



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO**

**PRESENCIA DE CAMBIOS ESTRUCTURALES  
RELACIONADOS A LA APARICIÓN  
TEMPRANA DE ALZHEIMER MEDIANTE  
RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL HOSPITAL  
JUÁREZ DE MÉXICO**

**TESIS**

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA  
IMAGENOLOGIA DIAGNÓSTICA Y TERAPEÚTICA

PRESENTA:

**MARIANA LUCÍA LÓPEZ CARRANZA**

DIRECTOR CLÍNICO DE TESIS

**DR. JOSÉ MANUEL ROCHA ABRICA**

DIRECTOR METODOLÓGICO DE TESIS

**DR. ENRIQUE GRANADOS SANDOVAL**



CIUDAD DE MÉXICO, 2025



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## ÍNDICE

1. Resumen.....	4
2. Introducción.....	5
3. Marco teórico.....	6
4. Justificación.....	14
5. Pregunta de investigación.....	14
6. Objetivos.....	14
7. Metodología.....	15
7.1 Diseño de la investigación.....	15
7.2. Definición de población.....	15
7.2.1 Selección de participantes.....	15
7.2.2 Tamaño de la muestra.....	16
7.3 Definición de variables.....	16
7.4. Análisis estadístico.....	18
8. Recursos.....	18
9. Aspectos éticos.....	19
10. Aspectos de bioseguridad.....	20
11. Cronograma de actividades.....	21
12. Resultados y análisis.....	22
13. Discusión.....	25
14 Conclusiones.....	27
15. Bibliografía.....	28
16. Anexos.....	32

## 1. Resumen

La enfermedad de Alzheimer es la demencia más frecuente, en el 2050 habrá más millones de personas afectadas y hoy en día es incurable.

El objetivo de este trabajo es determinar la frecuencia de cambios estructurales a nivel cerebral relacionados a la aparición temprana de Alzheimer mediante resonancia magnética estructural en la enfermedad de Alzheimer (EA).

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos publicados a texto completo en español e inglés desde 2010 hasta 2024, utilizando las palabras clave Neuroimagen y Alzheimer, RM y Alzheimer.

En general, la técnica estructural más empleada es la RM y se ha utilizado principalmente para el estudio del grado de neurodegeneración en EA; se observó una atrofia o pérdida de volumen neural progresiva desde zonas temporales hacia regiones parietales y frontales en etapas avanzadas.

Con el estudio realizado no se logró alcanzar el objetivo y queda abierto para otra investigación, para mejorar la calidad de vida de los pacientes que padecen EA e igualmente desarrollar investigaciones que incluyan la inteligencia artificial y el uso de técnicas más novedosas en Resonancia Magnética.

# **PRESENCIA DE CAMBIOS ESTRUCTURALES RELACIONADOS A LA APARICIÓN TEMPRANA DE ALZHEIMER MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL HOSPITAL JUAREZ DE MÉXICO**

## **2. Introducción**

La enfermedad de Alzheimer se caracteriza como un proceso neurodegenerativo, progresivo, irreversible y potencialmente incurable, que afecta de manera gradual la memoria, el pensamiento y la capacidad para llevar a cabo actividades diarias, conduciendo a un estado de discapacidad y dependencia.

Este es el tipo más común de demencia y se manifiesta en personas mayores de 65 años. Se reconoce que la enfermedad se presenta décadas antes de la aparición de los síntomas (20 o 30 años), por lo que su detección temprana y clasificación son tareas fundamentales para los profesionales de la medicina. Un diagnóstico temprano permite la implementación de intervenciones terapéuticas destinadas a ralentizar la progresión de la enfermedad.

En las últimas décadas se desarrollaron múltiples líneas de investigación para el diagnóstico precoz de la EA, ya que los cambios estructurales clásicos, que incluyen la atrofia cerebral de predominio de estructuras hipocampales, pueden observarse en estadios avanzados de la enfermedad.

La resonancia magnética (RM) es un método diagnóstico por imágenes de amplio uso en la práctica médica y permite una evaluación estructural detallada del encéfalo, lo que podría ser útil para detectar cambios tempranos en las estructuras relacionadas con la EA.

### **3. Marco teórico**

A nivel global, el envejecimiento implica que las sociedades deben adaptarse para asegurar el bienestar y la dignidad de este grupo (1). La Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que alrededor de 60 millones de personas en el mundo sufren algún tipo de demencia (1). La enfermedad de Alzheimer es la forma más común, con un 8,1% correspondiente a mujeres y un 5,4% a hombres mayores de 65 años (2).

En México, se estima que hay aproximadamente 1,3 millones de personas afectadas por demencia (3), de las cuales la enfermedad de Alzheimer representa aproximadamente entre el 50 y el 60% del total diagnosticado (2). Las proyecciones demográficas sugieren que, en menos de tres décadas, el 20% de la población será adulta mayor (4), lo que plantea significativos retos para satisfacer las necesidades sanitarias de una población envejecida.

La prevalencia de la demencia entre individuos mayores de 60 años en el país se ha calculado en un 7,9% (5), siendo más común en mujeres (9,1%) que en hombres (6,9%) (5), así como también es más alta en las áreas rurales (9,4%) comparadas con las urbanas (7,7%) (5). En términos de incidencia, se estima que cada año surgen alrededor de 27 nuevos casos por cada mil personas mayores de esta misma edad (5).

Además, la demencia ocupa el segundo lugar entre las enfermedades neurológicas respecto a los años vividos con discapacidad (1) y es la principal causa del fallecimiento entre quienes tienen más de 70 años (1). Se estima que la cifra de personas afectadas por demencia alcanzará los 3,5 millones para el año 2050 (3).

Para tomar medidas importantes para satisfacer las necesidades de salud de una población de edad avanzada, en particular dada la alta prevalencia de enfermedades crónicas y otros factores de riesgo que pueden conducir a la incapacidad. La situación se complica aún más si las políticas públicas y los sistemas sanitarios y sociales no tienen en cuenta el impacto creciente

de condiciones complejas como el deterioro cognitivo, que actualmente es una causa importante de discapacidad y dependencia en los adultos mayores.

