

Relación entre la velocidad del reconocimiento emocional (ER-40) y cambios morfológicos de áreas cerebrales mediante técnica de Imagen por Resonancia Magnética (MRI)

Trabajo de Fin de Grado de Psicología

Facultad de Psicología y Logopedia

Universidad de La Laguna

Curso académico

2019-2020

Alumno: Lautaro León Martínez González

Tutor: Niels Janssen

NDICE:

Resumen.....	3
1.Introducción.....	4
1.1. Demencia.....	5
1.2. Reconocimiento de Emociones.....	6
1.3. Hipótesis y objetivo del estudio.....	11
2.Metodología.....	12
2.1. Participantes.....	12
2.2. Instrumentos.....	14
2.3. Diseño.....	17
2.4. Procedimiento y análisis estadísticos.....	18
3.Resultados.....	18
4.Discusión y Conclusiones.....	24
5.Bibliografía.....	28
6.Anexos.....	31

RESUMEN

El deterioro cognitivo grave o demencia, es una de las enfermedades de mayor interés en la investigación médica debido a su daño generalizado sobre las funciones a las que afecta (memoria, atención, fluidez verbal, habilidades sociales) y a la falta de resultados concluyentes acerca de las causas de su aparición, cada vez más temprana. Algunos investigadores han encontrado que un posible indicador para predecir la aparición de demencia sería presentar un tiempo de reconocimiento lento ante emociones primarias. Para dicha medida, una prueba óptima es la "Penn Emotion Recognition Test (ER-40)". Por otra parte, se ha relacionado el deterioro de ciertas áreas del cerebro como el hipocampo, tálamo, y regiones de la corteza temporal con el desarrollo de demencia y Alzheimer. El objetivo de este estudio es comprobar si existe diferencias entre el volumen, grosor y áreas del cerebro de las personas con un tiempo de reconocimiento lento frente a aquellas que poseen un tiempo de reconocimiento rápido. Se ha encontrado diferencias en el grosor del Giro Parahipocampal y de la Corteza Entorrinal. También en la superficie del Lóbulo Parietal Inferior, Superior y en el Precúneo. Esto implica que las personas con un reconocimiento lento podrían sufrir demencia en edades avanzadas.

Palabras claves: demencia, reconocimiento facial-emocional, resonancia magnética, neuropsicología.

ABSTRACT

Serious cognitive decline, or dementia, is one of the diseases of greatest interest in medical research due to its widespread damage to the functions it affects (memory, attention, verbal fluency, social skills) and the lack of conclusive results about the causes of its appearance, increasingly early. Some researchers have found that a possible indicator to predict the appearance of dementia would be to present a slow recognition time for primary emotions. For this measure, an optimal test is the "Penn Emotion Recognition Test (ER-40)". On the other hand, the deterioration of certain areas of the brain such as the hippocampus, thalamus, and regions of the temporal cortex has been related to the development of dementia and Alzheimer's. The objective of this study is to check if there are differences between the volume, thickness and areas of the brain of people with a slow recognition time compared to those with a fast recognition time. Differences have been found in the thickness of the Parahippocampal Turn and the Entorhinal Cortex. Also, on the surface of the Inferior, Superior, and Parietal Lobe. This implies that people with slow recognition could suffer dementia at an advanced age.

Keywords: dementia, emotional facial recognition, MRI, neuropsychology.

1.INTRODUCCIÓN

La neurociencia, siempre ha buscado aplicar los avances tecnológicos en la construcción de instrumentos, los cuales, son cada más precisos en la obtención de datos sobre el SNC. Y ciertamente, gracias a estos instrumentos, como los de neuroimagen, actualmente se conoce mucho más sobre la composición y el funcionamiento de las estructuras del cerebro humano. Sin embargo, desde la perspectiva de la salud, la finalidad última de esta información relativamente novedosa, es combatir y prevenir las enfermedades propias del malfuncionamiento de las estructuras corticales y subcorticales.

Una de las enfermedades que más suscita incógnita son las demencias, incluyendo el Alzheimer.

Como se ha mencionado antes, ganar tiempo al desarrollo del deterioro cognitivo del paciente, podría llevarse a cabo si se encontrase señales biológicas que ayuden en la tarea de la detección temprana de dicha enfermedad o incluso, que avisen antes de su aparición en el SNC del paciente.

Este estudio pretende investigar un posible indicador neuropsicológico que presuntamente, podría advertir de la aparición de demencia en el futuro, como ocurre en un estudio que demuestra que el deterioro en el reconocimiento emocional en personas con DCL (deterioro cognitivo leve) es un antecesor al desarrollo de DCG (deterioro cognitivo grave) (Weiss et al., 2008). El objeto de estudio que se va a tratar, es la variable que mide la destreza en el reconocimiento de emociones. Dicha relación surge debido a que se ha observado que, en pacientes con demencia y Alzheimer, la velocidad de esta tarea es más lenta y, por lo tanto, poseen un peor rendimiento en esta tarea en comparación con personas de su mismo rango de edad que no son pacientes de demencias.

Otros estudios también han abordado este enfoque, como ocurre en una revisión teórica dónde se busca saber qué tan fiable puede ser el deterioro en el reconocimiento de emociones como predictor para futuras presencias de demencias. Para ello, examinan procesamiento de las emociones faciales en

una condición de "pre-demencia", como el deterioro cognitivo leve (DCL). (Teng, Lu y Cummings, 2007).

Por una parte, sería interesante poder operativizar la variable de Reconocimiento de emociones, y así clasificar entre los participantes que tienen un reconocimiento emocional adecuado (velocidad de reconocimiento rápida) de los que no lo tienen (velocidad de reconocimiento lenta).

Además, sería de gran aporte poder observar las estructuras neuroanatómicas de los cerebros de los participantes en ambos grupos, para buscar la existencia de una o más diferencias estadísticamente significativas entre las áreas de un grupo frente al otro.

