

Detección temprana de la enfermedad de Alzheimer en imágenes de resonancia magnética

Integrantes

- Santiago Ospina Fajardo
- David Felipe Bermudez
- Laura Melissa Vargas

Introducción

La enfermedad de Alzheimer es un trastorno del cerebro que empeora con el tiempo. Se caracteriza por cambios en el cerebro que derivan en depósitos de ciertas proteínas. La enfermedad de Alzheimer hace que el cerebro se encoja y que las neuronas cerebrales, a la larga, mueran. La enfermedad de Alzheimer es la causa más común de demencia, un deterioro gradual en la memoria, el pensamiento, el comportamiento y las habilidades sociales. Estos cambios afectan la capacidad de funcionamiento de una persona. [1]

Nuestro proyecto se centra en el uso avanzado de imágenes MRI para desarrollar un método que permita la detección temprana de esta, donde su principal enfoque del estudio está en la identificación de patrones de atrofia en regiones clave del cerebro, como el hipocampo, que muestran signos de deterioro incluso en las primeras fases del Alzheimer. Utilizando imágenes MRI transformadas y normalizadas al espacio de coordenadas de Talairach y Tournoux, garantizamos una comparación precisa entre cerebros de diferentes individuos, lo que nos permitirá identificar cambios estructurales asociados con la enfermedad. Al analizar estas diferencias, buscamos establecer biomarcadores que ayuden a diferenciar el envejecimiento normal de los signos tempranos del Alzheimer.

Contexto del problema

El diagnóstico temprano de la enfermedad de Alzheimer sigue siendo un reto debido a la falta de herramientas precisas y accesibles que identifiquen cambios cerebrales tempranos mediante neuroimagen, aunque tecnologías como la resonancia magnética (MRI) y la tomografía por emisión de positrones (PET) han avanzado, su sensibilidad para detectar los cambios sutiles en las etapas iniciales de la enfermedad es limitada, esto crea una “zona gris” diagnóstica donde los signos del Alzheimer son difíciles de distinguir del envejecimiento normal, lo que retrasa el inicio de tratamientos potencialmente efectivos, además, la interpretación de neuroimágenes es subjetiva, lo que genera variabilidad entre los profesionales, agravando la inconsistencia diagnóstica. Otro obstáculo importante, es la falta de biomarcadores específicos y unificados que permitan un diagnóstico temprano fiable, aunque se han identificado marcadores prometedores, como la proteína beta-amiloide y tau, no existe consenso sobre su integración con los hallazgos de neuroimagen, asimismo, la accesibilidad a tecnologías avanzadas, como el PET con

trazadores específicos, está limitada por su elevado costo y la falta de disponibilidad en muchas regiones, lo que amplía la brecha entre los avances en investigación y su aplicación clínica rutinaria. [2]

- **Problema**

Actualmente, existe una significativa falta de información precisa y accesible para identificar los cambios cerebrales tempranos asociados con el Alzheimer mediante técnicas de neuroimagen, este problema es crucial, ya que el diagnóstico temprano permite un manejo más eficaz de la enfermedad, proporcionando una ventana de tiempo para intervenciones que pueden ralentizar su progresión.

- **Descripción de imágenes**

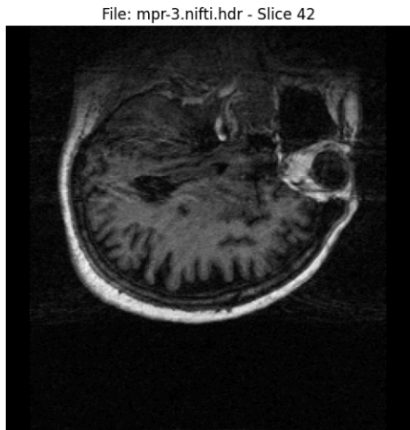
El conjunto de imágenes de este proyecto corresponde a exploraciones cerebrales por resonancia magnética (MRI) de varios sujetos. Las imágenes originales fueron convertidas al formato propietario IMA de Siemens al formato estándar NIfTI1 de 16 bits mediante un programa de conversión personalizado. Durante este proceso, se aseguraron de eliminar cualquier información identificativa de los pacientes, como el ID y la fecha de la exploración, para proteger su privacidad.

Posteriormente, las imágenes fueron corregidas para movimientos inter escáner de la cabeza y transformadas espacialmente al espacio de atlas de Talairach y Tournoux (1988), utilizando una transformación rígida. Este proceso permitió alinear todos los cerebros dentro de un mismo sistema de coordenadas y caja de referencia, lo que facilita su comparación. El atlas utilizado era un modelo combinado, generado a partir de un grupo representativo de adultos jóvenes y mayores, lo que ayuda a evitar sesgos en la normalización de cerebros con atrofia.

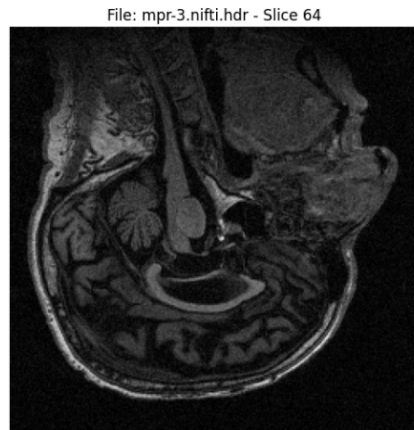
Para optimizar la calidad de las imágenes, se aplicó una transformación afín de 12 parámetros, y las imágenes fueron registradas y resampleadas a una resolución isotrópica de 1 mm dentro del espacio del atlas. Los pasos siguientes incluyeron la eliminación del cráneo de las imágenes mediante una máscara ajustada y la corrección de variaciones de intensidad debidas a la inhomogeneidad del campo magnético, utilizando un modelo cuadrático basado en datos de un fantasma.