La demencia es un conjunto de síntomas resultantes de diferentes patologías que afectan al cerebro (1). Esta afectación cerebral conlleva una disminución en diversas funciones cognitivas, incluyendo la memoria, el lenguaje y la toma de decisiones, lo cual se manifiesta en la incapacidad para realizar actividades cotidianas sin asistencia (2).

La enfermedad de Alzheimer es una afección neurodegenerativa progresiva y, hasta la fecha, sin cura (6). Se cree que es la principal causa de demencia a escala mundial; representa aproximadamente el 70 % de todos los casos (7). La principal causa de demencia a escala mundial, representando aproximadamente el 70% de todos los casos (7). Aunque lo sea más común en adultos mayores, la afección no debe considerarse una parte típica del envejecimiento (8). En los adultos mayores, la afección no debería considerarse una parte típica del envejecimiento ( 8) . En realidad, es una condición que puede prevenirse y requiere un enfoque integral que priorice el bienestar funcional y la calidad de vida de quienes la padecen y sus cuidadores ( 9 ) , una condición que puede ser prevenible y requiere un abordaje integral que priorice el bienestar funcional así como la calidad de vida de quienes la padecen y sus cuidadores ( 9 ) .

Generalmente se manifiesta en personas mayores de 60 años. No obstante, actualmente sabemos que existen diversos factores de riesgo modificables que pueden contribuir a su desarrollo. Entre estos se encuentran la baja escolaridad (particularmente durante los primeros años de vida), diabetes mellitus, hipertensión arterial, niveles elevados de colesterol, depresión, tabaquismo, sedentarismo y exposición a la contaminación ambiental. El daño cerebral y el consumo excesivo de alcohol en personas mayores de 50 años también son importantes, además de ello. En fases avanzadas de la vida, otros factores como la pérdida visual y el aislamiento social representan riesgos adicionales. Tomados en conjunto, estos elementos podrían aumentar más del 40% las

probabilidades de sufrir esta enfermedad junto con otros aspectos no cambiables como los antecedentes genéticos.

En el cerebro de los que padecen la enfermedad de Alzheimer (EA), se nota una acumulación extracelular de la proteína beta amiloide, que se presenta en forma de placas seniles y marañas neurofibrilares (10). La llegada de estas estructuras causa cambios en varios mecanismos moleculares encargados del control y comunicación neuronal (11). La activación simultánea de células gliales como microglía y astrocitos también contribuye a procesos neuroinflamatorios que son esenciales para el desarrollo de la EA. El sistema nervioso central se ve obstaculizado en esta circunstancia para llevar a cabo adecuadamente los procesos requeridos para captar información sensorial, organizarla y reaccionar apropiadamente ante ella.

A largo plazo, esto impacta varias áreas cerebrales relacionadas con funciones memorísticas y de aprendizaje y lleva a la muerte neuronal; estos efectos pueden ser fundamentales en las modificaciones perceptuales experimentadas por los pacientes con EA.

La atrofia global es una característica estructural importante cuya manifestación en la resonancia magnética (RM) indica la fisiopatología relacionada con la enfermedad. Es fundamental detectar la enfermedad en las fases iniciales, ya que la gestión de los factores de riesgo puede disminuir su avance.

Se encuentran disponibles técnicas no invasivas como la resonancia magnética (MRI) y la tomografía por emisión de positrones (PET); las cuales han facilitado la identificación de cambios estructurales en el cerebro que se consideran biomarcadores para el diagnóstico de EA.

Los sistemas de diagnóstico de enfermedades a través de imágenes, pueden ser clasificados en función de los recursos empleados, las características evaluadas y su estructura. Se utiliza tanto la resonancia magnética (MRI) como la tomografía por emisión de positrones (PET), o ambas. La resonancia magnética es efectiva para examinar la anatomía

cerebral, evaluar la función e identificar acumulaciones de proteínas vinculadas a esta condición. Los rasgos examinados permiten a estos sistemas centrarse en aspectos funcionales, como el flujo sanguíneo cerebral y la actividad metabólica, o bien en aspectos morfológicos, como el tamaño de la corteza y el volumen de ciertas estructuras cerebrales.

Hay sistemas que combinan las dos cualidades para aumentar la exactitud del diagnóstico. La arquitectura de la red neuronal también determina si se utilizan redes neuronales convolucionales (particularmente eficaces en el análisis de imágenes), redes neuronales recurrentes (que manejan secuencias de datos y son útiles para examinar imágenes PET) o redes generativas adversarias (capaces de crear imágenes detalladas y ofrecer información complementaria sobre la estructura y función cerebral).

La resonancia magnética (RM) es un recurso esencial para evaluar el grado de atrofia cerebral e identificar la enfermedad de Alzheimer en las etapas tempranas y puede anticipar qué pacientes con DCL presentan un mayor riesgo de desarrollarla e identificar anomalías cerebrales asociadas con el deterioro cognitivo leve. (DCL) (15).

Existen varios métodos de resonancia magnética que pueden facilitar un diagnóstico temprano de la enfermedad de Alzheimer, incluyendo:

1. RM estructural: Facilita la evaluación de la anatomía cerebral y la identificación de atrofia en áreas específicas del cerebro (16).
2. Espectroscopia por Resonancia Magnética (ERM): complementa los hallazgos obtenidos a través de RM estructural y puede detectar cambios en la composición química del cerebro (17).
3. Resonancia Magnética Funcional (fMRI): este método no invasivo permite analizar la actividad cerebral en tiempo real y proporciona resultados fiables y consistentes (18).
4. Arterial Spin Labeling (ASL): evalúa el flujo sanguíneo cerebral y puede identificar alteraciones en la perfusión cerebral.

5. Imágenes por tensor de difusión (DTI): permite evaluar la integridad de las fibras nerviosas y detectar cambios en la microestructura cerebral (20).

#### RM estructural

La resonancia magnética (RM) estructural ofrece una evaluación mediante secuencias volumétricas en 3D del grado de atrofia característico de la enfermedad de Alzheimer (12), así como del deterioro notable que presenta el hipocampo (15), lo cual es crucial para establecer un diagnóstico probable de la enfermedad (22). Las imágenes tridimensionales obtenidas a través de estas secuencias permiten identificar con precisión si existe una atrofia hipocampal anómala en comparación con otras áreas cerebrales (16), facilitando así la determinación del nivel de probabilidad relacionado con la EA (23). Además, este método resulta útil para anticipar cuáles individuos con problemas memorísticos asociados al deterioro cognitivo leve (DCL) tienen mayor riesgo de progresar hacia una demencia (24).