Este último paso, tiene un especial interés debido a que, si se encontrasen diferencias justo en zonas relacionadas con las áreas comúnmente afectadas por las demencias, como lo son las áreas del hipocampo, el tálamo o regiones de la corteza Temporal, apoyaría la hipótesis que encuentra una relación entre un bajo desempeño de la tarea de reconocimiento emocional y el deterioro cognitivo avanzado, propio de las demencias.

1.1. Demencia

Se considera deterioro cognitivo leve al "envejecimiento" de nuestras funciones ejecutivas, atencionales o de memoria que siguen el ritmo natural del envejecimiento de nuestro cerebro. Sin embargo, a medida que este deterioro se vuelve moderado, puede converger en una demencia, donde existe el malfuncionamiento de procesos corticales llegando incluso a la pérdida parcial o completa de funciones como el sentido de la orientación o habilidades sociales.

El deterioro cognitivo a parte de estar relacionado con el envejecimiento también está relacionado con la comorbilidad de otras patologías y desórdenes en la salud del organismo. Algunas de estas son el delirio, las alteraciones nutricionales, el equilibrio o las infecciones. También cabe destacar que

algunos de los factores de riesgo que aumentan la probabilidad de su aparición o empeoran su estado son la hipertensión, hiperglucemia, tabaquismo y alcohol entre otros. (Jiménez et al., 2017).

Actualmente, muchos modelos neuropsicológicos consideran que este proceso paulatino del deterioro cognitivo es la antesala muchas veces de estados graves o severos que pueden dar lugar a enfermedades como el Alzheimer, siendo esta, es la principal causa de demencia. La EA afecta entre el 17% y 20% de las personas mayores de 65 años. Aunque si nos vamos a la población de personas mayores de 85, este porcentaje aumenta hasta un 50%. Además, existe un subtipo de Alzheimer de inicio tardío, que sólo aparece en la edad adulta tardía, el cual trae consigo, el riesgo de desarrollarla, riesgo que se va duplicando cada 5 años después de los 65 años. (Kumar, 2019).

Son todas estas consecuencias, tan perjudiciales para la calidad de vida de los pacientes de demencias lo que produce el interés por el estudio de sus causas, detección, tratamiento y recuperación o readaptación por parte de la persona afectada a su nueva condición.

1.2. Reconocimiento de Emociones

El reconocimiento de caras es una de las habilidades más antiguas desarrolladas por el ser humano. Esta destreza, es crucial desde el punto de vista de la psicología evolutiva (ya que es necesaria para el desarrollo óptimo de los procesos involucrados en el pensamiento, lenguaje y habilidades sociales durante el ciclo vital) y evolucionista (tarea importante en el reconocimiento de los miembros de la misma especie para discriminar entre estímulos amenazantes o no amenazantes).

Por otra parte, desde la perspectiva ontogenética, que el recién nacido muestre una preferencia visual por el rostro humano en comparación con otros estímulos y que, además, en torno a los cinco primeros meses pueda reconocer el rostro de las personas más cercanos, se interpreta desde un acercamiento psicobiológico la suposición de la existencia de mecanismos neurales especializados en el procesamiento de caras. (Olivares & Iglesias, 2000).

A este reconocimiento facial, va ligado el reconocimiento emocional, siendo una capacidad neurológica que cuenta con su propia red de áreas y estructuras que interaccionan conjuntamente en el proceso de reconocimiento emocional.

“Todas las emociones son, en esencia, impulsos que nos llevan a actuar, programas de reacción automática con los que nos ha dotado la evolución” (Goleman, 1995, p.18).

El reconocimiento de emociones, siendo uno de los aspectos del procesamiento emocional más estudiados por la literatura científica, Carter, Barch, Gur, Pinkham y Ochsner (2009, p.154) lo definen como "la habilidad de detectar, reconocer y juzgar el valor afectivo de estímulos tanto lingüísticos (palabras/frases leídas o habladas y prosodia) como no lingüísticos (imagen de personas, expresiones faciales, dirección de la mirada, escenas)".

Un estudio publicado en la revista Chilena de Neuro-Psiquiatría, que tenía la finalidad de ver las diferencias del procesamiento neuronal cuando se observa un rostro extraño frente al propio rostro (enfoque outward e inward) , seleccionó a diez participantes, cinco hombres y cinco mujeres de entre 28 y 53 años, sin ninguna patología, para presentarle los rostros y a la vez que registraban su activación neuronal gracias a un aparato de Resonancia Magnética (General Electric Signa LX NV/i y CV/i de 1.5 Tesla, provisto de gradientes 50 mT/m). Los estímulos presentados, estaban formados por una de emoción de alegría, otra de rabia y otra neutra, presentando de forma aleatoria cada estímulo cuatro veces. La estructura con activación relevante durante la presentación de estímulos fue la amígdala, siendo la amígdala derecha más presente en los estímulos de rabia, mientras que el estímulo de alegría y neutro, produjo una activación bilateral y unilateral izquierda. (Nardi et al.,2008).

Cabe destacar las investigaciones de Adolphs, Damasio, Tranel y Damasio (1996), quienes, tras estudiar pacientes con lesiones en ambos hemisferios cerebrales, encontraron que no existe deterioro en el procesamiento de expresiones faciales emocionales en los sujetos con

lesiones únicamente en el hemisferio izquierdo. Es decir, que solamente el daño al hemisferio derecho es asociado al deterioro del procesamiento de expresiones faciales emocionales.

Sprengelmeyer (1998) encuentra áreas cerebrales relacionadas a la tarea de reconocimiento emocional. En ese estudio, gracias a la técnica de Imagen por Resonancia Magnética, se estudió una muestra compuesta de seis voluntarios sanos diestros (dos hombres, cuatro mujeres) sin antecedentes de enfermedad neurológica o psiquiátrica con una edad media de 23.5 años y con una estimación del coeficiente intelectual promedio de 118. El experimento consistió en una prueba donde se les enseñaba las caras de ocho individuos (cuatro hombres, cuatro mujeres), utilizando expresiones faciales temerosas, enojadas, disgustadas y neutrales. Cada cara se presentó una vez durante 3 s antes del experimento de Resonancia Magnética Funcional (fMRI) para familiarizar a los participantes con los estímulos experimentales. En los resultados se obtuvieron que hay áreas que demuestran un aumento significativo en la activación durante la presentación del estímulo de caras de asco a diferencia que con las caras neutrales. Se descubrió que los ganglios basales (putamen anterior y pálido) del hemisferio derecho, así como la ínsula anterior izquierda, se activaron cuando se presentan caras de aspecto asqueado. En el hemisferio derecho, la región activada por caras de aspecto enojado era la parte posterior del giro cingulado (área de Brodmann 31). Lo más interesante de estos resultados es que no hubo evidencia de activación sin que se activara la amígdala. Sprengelmeyer, Rausch, Eysel y Przuntek (1998).

