

Inteligencia artificial (IA) y Esclerosis Múltiple (EM)

La IA promete ayudar a médicos en el diagnóstico y pronóstico de la EM, mejorando los resultados de los pacientes y la calidad de vida; garantizar la interpretabilidad y la transparencia de los resultados generados será clave para facilitar su integración en la práctica clínica.

Introducción

Los criterios de diagnóstico actuales para EM están establecidos en los criterios de McDonald de 2017, con un énfasis en el diagnóstico temprano y el uso de resonancia magnética (MRI) como herramienta clave. La EM es una enfermedad heterogénea con diversas manifestaciones clínicas, lo que complica su seguimiento y requiere una combinación de datos clínicos, de laboratorio y radiológicos. Los médicos también utilizan otras herramientas como biomarcadores y evaluaciones neuropsicológicas. La inteligencia artificial (IA) se presenta como una solución prometedora para mejorar el diagnóstico, identificar marcadores de pronóstico y desarrollar terapias. Los modelos de aprendizaje automático (MAA) son especialmente útiles para analizar grandes conjuntos de datos, en particular, neuroimágenes y resonancias magnéticas. Esta revisión ofrece una visión general de las aplicaciones potenciales de IA/ML en EM.

Aplicaciones de IA en la Investigación de la patogénesis de la EM

Diversos biomarcadores, como niveles séricos, marcadores del líquido cefalorraquídeo (LCR) y neuroimágenes, son fundamentales para el diagnóstico de EM. La IA puede facilitar la interpretación de estos biomarcadores, conduciendo a diagnósticos más precisos y tratamientos personalizados.

Niveles Séricos

El uso de técnicas avanzadas de modelos de aprendizaje automático MAA permitió explorar relaciones más sofisticadas en la predicción de resultados con mayor precisión, pero a menudo a costa de una menor generalización e interpretabilidad. En estudios recientes, la IA también ha sido aplicada para predecir cambios en la capa de la retina utilizando la cadena ligera de neurofilamentos séricos (sNfL) y para predecir cambios cognitivos en EM usando

sNfL.

Marcadores del LCR en la Investigación de la EM

Estudios recientes han desarrollado modelos predictivos de ML que distinguen la EM de otras enfermedades neurológicas utilizando citocinas del LCR. Estos avances subrayan la importancia de las técnicas de aprendizaje automático en la mejora de la precisión diagnóstica y en la comprensión de la patogénesis de la EM.

Funciones de Neuroimagen en EM

Los avances recientes en inteligencia artificial (IA) han impulsado el desarrollo de herramientas para mejorar la resolución de las imágenes de RM, aplicar aprendizaje profundo para generar imágenes sintéticas o mejorar el contraste, y emplear IA generativa para segmentación y generación de datos sintéticos. También se están desarrollando biomarcadores globales, como la diferencia de edad cerebral prevista (BrainPAD), utilizando redes neuronales gráficas o redes basadas en gráficos.

Otros Dominios de Aplicación de IA en EM

Base Genética

La base genética de la esclerosis múltiple (EM) ha sido objeto de estudio, destacando el papel crucial de los modelos de aprendizaje automático (ML) tanto supervisados como no supervisados en el análisis de grandes conjuntos de datos genéticos.

Aplicaciones de IA en el Diagnóstico

A pesar de los avances en resonancia magnética y las actualizaciones de los criterios de McDonald, persisten altas tasas de diagnóstico erróneo en EM debido a la falta de biomarcadores específicos y las imitaciones neurorradiológicas. El aprendizaje automático ofrece modelos predictivos avanzados que pueden diferenciar la EM de otras patologías mediante análisis de datos complejos, que son difíciles de interpretar con métodos estadísticos tradicionales. Ejemplos incluyen el uso de redes neuronales convolucionales (CNN) para diferenciar la EM de controles sanos (HC) y de imitaciones radiológicas. Además, los modelos de ML también se han aplicado a datos clínicos alternativos, como el análisis de grabaciones de voz para distinguir la EM de los HC, y a parámetros recogidos por sensores portátiles para monitorear la marcha y la deambulación en la EM.