Desde mediados de la década de 1980, la atrofia del lóbulo temporal ha sido uno de los signos utilizados para detectar cambios precoces en el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer. Comúnmente, esta afección se relaciona con una disminución en el volumen hipocampal (21) y se presenta junto con la atrofia parietal y la pérdida progresiva del volumen cortical cerebral (12).

La escala visual de Scheltens fue desarrollada para valorar el grado de atrofia del lóbulo temporal, evalúa el grado de atrofia en base al análisis visual de tres estructuras – la cisura coridea, asta temporal y el hipocampo (26) – en el plano coronal de la secuencia 3D volumétrica. Esta escala permite distinguir entre pacientes con EA y de edad avanzada (23).

#### Escala MTA para la atrofia del lóbulo temporal medial

La puntuación MTA debe evaluarse en imágenes coronales ponderadas en T1 en una posición de corte constante. Seleccione un corte a través del cuerpo del hipocampo, a nivel de la protuberancia anterior.

> 75 años: una puntuación MTA de 3 o más es anormal (es decir, una puntuación de 2 puede seguir siendo normal a esta edad).

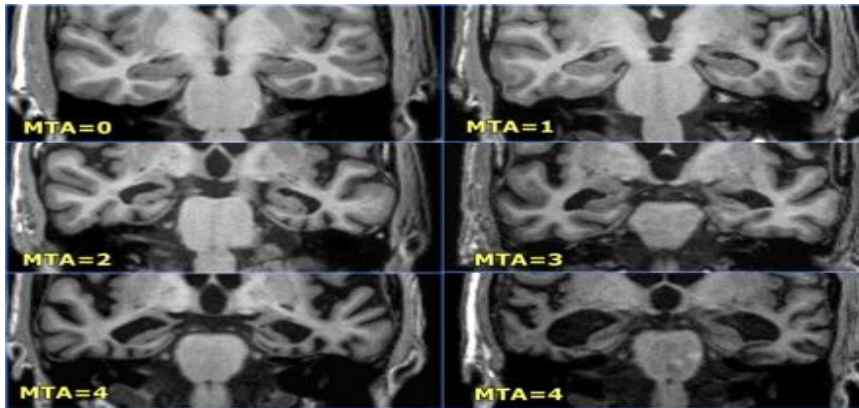


FIGURA 1. ESCALA DE ATROFIA DEL LÓBULO TEMPORAL MEDIAL (MTA) DESCRITA POR SCHELTENS. Es útil para evaluar el grado de atrofia cortical específicamente en la región mesial del lóbulo temporal.

Scheltens (Scheltens et al., 1992).

La puntuación se basa en una calificación visual del ancho de la fisura coroidea, el ancho del cuerno temporal y la altura de la formación hipocampal (26).

- Puntuación 0: sin atrofia
- Puntuación 1: solo ensanchamiento de la fisura coroidea
- Puntuación 2: también ensanchamiento del asta temporal del ventrículo lateral.
- Puntuación 3: pérdida moderada del volumen del hipocampo (disminución de la altura)
- Puntuación 4: pérdida grave de volumen del hipocampo

< 75 años: una puntuación de 2 o más es anormal.

> 75 años: una puntuación de 3 o más es anormal.

## Escala Global de Atrofia:

El método considera la evaluación de atrofia en 13 regiones cerebrales evaluadas separadamente en cada hemisferio. Para cada una de ellas, un puntaje de 0 a 3 es asignado dependiendo de la severidad de la atrofia (43)

El puntaje final asignado corresponde a la suma de los puntajes de cada región. Las trece regiones incluyen:

- Dilatación de surcos: frontal, parieto-occipital, temporal (derechos e izquierdos).
- Dilatación ventricular: frontal, parieto-occipital, temporal (derechos e izquierdos); tercer ventrículo.

Puntaje	Característica
0	No atrofia cortical
1	Leve atrofia: apertura de surcos
2	Moderada atrofia: pérdida de volumen de los giros
3	Atrofia severa (etapa final): atrofia tipo “hoja de cuchillo”

En la fase avanzada de la enfermedad de Alzheimer se nota una atrofia generalizada, parecida a la que se da en otras demencias en fase terminal. Por esta razón, es esencial que las técnicas de imagen se utilicen para detectar el Alzheimer en fases más tempranas y se dirijan específicamente al hipocampo y al lóbulo temporal medial, zonas donde comienza la patología. El diagnóstico del Alzheimer depende en gran medida de la resonancia magnética:

- Permite descartar otras causas de deterioro cognitivo.
- Facilitar la identificación temprana de la enfermedad para investigar tratamientos innovadores y ofrecer orientación adecuada.

Los hallazgos son consistentes con el diagnóstico de enfermedad de Alzheimer en etapa terminal, es:

- Atrofia extrema del hipocampo y del lóbulo temporal medial (puntuación MTA: 4)
- Atrofia global severa (escala GCA: 3)

La utilización de estas tecnologías permite el desarrollo de sistemas de diagnóstico son capaces de identificar alteraciones sutiles en la estructura y función cerebral, lo cual puede prever el inicio de la enfermedad de Alzheimer antes de la manifestación de los síntomas clínicos.

Sin embargo, estos avances presentan retos importantes, entre ellos asegurar su precisión y confiabilidad, así como abordar cuestiones éticas relacionadas con la privacidad de los datos y el consentimiento informado (27).

Estos retos fomentan la idea de un sistema de diagnóstico para el Alzheimer basado en imágenes por resonancia magnética (IRM), donde se entrena al sistema para identificar patrones a partir de una serie determinada de imágenes usando filtros y características de extracción. Este enfoque no solo busca mejorar la detección temprana del trastorno, sino que también tiene como objetivo aumentar la calidad de vida del paciente a través de intervenciones más precoces y efectivas.