Sin embargo, los estudios de mayor interés en este trabajo son aquellos donde se estudia la relación de las dos variables que hemos escogido: deterioro cognitivo moderado o grave en relación con el deterioro en el reconocimiento emocional.

En una investigación dónde se estudiaron a 24 pacientes de Demencia Fronto-temporal, 23 de Alzheimer y 24 participantes control, se les pidió que reconocieran la emoción experimentada por el personaje del clip del video que

se les mostraba (clips de película de 30 segundo). El conjunto de 11 clips representaba cuatro emociones negativas (ira, miedo, asco y tristeza), cuatro emociones positivas (afecto, diversión, calma y entusiasmo) y tres emociones autoconscientes (vergüenza, orgullo y vergüenza). Goodkind y los otros 6 investigadores del estudio, partían de la hipótesis de que los pacientes con FTD (demencia fronto-temporal) mostrarían un deterioro en la capacidad de reconocer las emociones negativas. Se encontró un claro deterioro en el reconocimiento de emociones negativas, positivas y autoconscientes en pacientes con demencias frente a los pacientes controles. Además, hubo un deterioro mayor en pacientes con FTD en comparación con pacientes con EA. (Goodkind et al. , 2015).

Por otra parte, otro estudio de relevancia para este trabajo es la investigación realizada por Elisabeth M Weiss en un artículo publicado en “The American Journal of Geriatric Psychiatry” en el cual, los participantes seleccionados eran mayores de 60 años, entre los cuales 35 eran participantes sanos, 51 presentaban deterioro cognitivo leve (DCL), 32 eran pacientes de Alzheimer de fase temprana y otros 23 de fase moderada. Todos ellos fueron medidos por extensas baterías de pruebas neuropsicológicas en la que se incluía la prueba de Reconocimiento de Emociones de Penn. En las conclusiones encontraron que los participantes sanos diferían significativamente en el reconocimiento de todas las emociones y caras neutras combinadas de los pacientes con DCL, EA temprana y moderada. Además, notaron que a medida que el deterioro cognitivo va empeorando, es decir , cuando pasa de leve a moderado, o desde un Alzheimer menos desarrollado a otro más grave, el deterioro del reconocimiento de emociones va en aumento. También encontraron que, si se añade dentro de los pacientes con DCL y EA el componente de depresión, se observa una tendencia mayor de asociar las caras neutras con la emoción de tristeza, lo que lleva a un sesgo negativo debido a la confusión. (Weiss et al. , 2008).

También son de interés aquellos trabajos en los que se estudie las áreas implicadas en el deterioro cognitivo, incluyendo demencias o la enfermedad del Alzheimer.

Un reciente estudio donde se utilizó diferentes técnicas de neuroimagen con las imágenes de Resonancia Magnética (MRI) y Tomografía por emisión de positrones (PET), utilizó de muestra a 24 pacientes de Alzheimer temprano y 24 pacientes sanos como control. Los resultados mostraron una disminución significativa en la conectividad en regiones cerebrales generalizadas en pacientes con EA en relación a la estructura del Cortex Cingulado Posterior, descubriendo que en el cerebro de pacientes de EA, en el Cortex Cingulado Posterior (Precúeno), existe un centro de conectividad que puede jugar un papel muy importante en el desarrollo de la demencia en pacientes de Alzheimer. (Yokoi et al. ,2018).

Sin embargo, existen estudios que demuestran lo contrario a nuestra hipótesis, al no encontrar diferencias significativas entre nuestras variables de interés. Es el caso del estudio también publicado en la revista “The American Journal of Geriatric Psychiatry” donde Benoit Bediou y otros colaboradores, donde se utilizó como muestra a 10 pacientes con deterioro cognitivo moderado (DCM), 10 con deterioro cognitivo leve relacionada a la EA, 10 pacientes con demencia fronto-temporal (DFT) y participantes de control (sanos sin presentar demencia). Para llevar a cabo una exploración global de la cognición, se utilizó la prueba Mini Mental State Examination (MMSE) y el Trail Making Test con una tarea de nomenclatura de 36 imágenes de rostros con emociones. En los resultados, se observó que los pacientes con DCM, DFT y EA, se vieron afectados en las tareas detección de la expresión facial (detección de emociones) frente a los pacientes de DCL relacionado a la EA y los controles. (Bediou et al. , 2009).

Este estudio reporta que no existe una correlación significativa entre el rendimiento cognitivo (siendo mayor en pacientes de demencias leves o controles) y el reconocimiento de emociones (al no encontrarse diferencias significativas entre pacientes con EA y controles frente a otros pacientes con demencias más leves).

También se pondría en duda la aparente relación directa mostrada en el estudio de Weiss sobre que, a mayor deterioro cognitivo, mayor deterioro en el reconocimiento emocional.

1.3. Hipótesis y objetivo del estudio

Estudios previos han encontrado evidencias a favor y en contra acerca de la relación entre el deterioro cognitivo y el deterioro en el reconocimiento de emociones. Por ello, al no haber resultado concluyentes sobre esta relación, se dará paso a la realización de este trabajo con la finalidad de comprobar si existen relación o no.

Para poder dar inicio a este estudio, se ha partido de las siguientes hipótesis, siendo la hipótesis nula, la que afirma que no existen diferencias significativas en el volumen, grosor o superficie de ninguna área cerebral entre personas con un reconocimiento de emociones lento y personas con un reconocimiento rápido en la misma tarea.