El Inteligencia artificial (IA) representa una oportunidad para avanzar en la comprensión y gestión de la EM

Adaptado de:
"Artificial Intelligence and Multiple Sclerosis"

Autores:
Moein Amin, Eloy Martínez-Heras, Daniel Ontaneda & Ferran Prados Carrasco

Publicado en:
Current Neurology and Neuroscience Reports (2024) 24:233–243

Fuente:
<https://doi.org/10.1007/s11910-024-01354-x>

Segmentación de Lesiones en Neuroimagen

Uno de los métodos establecidos en ML para el análisis de neuroimagen de EM es la segmentación automática de lesiones en resonancia magnética. La implementación de conjuntos de datos como Open MS Data y MSSEG-2 ha estandarizado los puntos de referencia para el desarrollo de modelos robustos. Las arquitecturas avanzadas, como la nnU-Net v2 tras basadas en 3D-CNN, han optimizado la segmentación de estructuras complejas y la identificación de biomarcadores, abordando desafíos de variabilidad en las adquisiciones de resonancia magnética.

Aplicaciones de IA en el pronóstico de la EM

Los modelos de pronóstico tradicionales basados en datos poblacionales enfrentan el reto de la heterogeneidad de la enfermedad. Los modelos de aprendizaje automático (ML) permiten integrar grandes conjuntos de datos para proporcionar pronósticos más precisos a nivel individual.

Predicción del riesgo de discapacidad y caídas

Bosque Aleatorio: Se utiliza para predecir el riesgo de caídas mediante datos posturales y ambulatorios. Este modelo de ML supervisado mejora la precisión y reduce el sobreajuste al promediar decisiones de múltiples árboles de decisión, aunque puede tener limitaciones en interpretabilidad y generalización.

XGBoost: Empleado para predecir actividad de la enfermedad en pacientes tratados con cladribina, puede ser susceptible al sobreajuste con conjuntos de datos pequeños.

Neuroimagen: Se han desarrollado soluciones de IA que generan informes volumétricos cuantitativos transversales y longitudinales para evaluar biomarcadores de EM (volumen de lesión, recuento de lesiones, atrofia cerebral). Estos informes contextualizan los resultados individuales en comparación con bases de datos normativas y requieren validación clínica y pruebas de usuario final para una adopción generalizada.

Desafíos y Limitaciones Actuales en el Uso de IA para la EM

Uno de los principales desafíos en la investigación de la EM es obtener grandes conjuntos de datos estandarizados, como imágenes de resonancia magnética, muestras de sangre y datos clínicos, necesarios para entrenar modelos de inteligencia artificial (IA) robustos. La disponibilidad de estos datos es crucial para validar resultados relacionados con la neurodegeneración y la progresión de la EM, pero los marcos éticos y de cumplimiento actuales limitan la creación de tales conjuntos.

Para avanzar en la investigación, es necesario adoptar enfoques de ciencia abierta que promuevan la colaboración y la transparencia. El principio FAIR (Encontrable, Accesible, Interoperable y Reutilizable) destaca la importancia de la disponibilidad pública de datos para maximizar su utilidad en la investigación.

Los modelos de IA actuales a menudo funcionan como "cajas negras", lo que dificulta su interpretación y validación. Es fundamental que los algoritmos de IA sean transparentes y comprensibles para ganar la confianza de médicos y pacientes.

El uso de IA plantea preocupaciones éticas, como la representación desigual de poblaciones en los datos, la reducción de la interacción humana en la toma de decisiones, y la propiedad intelectual.

Estos desafíos subrayan la necesidad de enfoques más inclusivos y transparentes en el desarrollo y la implementación de herramientas de IA en la investigación y el manejo de la esclerosis múltiple.

Perspectiva del Futuro

El uso de aprendizaje automático (ML) en la esclerosis múltiple (EM) ofrece oportunidades prometedoras para abordar necesidades clínicas insatisfechas.

Además de las técnicas convencionales de resonancia magnética, hay interés en aplicar ML a la radiómica para diferenciar EM de otras patologías y entender su fisiopatología. Los modelos de IA generativa, como ChatGPT, están en fases experimentales pero muestran potencial en la comunicación con pacientes, ofreciendo respuestas simples y en tiempo real. Sin embargo, su integración en la práctica clínica requiere más investigación debido a limitaciones como respuestas inexactas y adaptabilidad limitada.

Conclusiones

La integración de IA en la práctica clínica de la EM tiene el potencial de transformar el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad, mejorando la atención al paciente. Los modelos de IA pueden proporcionar información valiosa para la toma de decisiones, eficiencia y efectividad en el cuidado del paciente. Se necesita más investigación para fortalecer estos modelos y fomentar el intercambio de datos de EM. La disponibilidad de tecnología avanzada, como la computación cuántica, promete análisis más sofisticados. Es crucial superar desafíos de interpretabilidad y transparencia para ganar la confianza de médicos y pacientes.