#### **4. Justificación**

El Alzheimer es una enfermedad incurable, progresiva y discapacitante, pero en los últimos años se han logrado avances para disminuir la dependencia temprana, a través del diagnóstico del Alzheimer basado en imágenes por medio de la resonancia magnética.

Esto ha contribuido al desarrollo de biomarcadores diagnósticos de la enfermedad de Alzheimer, como la neuroimagen que gracias a las técnicas y métodos aplicados permiten el reconocimiento de patrones cerebrales con el objetivo de detectar signos tempranos y seguimiento de la enfermedad; siendo especial relevancia para el tratamiento y cuidado del paciente.

La elaboración de este estudio permitirá mejorar el diagnóstico temprano de la enfermedad de Alzheimer, iniciar un tratamiento farmacológico y con ello se pretende disminuir la discapacidad y dependencia temprana en las personas que padecen la enfermedad.

#### **5. Pregunta de investigación**

¿Por qué es necesaria la resonancia magnética estructural cerebral para el diagnóstico precoz de la Enfermedad de Alzheimer?

#### **6. Objetivos**

##### **6.1 Objetivo general**

Determinar la frecuencia de cambios estructurales a nivel cerebral relacionados a la aparición temprana de Alzheimer mediante resonancia magnética en pacientes del servicio geriatría del Hospital Juárez de México.

##### **6.2 Objetivos particulares**

1. Identificar los cambios en la estructura cerebral, como la atrofia del hipocampo o la corteza temporal medial, que se asocian con la enfermedad de Alzheimer con la resonancia magnética estructural cerebral.

2. Estimar la pérdida de volumen cerebral en regiones específicas, como el hipocampo o la corteza temporal medial.
3. Relacionar los cambios en la estructura cerebral con la clínica en los pacientes con Diagnóstico Probable de Enfermedad de Alzheimer.

## **7. Metodología**

### **7.1 Diseño de la investigación**

- Intervención por realizar: No experimental
- Análisis: Descriptivo
- Intervención que registrar: Transversal
- Recolección de datos: Retrospectivo.

### **7.2 Definición de la población**

Se incluirán los expedientes clínicos de pacientes mayores de 65 años con queja subjetiva de memoria reciente o alteración en su desempeño cognitivo, que acudieron al servicio de Geriátrica del Hospital Juárez de México del 01 de noviembre de 2024 al 31 de marzo del 2025.

#### **7.2.1 Selección de participantes:**

Se elegirán los estudios de pacientes mayores de 65 años con queja subjetiva de memoria reciente o alteración en su desempeño cognitivo, que se realizaron resonancia magnética estructural cerebral en el Hospital Juárez de México del 01 de noviembre de 2024 al 31 de marzo del 2025.

#### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes mayores de 65 años
- Ambos sexos
- Pacientes con deterioro cognitivo leve o síntomas de demencia leve.
- Antecedentes de isquemia cerebral, aterosclerosis e hidrocefalia

### Criterios de exclusión:

- Expediente incompleto del paciente.
- Resonancia magnética con deficiente técnica.

### Criterios de Eliminación

- Pacientes que no cuenten con datos clínicos de deterioro cognitivo leve o demencia leve.

### 7.2.2 Tamaño de la muestra

- Para el presente estudio se empleará una muestra censal, ya que se evaluarán los expedientes de adultos mayores del servicio de geriatría del 01 de noviembre de 2024 al 31 de marzo de 2025; por lo tanto el muestreo será no probabilístico por conveniencia.

### 7.3 Definición de variables

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Unidad</b>
Variable independiente				
Edad	Tiempo que ha vivido una persona	Años	Cuantitativa Discreta	Años
Sexo	Características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres	Igualdad	Cualitativa nominal	0. Hombre 1. Mujer
Variable dependiente				
Atrofia temporal medial	Estructuras en las que se divide la corteza cerebral y se encargan de realizar funciones específicas	Escala MTA	Cualitativa Nominal	0. MTA 0 1. MTA 1 2. MTA 2 3. MTA 3 4. MTA 4

Área de isquemia	Zona del cuerpo donde se reduce el flujo de sangre	Si lo presenta No lo presenta	Cualitativa Independiente	0. Ausencia 1. Presencia
Ateroesclerosis	Enfermedad que se produce cuando se acumula una placa en las arterias, lo que limita el flujo de sangre.	Si lo presenta No lo presenta	Cualitativa Independiente	0. Ausencia 1. Presencia
Atrofia cortical global	Pérdida de tejido cerebral que puede ser causada por el envejecimiento o por enfermedades	Escala GCA	Cualitativa	0. GCA 0 1. GCA 1 2. GCA 2 3. GCA 3
Hidrocefalia	Acumulación de líquido cefalorraquídeo en el cerebro que aumenta la presión en la cabeza	Si lo presenta No lo presenta	Cualitativa	0. Ausencia 1. Presencia
Cambios en el cerebelo	Cambios estructurales y funcionales con el envejecimiento	Si lo presenta No lo presenta	Cualitativa	0. Ausencia 1. Presencia
Demencia Leve	Pérdida de la capacidad de recordar, razonar y recordar	Escala Fast	Cualitativa	0. Ausencia 1. Presencia
Deterioro cognitivo	Disminución de las capacidades mentales, como la memoria,	Minimental Test	Cualitativa	0. Ausencia 1. Presencia

	aprendizaje, juicio u orientación			
--	-----------------------------------	--	--	--

#### **7.4 Análisis estadístico:**

Media y desviación estándar. Para describir las características demográficas y clínicas de los participantes.

- Frecuencias y porcentajes. Para describir la distribución de las variables categóricas.

#### **8. Recursos**

Las que proporcione el Hospital Juárez de México

Personal humano. 4 elementos:

- Recepcionista
- Técnico radiólogo
- Médico adscrito del servicio de rayos X.
- Paciente

Fuente de financiamiento: Interno

#### **Material:**

- Equipo resonador GE 1.5 Teslas.
- Hojas y pluma para firma de consentimiento informado.

## 9. Aspectos éticos

El presente estudio está diseñado de acuerdo con los principios y lineamientos éticos para las investigaciones médicas en seres humanos establecido en las normas de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, adoptada por la 18ª Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia. Actualizado por la 75ª Asamblea General, Helsinki, Finlandia, octubre 2024.