Mientras que la hipótesis alternativa, apuesta a que sí existen diferencias significativas en el volumen, grosor o superficie de una o más áreas cerebrales entre personas con un reconocimiento lento de emociones y personas rápidas en la misma tarea.

Debido a que nuestro estudio está diseñado para tratar problemas con estudios previos, y como hemos visto aún faltan evidencias que sustenten la relación de interés entre tarea de reconocimiento y áreas afectadas propias de las demencias, vamos a combinar la información tanto de la Tarea de Reconocimiento Emocional de Penn como las imágenes de las Resonancias Magnéticas de cada participante, para llevar a cabo los análisis estadísticos.

El objetivo es comprobar si las área donde aparecen diferencias significativas pertenecen a la red de áreas corticales y subcorticales que se asocia a las áreas afectadas por la demencia o Alzheimer.

Estos resultados, de ser así, se podrían explicar dentro de la línea de investigación de autores como Weiss (Weiss et al. , 2008) o Goodkind

(Goodkind et al. , 2015), que encuentran relación entre el deterioro del reconocimiento de emociones y las enfermedades neurodegenerativas. De esta forma, este estudio, puede ayudar a identificar qué áreas o redes cerebrales están implicadas en la tarea de reconocimiento de emociones y de qué estructura está afectadas, ya sea por volumen, grosor o superficie.

2. METODOLOGÍA

2.1. Participantes

Para empezar, es importante aclarar que los participantes han sido seleccionados de la base de datos proporcionada por el Human Connectome Project (HCP) de la sección Adultos Jóvenes, de la base de dato Q3. La publicación de datos Q3 consiste en datos de resonancia magnética multimodal recopilados de más de 85 adultos jóvenes sanos escaneados en la primavera de 2013. (Ugurbil et al., 2013).

Para llevar a cabo el estudio, se empleó una muestra de 172 participantes, entre los que se encontraban 104 mujeres y 68 hombres. Todos son adultos sanos, con edades comprendidas desde los 22 a los 36 años y sin ningún tipo de patología.

Estos participantes, gracias al programa Excel, se dividieron en dos grupos según su puntuación en la prueba “Penn Emotion Recognition Testt”, dividiendo en dos grupos a aquellos con un alto rendimiento en el grupo 1 (reconocimiento emocional rápido) de los que poseían un bajo rendimiento en el grupo 2 (reconocimiento emocional lento)

- El grupo 1 (velocidad más alta en la prueba) está formado por 51 mujeres y 34 hombres, con un total de 85 participantes.
- El grupo 2 (velocidad más baja en la prueba) está formado por 53 mujeres y 34 hombres, con un total de 87 participantes.

Tabla 1. *Características de la muestra*

Grupo	n	\bar{x} en Hombres	\bar{x} en Mujeres
1	85	34	51
2	87	34	53

Entre ambos grupos hay una diferencia significativa en cuanto a las puntuaciones obtenidas $t(170) = -12,77$, $p < 0.05$.

En cuanto a las puntuaciones obtenidas en las pruebas, el Grupo 1 obtuvo una puntuación media de 1598,98 y el Grupo 2 una puntuación media de 2059,95.

Tabla 2. *Medias en el Tiempo de reconocimiento en la prueba “Penn Emotion Recognition Test”.*

	Grupo1		Promedio	Grupo2		Promedio
	(Reconocimiento Rápido)		total del grupo 1	(Reconocimiento Lento)		total del grupo 2
Puntuación	Mujeres	Hombres		Mujeres	Hombres	
Media	1612,81	1578,23	(1598,98)	2101,53	2033,28	(2059,95)

2.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados para registrar y analizar los datos han sido la técnica por Resonancia Magnética (RM), el programa de software FreeSurfer; lector de imágenes MRICron, la tarea de reconocimiento de emociones Penn Emotional Recognition Test (ER-40) y el programa de análisis estadístico Rstudios.

Resonancia Magnética

La Resonancia Magnética Estructural se trata de una técnica no invasiva que utiliza campos magnéticos y los núcleos de hidrógeno del cuerpo, resultando en una señal que ofrece información sobre la estructura del área a analizar. Dicha información es procesada en un ordenador y transformada en imágenes.

Por tanto, puede ofrecer una imagen del interior, sin provocar la rotura de la estructura, ofreciéndonos a través de los vóxeles o elementos de volumen, un tipo de información tridimensional en la que los diferentes niveles de gris nos permiten distinguir los distintos tejidos. Además de esto, permite seleccionar cortes, mediante la variación leve de la intensidad del campo magnético que experimentan los protones a lo largo del eje del campo magnético principal (Maestú et al., 2008).

En este estudio se han empleado imágenes ponderadas en T1, al resultar las más adecuadas por su orientación anatómica para detectar los cambios morfológicos que podrían darse en las áreas corticales entre el grupo 1 y el grupo 2 de este trabajo.