De todos los sujetos escogimos con base a su CDR (Clinical Dementia Rating), los siguientes:

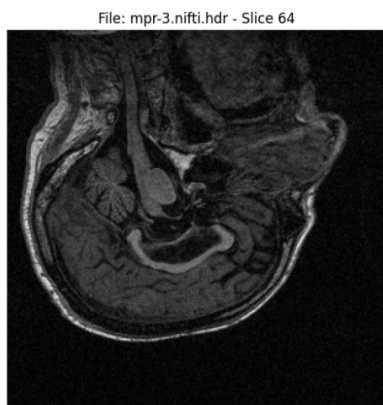
OAS2-007-MR3 CDR = 1



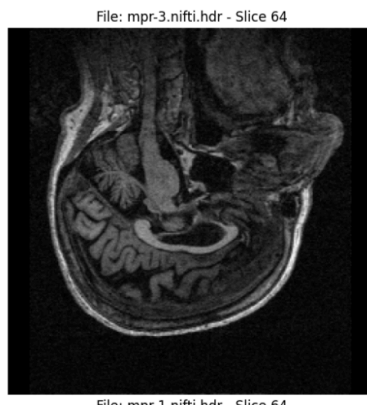
OAS2-048-MR5 CDR = 1



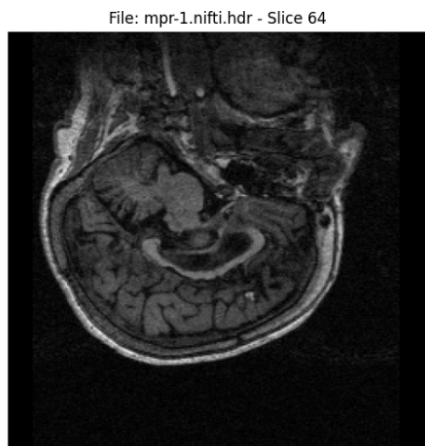
OAS2-037-MR4 CDR=0.5



OAS2-012-MR3 CDR=0



OAS2-013-MR3 CDR=0



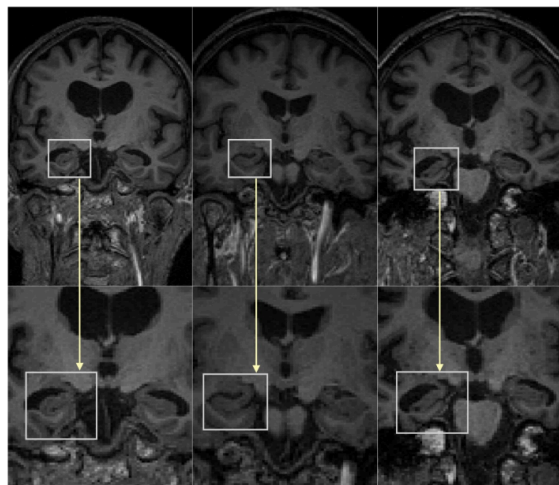
- **Posible resultado**

En pacientes con Alzheimer, una de las características más evidentes es la atrofia del

hipocampo, una estructura clave del cerebro involucrada en la memoria y el aprendizaje. Esta atrofia es el resultado de la muerte neuronal progresiva, que se acelera con la enfermedad, afectando gravemente las funciones cognitivas del paciente. La resonancia magnética (MRI) se utiliza comúnmente para observar estos cambios estructurales, permitiendo medir con precisión la pérdida de volumen en el hipocampo y otras áreas cerebrales.

Este tipo de análisis comparativo basado en imágenes de resonancia magnética es fundamental para la detección temprana y el seguimiento de la progresión del Alzheimer, ya que permite evaluar de manera no invasiva los cambios estructurales en el cerebro que están directamente relacionados con el deterioro cognitivo.

En la siguiente figura, se pueden comparar tres imágenes de resonancia magnética que muestran claramente las diferencias en el tamaño del hipocampo entre un paciente sano, un paciente con deterioro cognitivo leve temprano y un paciente con Alzheimer.



Nuestra propuesta de solución se basa en el uso de imágenes de resonancia magnética (MRI) para predecir la aparición y progresión de la enfermedad de Alzheimer. A través de técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes, especialmente centradas en áreas clave como el hipocampo, buscamos identificar patrones tempranos de atrofia cerebral asociados con el deterioro cognitivo.

- **Referencias**

[1] Enfermedad de Alzheimer - Síntomas y causas - Mayo Clinic. (2024, 10 de julio).

Top-ranked Hospital in the Nation - Mayo Clinic.

<https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/alzheimers-disease/symptoms-causes/syc-20350447>

[2] Izquierdo, C., & Medina, J. (2013). Deterioro cognitivo leve y enfermedad de Alzheimer: diagnóstico precoz mediante neuroimagen funcional y estructural.

Radiología, 55(3), 198-206. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2012.12.007>