Tomando en cuenta uno de los principios generales:

3. La Declaración de Ginebra de la AMM vincula al médico con la fórmula «velar solícitamente y ante todo por la salud y bienestar de mi paciente», y el Código Internacional de Ética Médica de la AMM afirma que: “El médico debe comprometerse con la prioridad de la salud y el bienestar del paciente y debe ofrecer atención acorde al mejor interés del paciente”.

Se mantiene de forma cuidadosa las directrices de las Buenas Prácticas Clínicas de la conferencia Internacional de Armonización y el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud de los Estados Unidos Mexicanos:

Artículo 17 (Fracción II) Investigación con riesgo mínimo. Dado a que el presente estudio al emplear el Triage (Herramienta que valora signos, síntomas y motivo de consulta) para determinar la gravedad de un paciente, se establece el destino del paciente para continuar con una valoración clínica, diagnóstico y tratamiento.

Se preservan los principios éticos en este estudio:

- **Autonomía:** Los pacientes son tratados como seres autónomos con derecho a la protección de sus datos personales e integración de su información clínica en el expediente clínico. Se utilizará consentimiento informado.
- **Beneficencia:** “Hacer el bien”, con el Triage se actúa en beneficio del paciente al dar prioridad a su gravedad para iniciar una atención médica pronta y eficaz.

- No-maleficencia: Es el primum non nocere. No producir daño y prevenirlo. Al realizar el Triage de forma adecuada se evitan las complicaciones del paciente.
- Justicia: Equidad en la distribución de cargas y beneficios. Se mantiene la gestión equitativa de los recursos humanos e infraestructura hospitalaria con pro a la atención médica del paciente.


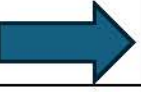










### **Colaboración con los profesionales de la salud:**

1. Colaboración con los médicos: Los investigadores deben colaborar con los médicos para asegurarse de que los pacientes reciban la atención médica adecuada durante el estudio.
2. Colaboración con los profesionales de la salud mental: Los investigadores deben colaborar con los profesionales de la salud mental para asegurarse de que los pacientes reciban la atención psicológica adecuada durante el estudio.

### **10. Aspectos de bioseguridad:**

En el presente estudio no habrá manejo de residuos biológicos, los datos se obtendrán de los expedientes clínicos, por lo que de acuerdo con la NOM 087 el presente proyecto no implica un riesgo biológico para los pacientes, personal de salud y comunidad en general del Hospital Juárez de México y el medio ambiente.

## 11. Cronograma de actividades

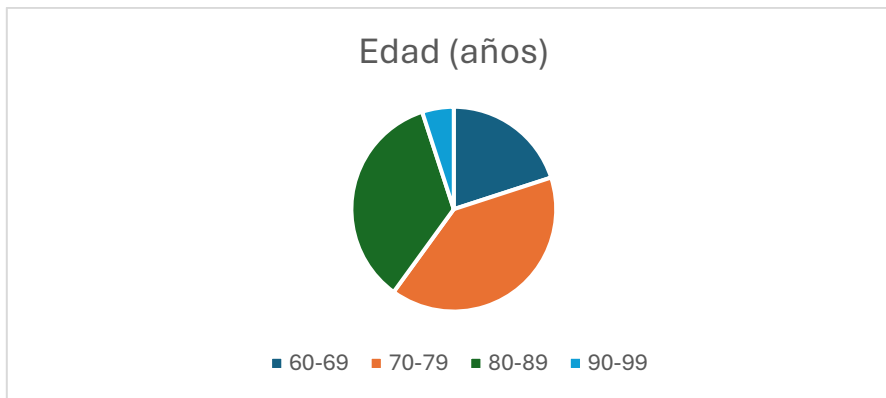
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Definición de tema									
Investigación de bibliografía									
Realización de protocolo									
Correcciones Del protocolo									
Realización e interpretación de resonancia									
Análisis de resultados									
Entrega de tesis a investigación									
Entrega tesis a UNAM									

## 12. Resultados y análisis de resultados

Para este estudio se incluyeron 20 pacientes atendidos en el servicio de Geriátría del Hospital Juárez de México entre 01 de noviembre de 2024 al 31 de marzo de 2025, los cuales eran enviados con el diagnóstico de deterioro cognitivo y/o demencia leve.

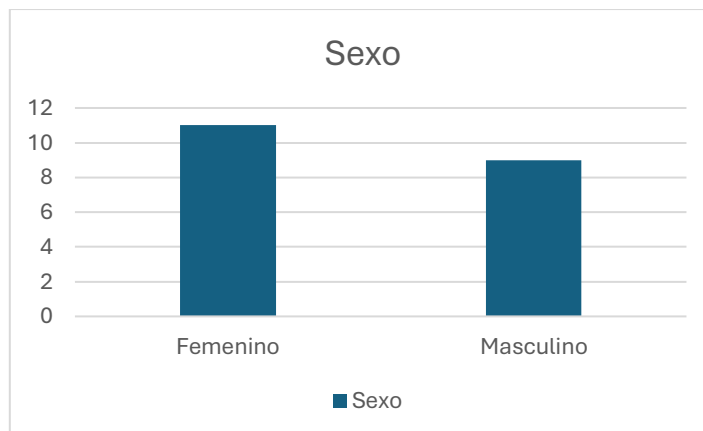
Se obtuvo una media de edad de 76.8, con una edad mínima de 62 años y una máxima de 91 años. Con respecto al sexo, observamos que el 55% (n=11) fueron femeninos y 45% (n=9) fueron masculinos.

Gráfico 1. Gráfico de edad de pacientes con diagnóstico clínico de envío de deterioro cognitivo y demencia leve.