Freesurfer

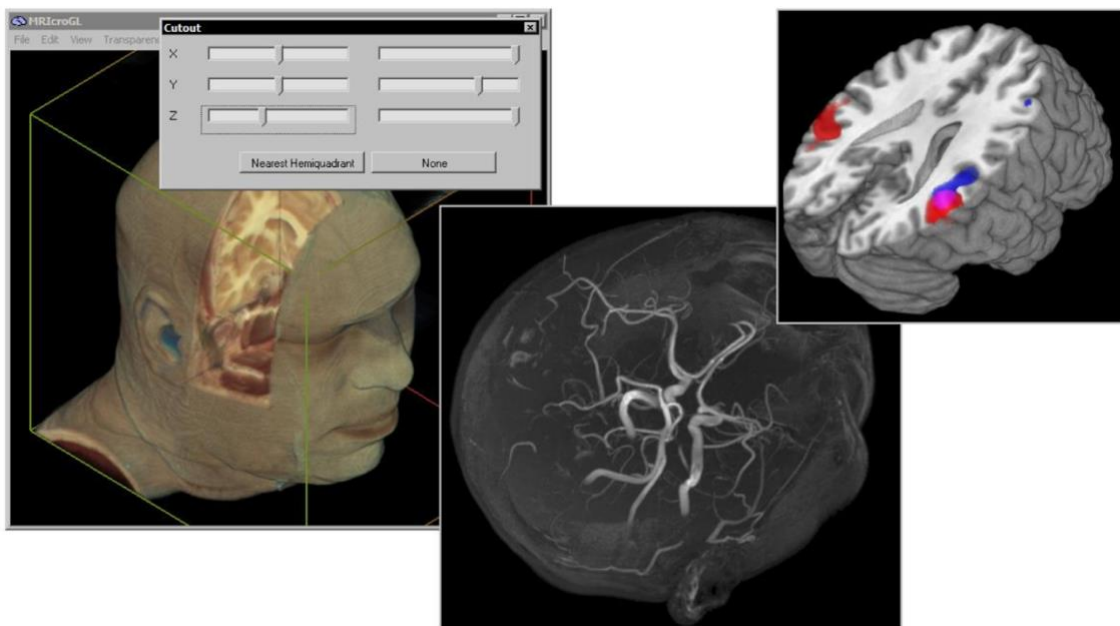
Un paquete de software de código abierto para procesar imágenes de RM del cerebro humano. Útil para realizar un mapeo funcional de cerebro y contienen herramientas para segmentar el cerebro en materia gris y blanca, además de medir el grosor cortical y el área de superficie.

MRICron

El software MRICron es una multiplataforma cuya función es visualizar imágenes de formato NIFTI (NITRC, s.f), creando representaciones del volumen de estructuras cerebrales. Este programa utiliza los datos obtenidos en la resonancia magnética para crear imágenes de los cerebros, diferenciando entre la sustancia blanca y la sustancia gris, y además eliminando todos los elementos de la imagen que no pertenezcan al cerebro.

Figura. 1. *Representaciones de MRICroGL*

https://www.nitrc.org/project/list_screenshots.php?group_id=152&screen_shot_id=65



Description:MRICroGL renderings

Penn Emotional Recognition Test (ER-40)

La tarea de reconocimiento de emociones de Penn (ER-40) evalúa la capacidad de reconocimiento de emociones faciales que incluye 40 fotografías en color de caras que expresan 4 emociones básicas: felicidad, tristeza, ira, miedo, y expresiones neutrales. Su finalidad es la medir la capacidad de los participantes de detectar correctamente la emoción que se les

presenta en la en pantalla, mediante fotografías de rostros de actores, generando una puntuación, siendo la puntuación máxima 40. Pero también, se mide no solo si han acertado con la emoción correcta al seleccionar cual es sino que se mide el tiempo que tardan en reconocer dicha emoción.

Los estímulos están equilibrados para el género, la edad y el origen étnico del actor, y para cada categoría de emoción, se incluyen 4 expresiones de alta intensidad y 4 de baja intensidad.

Los participantes responden a cada prueba haciendo clic con el cursor sobre la palabra que describe la emoción expresada en cada imagen. Hay 4 rostros femeninos para cada emoción ($4 \times 5 = 20$) y 4 rostros masculinos para cada emoción ($4 \times 5 = 20$).

Al principio, se tarea comienza con una prueba práctica en modo de ensayo donde se da feedback al participante de si ha escogido la emoción correcta o no.

Luego comienza la prueba, y todos los demás estímulos se presentan en orden aleatorio, y el tiempo de prueba promedio es inferior a 5 minutos. Un programa de puntuación automatizado proporciona puntajes de precisión y tiempos de respuesta promedio (tiempos de reacción).

El ER-40 es una medida computarizada diseñada en las plataformas PowerLaboratory y Macromedia Flash, que permite realizar pruebas de forma on-line u off-line.

Figura. 2 *Muestra de estímulos de la tarea de reconocimiento de emociones de Penn (ER-40)*



RStudio

El programa RStudio es un software que se utiliza para realizar análisis estadísticos y gráficos. RStudio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación R, dedicado a la computación estadística y gráficos. Incluye una consola, editor de sintaxis que apoya la ejecución de código, así como herramientas para el trazado, la depuración y la gestión del espacio de trabajo.

Además, es un software libre por lo que su uso es gratuito.

Para este estudio se ha utilizado la versión 1.2.5019 de R.

2.3. Diseño

Para llevar a cabo el análisis de datos, primero se diferenciaron las variables dependientes de las independientes:

- Se seleccionan 2 Variables Independientes. Por un lado, está la variable independiente “Grupo” con 2 niveles: Grupo 1 (velocidad de reconocimiento emocional lento) y Grupo 2 (velocidad de reconocimiento emocional rápido). Factor medido por la prueba de Reconocimiento Emocional de Penn (ER-40). Por otro lado, está la variable independiente Región del cerebro
- Se toman 3 variables Dependientes, que son los aspectos que observamos: Volumen (con 8 niveles relacionados con las áreas subcorticales), grosor (34 niveles relacionado con las áreas corticales) Superficie (34 niveles relacionado con las áreas corticales). Estos resultados han sido obtenidos por la técnica de Resonancia Magnética Estructural (imágenes T1).

Diseño seleccionado es “Grupo x Región”. Siendo para el análisis de áreas corticales (Grosor y Superficie) de 2x34, y para el análisis áreas subcorticales (Volumen) de 2x8.

Se empleó una regresión múltiple para el análisis de datos, con 3 modelos, uno para volumen, otro para grosor y otro para las áreas. Dichos

resultado quedaron reflejados mediante tablas ANOVA. Pues el objetivo es saber si el volumen, grosor y superficie de las áreas cerebrales depende del grupo.

2.4. Procedimiento y análisis estadísticos

Una vez escogido la tarea (ER-40) y la patología de interés (demencia) se comenzó la recopilación de los datos. Por una parte, aquellos pertenecientes a los sujetos fueron tomados de la base de datos de Human Connectome Project (Van Essen et al., 2013). De ahí se obtuvieron tanto los datos de las puntuaciones en la prueba de reconocimiento de caras como los datos de las Resonancias Magnéticas de cada participante. Por otra parte, se recabó toda la información relevante acerca de las hipótesis y los estudios relacionados a este para apoyarse en la construcción del marco teórico y en las áreas cerebrales de interés.

