهد.
* استفاده از هوش مصنوعی در تحلیل حرکت اسپرم، الگوهایی مانند حرکت‌های چرخشی را شناسایی کرده که با ناهنجاری‌های کروموزومی در زیگوت‌ها مرتبط است.
* در یک مطالعه بزرگ با ۸۰۰۰ شرکت‌کننده، **مدل‌های یادگیری ماشین مانند YOLO\_v8** توانستند با دقت بالایی اسپرم‌ها را بر اساس الگوهای حرکتی دسته‌بندی کنند.

**۷. نتیجه‌گیری**

* هوش مصنوعی یک ابزار نویدبخش برای بهبود نتایج درمان ناباروری است.
* با تحلیل دقیق مورفولوژی، حرکت و DNA اسپرم، AI می‌تواند به انتخاب بهتر و موفقیت بیشتر در ART کمک کند.
* تحقیقات بیشتری برای ادغام هوش مصنوعی با فناوری‌های موجود و بهبود الگوریتم‌ها ضروری است.