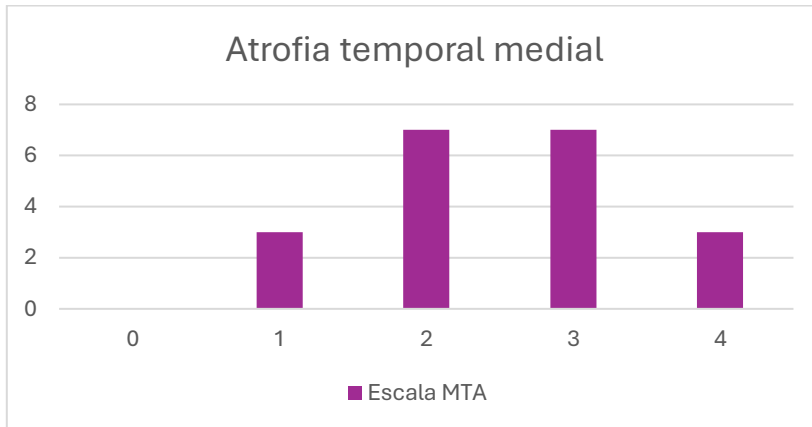
Fuente: Hoja de recolección de datos

Gráfico 2. Gráfico de sexo de pacientes con diagnóstico clínico de envío de deterioro cognitivo y demencia leve.



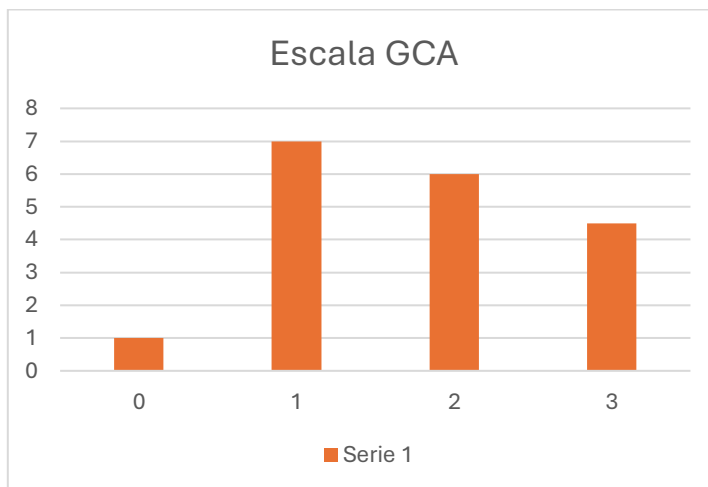
Fuente: Hoja de recolección de datos

Con base a los hallazgos de resonancia magnética, la atrofia temporal medial e hipocampal se clasifico en base a la Escala MTA (con puntuación que va de 0-4), en donde se observo que el 0% se clasificaron en MTA 0, el 15% (n=3) se clasifico MTA 1, el 35% (n=7) se clasifico en MTA 2, el 35% (n=7) se clasificó en MTA 3 y 15% (n=3) con clasificación de MTA 4.



Fuente: Hoja de recolección de datos

Los resultados en relación con la atrofia global cortical se clasificaron conforme a la Escala GCA (puntuación de 0-3), en donde se identificó que el 5% (n=1) se clasifico en GCA 0, el 35% (n=7) se clasifico en GCA 1, 30% (n=6) en GCA 2 y 30% (n=6) en GCA 3.



Fuente: Hoja de recolección de datos

En relación con la isquemia solo se detecto en un paciente, lo cual no es una variable directamente asociada con el desarrollo de Alzheimer, sin

embargo, se encontraron lesiones de sustancia blanca que se relacionan con enfermedad de pequeños vasos causada por la presencia de aterosclerosis en el 45% (n=9) de los pacientes.

La hidrocefalia se presentó en 25% (n=5) de los pacientes que desarrollaron atrofia cerebral global, lo cual no es una variable condicionante para el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer.

### 13. Discusión

La detección de cambios físicos en el cerebro complementa las evaluaciones clínicas y tiene un papel cada vez más importante para la detección temprana de la EA.

Los pacientes con deterioro cognitivo que evolucionan hacia la enfermedad de Alzheimer presentan un patrón de cambios atróficos casi equivalente a los observados en pacientes con enfermedad de Alzheimer un año antes de cumplir con los criterios clínicos de la enfermedad y el grado de neurodegeneración de las estructuras del lóbulo temporal medial es el mejor marcador de imagen por resonancia magnética previo a la evolución inminente hacia la enfermedad de Alzheimer, siendo el descenso del volumen hipocampal (el izquierdo más que el derecho) la característica estructural más importante (44).

Los pacientes con enfermedad de Alzheimer presentan una pérdida importante de volumen en la corteza entorrinal, hipocampal y pósteromedial en relación con los pacientes con deterioro cognitivo leve o los individuos normales (45).

En cuanto a los hallazgos encontrados en los pacientes del servicio de geriatría del Hospital Juárez de México, en el que la muestra se vio limitada debido a la mínima captación de los mismos; los cuales en su mayoría tenían una importante atrofia global y atrofia temporal medial, dichos resultados se centraron en pacientes de 79 a 80 con predominio en el sexo femenino.

Este estudio presentó una serie de limitaciones, uno de los cuales fue el pequeño tamaño muestral, ya que no permite una extrapolación precisa de los resultados para cada una de las estructuras cerebrales. Así mismo la falta de participación del equipo multidisciplinario médico y de los acompañantes de los pacientes impide la detección precoz y el seguimiento de los mismos.

Es preciso enfatizar que la utilidad de los hallazgos de neuroimagen mediante resonancia magnética para el diagnóstico siempre debe ir

acompañados de suficiente evidencia clínica, ya que al no haber sospecha clínica el diagnóstico de Enfermedad de Alzheimer el resultado final podría verse sesgado.

## **14. Conclusiones**

Actualmente el diagnóstico de EA se basa en la correlación del diagnóstico clínico del deterioro cognitivo y/o demencia y el diagnóstico por imagen a través de resonancia magnética estructural.

En el presente estudio se observó en la RM que los cambios estructurales se encontraban en etapas avanzadas, indicando que no se pudo determinar en forma precoz la EA para un diagnóstico y tratamiento oportuno.

Por lo tanto, tras el incremento de esperanza de vida en la población, sería importante se realizará un grupo multidisciplinario con el Servicio de Geriátrica, para optimizar los estudios de imagen por Resonancia Magnética y crear un protocolo estandarizado con el fin de poder detectar en forma precoz y monitorizar la progresión de la enfermedad de Alzheimer.