Previamente al análisis estadístico, se eliminó todas las columnas del resto de pruebas dejando solo dos columnas pertenecientes a la prueba ER-40. Tras esto, se formaron los grupos ($n=86$ en cada grupo) con puntuaciones altas y bajas de la tarea de reconocimiento de caras, dividiendo su población total ($N=172$) en dos partes. A continuación, se utilizó el software R Studio, dónde se unificó la base de datos de ER-40 con la base de datos de “Freesurfer” para poder llevar a cabo los análisis pertinentes. Finalmente, tras preparar los datos, se ejecutaron los comandos que llevaron a cabo el análisis de la tabla Anova y los estudios pos-hoc (comparaciones individuales) para el modelo de volumen, grosor y superficie, dejando ver en cuál de ellos existen diferencias significativas, y si las hay, en qué áreas se encuentran. Además, se obtuvieron gráficas para poder representar la información de los resultados de manera más visual.

3. RESULTADOS

A continuación, se observarán los datos resultantes de los análisis para cada uno de los tres modelos: Volumen, Grosor y Superficie.

En primer lugar, para los resultados de las comparaciones del análisis del volumen de todas las áreas cerebrales a través del modelo de regresión múltiple, el efecto principal del área cerebral si presenta diferencias significativas entre el volumen de todas las áreas cerebrales ($\text{chisq}(7)=38100.5231$, $p < 0.001$); en el efecto principal de grupo no hay diferencias significativas ($\text{chisq}(1)=0.0813$, $p > 0.05$). Por último, en el efecto de la interacción entre grupo y área cerebral, no existen diferencias significativas ($\text{chisq}(7)=10.9754$, $p > 0.05$), es decir, el volumen de una o más áreas cerebrales no cambia dependiendo del grupo. Esto queda reflejado en la tabla 3.

Tabla 3. *Resultados ANOVA medida de volumen*

	Chisq	Df	p.value
Género	89.568	1	$p < 0.001^{***}$
Grupo	0.081	1	0.775
Maskname	38100.523	33	$p < 0.001^{***}$
Grupo:Volumen	10.975	33	0.139

Tras no encontrar una interacción significativa ($p > 0.005$), finalizamos el análisis del volumen y de las áreas subcorticales para dar paso a las comparaciones de Grosor y Superficie de las áreas.

En segundo lugar, para los resultados de las comparaciones del análisis del grosor de todas las áreas cerebral a través del modelo de regresión múltiple, como se muestra en la tabla 4, los resultados de las comparaciones del análisis del grosor de todas las áreas cerebrales a través del modelo de regresión múltiple, el efecto principal del área cerebral si presenta diferencias significativas entre el grosor de todas las áreas cerebrales ($\text{chisq}(33)=33367.3409$, $p < 0.001$); en el efecto principal de grupo no hay

diferencias significativas ($\chi^2(1)=1.6652$, $p > 0.05$). Sin embargo, en el efecto de la interacción entre grupo y área cerebral, si existen diferencias significativas ($\chi^2(33)=79.4059$, $p < 0.001$), es decir, el grosor de una o más áreas cerebrales si cambia dependiendo del grupo.

Tabla 4. *Resultados ANOVA medida de grosor*

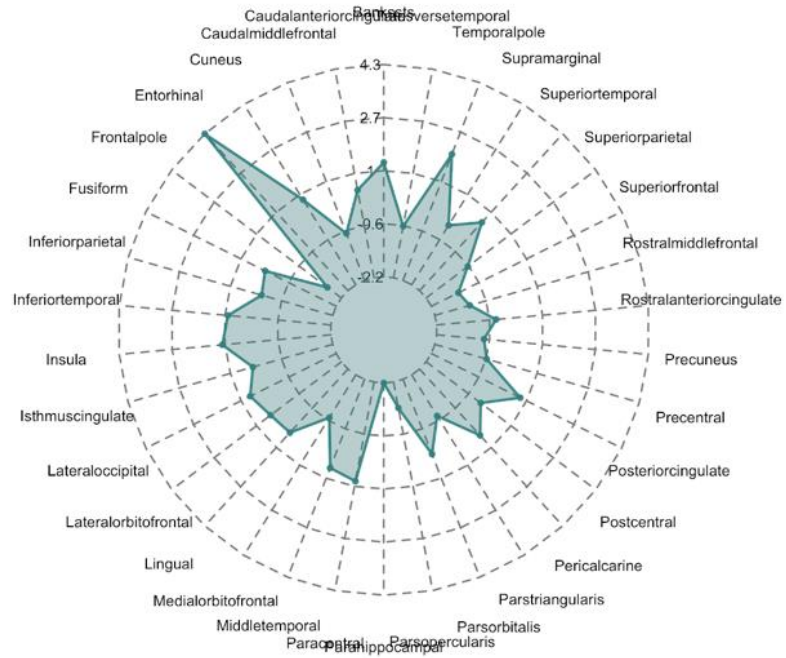
	Chisq	Df	p.value
Género	3.5008	1	$p < 0.001^{***}$
Grupo	1.6652	1	0.06134
Maskname	33367.3409	33	$p < 0.001^{***}$
Grupo:Volumen	79.4059 33	33	$p < 0.001^{***}$

A continuación, se utiliza el análisis de comparaciones individuales para saber en concreto qué áreas cambian. Según el grosor de las áreas cerebrales se descubre que existe significación en la corteza Entorrinal ($p < 0.001$) y Giro Parahipocampal ($p < 0.05$).

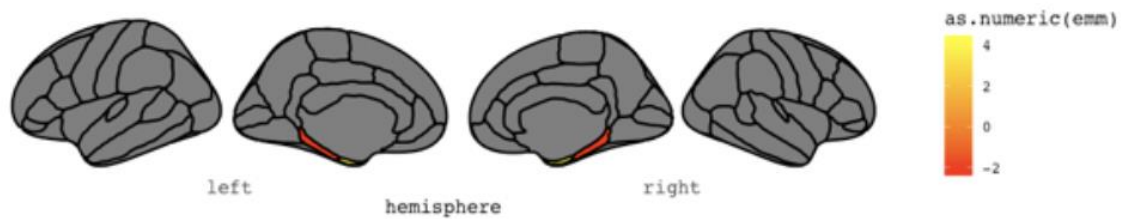
Tabla 5. *Resultados comparaciones individuales (pos-hoc) de grosor*

Área	z.radio	P-value
Entorrinal	4.296	$p < 0.0001$
Parahipocampal	-2.222	$p < 0.05$

Gráfica 1. Gráfica de araña, comparaciones de grosor en las diferentes áreas cerebrales.



Gráfica 2. Áreas corticales, Medidas del Grosor



En tercer lugar, en los resultados de las comparaciones del análisis de la superficie de todas las áreas cerebrales a través del modelo de regresión

múltiple, el efecto principal del área cerebral si presenta diferencias significativas según la superficie ($\text{chisq}(33)=163390.3328$, $p < 0.001$); en el efecto principal de grupo no hay diferencias significativas ($\text{chisq}(1)=0.0522$, $p > 0.05$). Por último, en el efecto de la interacción entre grupo y área cerebral, no existen diferencias significativas ($\text{chisq}(33)=41.0569$, $p > 0.05$), es decir, el grosor de una o más áreas cerebrales no cambia dependiendo del grupo. Estos resultados están reflejadas en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados ANOVA medida de superficie

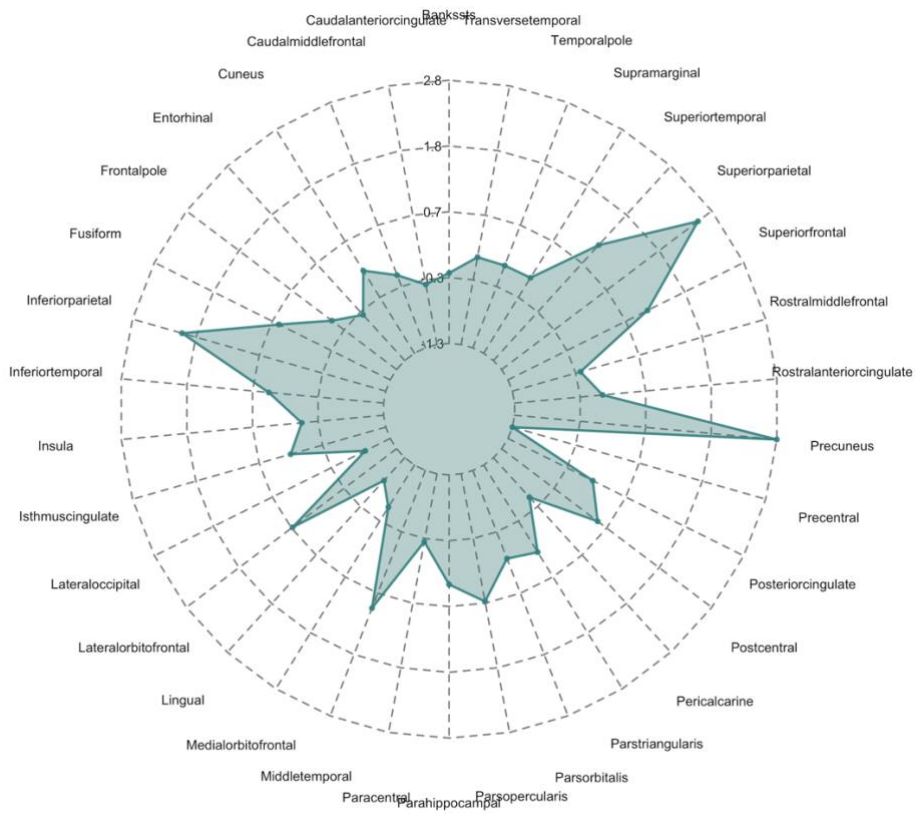
	Chisq	Df	p.value
Género	135.7269	1	$p < 0.001^{***}$
Grupo	0.0522	1	0.8192
Maskname	163390.3328	33	$p < 0.001^{***}$
Grupo:Volumen	41.0569	33	0.1583

Finalmente, en el análisis de comparaciones individuales encontramos diferencias significativas en la corteza Parietal Inferior ($p > 0.05$), en la corteza Parietal Superior ($p > 0.05$) y en el Precúneo /Lóbulo Parietal Superior ($p > 0.01$).

Tabla 7. Resultados comparaciones individuales (pos-hoc) de superficie

Área	z.radio	P-value
Inferior Parietal	2.017	$p < 0.05$
Superior Parietal	2.562	$p < 0.05$
Precúneo	2.835	$p < 0.01$

Gráfica 3. Gráfica de araña, comparaciones de superficie en las diferentes áreas cerebrales.



Gráfica 4. *Áreas Corticales Medida Superficie*



4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como se ha explicado en el inciso del informe, las enfermedades originadas por las demencias son de las más distendidas entre la sociedad, teniendo una aparición cada vez más temprana y sin verdaderos datos concluyentes sobre sus causas o prevención en la actualidad. Por ello, el interés de encontrar un posible indicador biológico que indique en población joven una posible aparición de deterioro cognitivo maligno en edades avanzadas, sería un avance en el ámbito clínico muy relevante debido a que daría tiempo a los médicos e investigadores para estudiar y tratar a esas personas jóvenes con una probabilidad de desarrollar algún tipo de demencia llegada su vejez.

El estudio llevado a cabo pretendía determinar la existencia de relación entre el deterioro cognitivo y el deterioro en el reconocimiento de emociones. Para ello, se buscó la existencia de diferencias significativas en las estructuras subcorticales y corticales de los cerebros del grupo 1 frente al grupo 2. Además, en el caso de que se encontrara relación, es decir, diferencias significativas en alguna área ya sea por volumen, grosor o superficie, el siguiente objetivo sería en qué área o áreas se haya dicha diferencia.