Ya que con el estudio realizado no se logró alcanzar el objetivo y queda abierto para otra investigación, y mejorar la calidad de vida de los pacientes que padecen EA e igualmente desarrollar investigaciones que incluyan la inteligencia artificial y el uso de técnicas más novedosas en Resonancia Magnética.

Es fundamental destacar que el uso de la tecnología no reemplaza la importancia del diagnóstico médico, ya que los diferentes métodos de imagen mejoran la eficiencia del proceso diagnóstico y complementa la evaluación clínica.

## 15. Bibliografía:

1. Organización Mundial de la Salud. Demencia [Internet]. 2023 [citado 2023 Abr 14]. Disponible en: (enlace no disponible).
2. Alzheimer's Association. 2022 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimer's & Dementia*. 2022;18(4):700-789.
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Estadísticas a propósito del día mundial de la población [Internet]. 2022 [citado 2023 Abr 14]. Disponible en: (enlace no disponible)
4. Secretaría de Salud. Programa de Acción Específico para la Atención de las Personas con Demencia [Internet]. 2021 [citado 2023 Abr 14]. Disponible en: (enlace no disponible)
5. Gutiérrez JA, et al. Prevalencia de demencia en adultos mayores en México. *Revista de Neurología*. 2020;71(3):87-94.
6. Selkoe DJ. Alzheimer's disease. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*. 2011;3(4):a004457.
7. Brookmeyer R, et al. Forecasting the global burden of Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia*. 2007;3(3):186-191.
8. Prince M, et al. The global prevalence of dementia: a systematic review and metaanalysis. *Alzheimer's & Dementia*. 2013;9(1):63-75.e2.
9. World Health Organization. Risk reduction of cognitive decline and dementia [Internet]. 2019 [citado 2023 Abr 14]. Disponible en: (enlace no disponible)
10. Hardy J, Selkoe DJ. The amyloid hypothesis of Alzheimer's disease: progress and problems on the road to therapeutics. *Science*. 2002;297(5580):353-356.
11. Selkoe DJ, Hardy J. The amyloid hypothesis of Alzheimer's disease at 25 years. *EMBO Molecular Medicine*. 2016;8(6):595-608.
12. Frisoni GB, et al. The clinical use of structural MRI in Alzheimer disease. *Nature Reviews Neurology*. 2010;6(2):67-77.
13. Jack CR Jr, et al. 11C PiB PET assessment of change in fibrillar amyloid- $\beta$  load in patients with Alzheimer's disease treated with bapineuzumab: a phase 2, double-blind, placebo-controlled, ascending-dose study. *Lancet Neurology*. 2018;17(3):241-252.
14. Liu S, et al. Multimodal neuroimaging computing: a review of the applications in neuropsychiatric disorders. *Brain Informatics*. 2020;7(1):1-15.
15. Jack CR Jr, et al. The Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI): MRI methods. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2008;27(4):685-691.
16. Ashburner J, Friston KJ. Voxel-based morphometry—the methods. *NeuroImage*. 2000;11(6):805-821.

17. Ross BD, et al. Magnetic resonance spectroscopy of the brain: diagnosis of Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*. 2006;9(3):297-305.
18. Greicius MD, et al. Functional connectivity in the resting brain: a network analysis of the default mode hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2003;100(1):253-258.
19. Detre JA, et al. Perfusion imaging. *Magnetic Resonance in Medicine*. 2012;68(1):165-175.
20. Basser PJ, et al. MR diffusion tensor spectroscopy and imaging. *Biophysical Journal*. 1994;66(1):259-267.
21. Jack CR Jr, et al. Hippocampal atrophy rates in Alzheimer disease: added value over whole brain volume measures. *Neurology*. 2009;72(11):999-1007.
22. Dubois B, et al. Research criteria for the diagnosis of Alzheimer's disease: revising the NINCDS-ADRDA criteria. *Lancet Neurology*. 2007;6(8):734-746.
23. Scheltens P, et al. Structural magnetic resonance imaging in the practical assessment of dementia: beyond exclusion. *Lancet Neurology*. 2002; 1(1): 13-21.
24. Korf ES, et al. MRI of hippocampal atrophy in Alzheimer's disease. *European Radiology*. 2004;14(5):839-849.
25. Braak H, Braak E. Neuropathological staging of Alzheimer-related changes. *Acta Neuropathologica*. 1991; 82 (4): 239-259.
26. Scheltens P, et al. Atrophy of medial temporal lobes on MRI in "probable" Alzheimer's Disease and normal ageing: diagnostic and differential diagnostic value. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 1992; 55 (10): 967-972.
27. Firth, J, et al. The future of neuroimaging in psychiatry. *British Journal of Psychiatry*. 2019;215 (3):523-525.
28. Allegri RF, Arizaga RL, Bavec CV, Colli LP, Demey I, Fernández MC, et al. Enfermedad de Alzheimer. Guía de práctica clínica. *Neurol Argent*. 2011;3(2):120-37.
29. Barreto WSU, Ygnacio MAC. Alzheimer's Diagnosis System based on Magnetic Resonance Imaging using the VGG16 Algorithm [Internet]. Zenodo; 2024 [citado 2024]. Disponible en: (enlace no disponible)
30. Ruiz Tornero AM, García Carpintero EE, Rodríguez Ortiz de Salazar B. Efectividad de la resonancia magnética cerebral en el diagnóstico precoz y caracterización de las demencias: revisión sistemática. *Med Clin (Barc)*. 2024 [citado 2024]; Disponible en: (enlace no disponible)
31. Raposo Rodríguez L, Tovar Salazar DJ, Fernández García N, Pastor Hernández L, Fernández Guinea Ó. *Radiol (Ed. inglesa)*. 2018;60(6):476-84.
32. Romero Castro E, Giraldo DL, Maglioni S, Duarte JF, Velasco NF. Description of brain volumetric changes in Alzheimer disease using region-

- based morphometry. En: Romero E, Lepore N, Brieva J, editores. 14th International Symposium on Medical Information Processing and Analysis. SPIE; 2018.
33. Lombardi G, Crescioli G, Cavedo E, et al. Imágenes por resonancia magnética estructural para el diagnóstico precoz de la demencia por enfermedad de Alzheimer en personas con deterioro cognitivo leve. *Sistema de base de datos Cochrane Rev.* 2020(3):CD009628.
  34. Asociación de Alzheimer. ¿Qué es la enfermedad de Alzheimer? [Internet]. [citado 2020 jul 1].
  35. McKhann GM, Knopman DS, Chertkow H, et al. El diagnóstico de la demencia debida a la enfermedad de Alzheimer: recomendaciones de los grupos de trabajo del Instituto Nacional sobre el Envejecimiento y la Asociación de Alzheimer sobre las pautas de diagnóstico para la enfermedad de Alzheimer. *Demencia de Alzheimer.* 2011;7(3):263-269.
  36. Albert MS, DeKosky ST, Dickson D, et al. El diagnóstico del deterioro cognitivo leve debido a la enfermedad de Alzheimer: recomendaciones de los grupos de trabajo del Instituto Nacional sobre el Envejecimiento y la Asociación de Alzheimer sobre las pautas de diagnóstico para la enfermedad de Alzheimer. *Demencia de Alzheimer.* 2011;7(3):270-279.
  37. Petersen RC, Roberts RO, Knopman DS, et al. Deterioro cognitivo nivel: diez años después. *Arco Neurol.* 2009;66(12):1447-1455.
  38. Instituto Nacional para la Excelencia en la Salud y la Atención. Demencia: evaluación, gestión y apoyo para personas que viven con demencia y sus cuidadores. Directora NICE [NG97]. 2018
  39. McKhann G, Drachman D, Folstein M, et al. Diagnóstico clínico de la enfermedad de Alzheimer: informe del Grupo de trabajo NINCDS-ADRDA bajo los auspicios del Grupo de trabajo sobre la enfermedad de Alzheimer del Departamento de Salud y Servicios Humanos. *Neurología.* 1984;34(7):939-944.
  40. Thiyagarajan JA, Prince M, Webber M. Social support network typologies and health outcomes of older people in low and middle income countries – A 10/66 Dementia Research Group population-based study. *Int Rev Psychiatry.* 2014;26(4):476-85.
  41. Osadebey ME, Pedersen M, Arnold D, Wendel-Mitoraj K, The Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative. The spatial statistics of structural magnetic resonance images: application to post-acquisition quality assessment of brain MRI images. *Imaging Sci J.* 2017;65(8):468-83.
  42. Dallaire-Théroux C, Callahan BL, Potvin O, Saikali S, Duchesne S. Radiological-pathological correlation in Alzheimer's disease: Systematic review of antemortem magnetic resonance imaging findings. *J Alzheimers Dis.* 2017;57(2):575-601.

43. Pasquier F, et al. (1999). The Global Deterioration Scale (GDS) and the Functional Assessment Staging (FAST) in Alzheimer's disease. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 14(6), 451-457.
44. Risacher SL, Saykin AJ, West JD, Shen L, Firpi HA, McDonald BC; Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI). Baseline MRI predictors of conversion from MCI to probable AD in the ADNI cohort. *Curr Alzheimer Res*, 6 (2009): 347-361
45. Miettinen PS, Pihlajamäki M, Jauhiainen AM, Niskanen E, Hänninen T, Vanninen R, Soininen H. Structure and function of medial temporal and posteromedial cortices in early Alzheimer's disease. *Eur J Neurosci*, 34 (2011): 320-330.

## 16. Anexos:

### Anexo 1:

Fecha: Ciudad de México \_\_\_\_ de \_\_\_\_  
de 2025

#### Consentimiento informado

Nombre: \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_ años y con número de expediente: \_\_\_\_\_

Manifiesto que he leído y entendido la información que se me ha explicado a mí o a mi familiar, así como he hecho las preguntas que me surgieron sobre el proyecto de investigación y que he recibido suficiente información sobre el mismo.

Comprendo que mi participación es totalmente voluntaria, que puedo retirarme del estudio cuando quiera sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el Proyecto de investigación titulado:

**“PRESENCIA DE CAMBIOS ESTRUCTURALES RELACIONADOS A LA APARICIÓN TEMPRANA DE ALZHEIMER MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL HOSPITAL JUAREZ DE MÉXICO”**

He sido también informado/a que mis datos personales serán protegidos por la Ley General de Datos Personales publicado en el Diario Oficial de la Federación, que entró en vigor el 26-01-2017, que supone la derogación de la Ley Orgánica referidos a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales.

Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO para cubrir los objetivos especificados en el proyecto.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente o huella

\_\_\_\_\_  
Testigo

## Anexo 2:

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**TESIS NO REGISTRO:**

**SIGLAS DEL PACIENTE:** \_\_\_\_\_ **NSS** \_\_\_\_\_ **EXT.:** \_\_\_\_\_ **CAMA:** \_\_\_\_\_

**EDAD:** \_\_\_\_\_ **SEXO:** \_\_\_\_\_

**DIAGNÓSTICO DE ENVÍO:** \_\_\_\_\_

**ANTECEDENTES CRÓNICOS DEGENERATIVOS:**

SIGNOS Y SINTOMAS	SI	NO	ESPECIFICAR
DETERIORO EN LA MEMORIA			
ALTERACION EN EL LENGUAJE			
PSICOSIS, AGITACIÓN O AGRESIÓN.			

**ANÁLISIS DEL SPECT CEREBRAL PERFUSORIO**

HALLAZGOS	SI	NO	ESPECIFICAR
HIOPERFUSIÓN EN HIPOCAMPO (PRECUNNEUS)			
HIOPERFUSIÓN EN LA CORTEZA PARIETAL LATERAL			
HIOPERFUSIÓN EN LA CORTEZA PARIETAL POSTERIOR			
<b>CONCLUSIÓN POR IMAGEN</b>			

**ANÁLISIS DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA DE ENCEFALO**

HALLAZGOS	SI	NO	ESPECIFICAR
Asociados: EVC, Neoplasias, Hematomas.			
Atrofia focal o generalizada.			
Atrofia del lóbulo temporal medial.			
Disminución de volumen hipocampal.			
<b>CONCLUSIÓN POR IMAGEN</b>			