Se ha querido relacionar dicha hipótesis con la posible relación entre áreas afectadas, es decir, si el deterioro cognitivo va ligado al deterioro en el reconocimiento emocional, se podría suponer que las áreas afectadas en el deterioro del reconocimiento facial convergen de alguna forma con las áreas propias del deterioro cognitivo leve, moderado o áreas típicamente afectadas de demencias más graves como el Alzheimer. De ser así, se estaría encontrando un punto de unión en ambos deterioros, siendo estos resultados que apoyarían la hipótesis nula propuesta en este estudio.

También cabe destacar, que la población que se ha estudiado es una población joven, ya que es de interés que dicha supuesta relación entre ambos tipos de deterioro, tenga un carácter anticipativo a el desarrollo de demencias en edades más tardías o en la vejez.

Es por esta razón también, que se ha escogido una muestra libre de patologías, y joven en términos de ausencia de participantes mayores a 36 años.

A su vez, la técnica empleada para la obtención de las imágenes cerebrales, la Resonancia Magnética Estructural, ha sido elegida por su óptima resolución espacial, la seguridad que ofrece al no resultar invasiva y por supuesto, por su gran capacidad para distinguir entre la materia gris y la materia blanca, resultando una técnica cuya eficacia a la hora de diagnosticar ciertas patologías, ha sido probada.

En cuanto a los resultados obtenidos en el análisis estadístico, podemos ver diferencias significativas entre los dos grupos de participantes y, además, diferencias entre las zonas cerebrales.

Para el análisis estadístico se ha realizado un ANOVA con un factor llamado grupo con dos niveles en función de las puntuaciones de la prueba ER-40 (grupo 1 y grupo 2) y otro factor llamado áreas cerebrales con ocho niveles (Núcleo Accumbens, Núcleo Caudado, Amígdala, Hipocampo, Globo Pálido, Putamen, Tálamo, Vent DC). A cerca de los resultados, las medidas del volumen de las áreas cerebrales, no se obtuvo diferencias significativas en cuanto al grupo.

Por otra parte, según las medidas del grosor de las áreas cerebrales, se evidencia que la Corteza Entorrinal y en el Giro Parahipocampal muestran diferencias significativas dependiendo del grupo. También cabe destacar se ha observado que hay dos áreas que por su valor de p muy cercanos a ser inferior de 0.05, las cuales son el Polo Temporal y el Giro Temporal Transverso. Quizás sería interesante calcular su potencia observada y coeficiente de η^2 para descartar un posible error tipo II, ya que, si estas áreas también fuesen significativas en grosor, se tendría más áreas de interés que estudiar en estudios posteriores.

Y por último, el Lóbulo Parietal Inferior, Parietal Superior y el Precúneo, son las áreas cerebrales que presentan diferencias significativas con respecto a las medidas de superficie.

Como queda expuesto en la literatura revisada, la presencia de diferencias significativas en los resultados de este estudio apoya la hipótesis alternativa confirmando que no solo hay una diferencia entre las áreas del grupo 1 (con velocidad de reconocimiento rápido) frente al grupo 2 (con velocidad de reconocimiento lento), sino que además son varias áreas dentro de las estructuras corticales.

Por una parte, en cuanto a la interpretación de las áreas detectadas con diferencias entre ambos grupos, cabe destacar en primer lugar el Giro Parahipocámpico y la Corteza Entorrinal, ya que ambas áreas forman parte de la formación hipocámpica, zona del cerebro de gran relevancia en relación con las demencias, debido a que es un área comúnmente afectada por enfermedades como el Alzheimer.

El deterioro de esta zona o red de áreas asociadas al Hipocampo, afecta principalmente a las funciones relacionadas con los procesos de memoria, con la navegación y orientación espacial y con el control de la atención. Habilidades que los pacientes de distintos tipos de demencias van perdiendo paulatinamente con el curso de la enfermedad.

Por otra parte, se esperarían diferencias significativas en otras áreas también comúnmente relacionadas con las áreas afectadas de las enfermedades producidas por el deterioro cognitivo como lo son, algunas partes del sistema límbico, principalmente amígdala, hipocampo y circunvolución cingulada, así como tálamo, regiones de la corteza occipital, como la circunvolución fusiforme, regiones de la corteza temporal, como el surco temporal superior, y regiones frontales, como la circunvolución frontal inferior (Carter et al, 2009).

Sin embargo, en el análisis relacionado a la superficie de las áreas cerebrales, se encuentran en los resultados diferencias entre los dos grupos en

el Lóbulo Parietal Inferior, Superior, y en una región del Lóbulo Parietal Superior llamado Precúneo. A priori, parece que estas últimas regiones no guardan relación con el deterioro cognitivo, sin embargo, pero como vimos en estudios anteriores (Yokoi et al. ,2018) el Precúneo parece jugar un papel relevante en las demencias.

Como conclusión, gracias al estudio realizado hemos podido observar que no existe diferencias significativas en las áreas subcorticales entre los grupos con diferentes velocidades (Grupo 1 y Grupo 2) de reconocimiento de emociones. Sin embargo, sí se ha encontrado diferencias significativas en las áreas corticales previamente mencionadas.

De momento, no es posible concluir que exista una correlación entre ambos deterioros (cognitivo y de reconocimiento de emociones), siendo uno el causante del otro o viceversa.

Se ha podido observar en otros estudios (Weiss et al. , 2008) que el aumento de un deterioro va la par del otro, sin embargo todavía no hay demasiados estudios con resultados concluyentes, por lo que etiquetar el reconocimiento de emociones como un indicador de un posible desarrollo de demencia en edades posteriores de una persona, es bastante precipitado.

No obstante, debido a que encontramos ciertas relaciones entre ambos tipos de deterioros en áreas cerebrales comunes, sería oportuno seguir investigando en esta línea.

En futuros líneas de investigación, sería interesante replicar algunos estudios vistos tanto con pacientes de diferentes tipos de demencias junto a personas controles de la misma edad sin patología en otras poblaciones (otros países).

También sería interesante estudiar en pacientes de demencias, estructuras neuronales que usualmente no se relacionan con dicha enfermedad, pero que si tienen relación con el deterioro en el reconocimiento de caras, en concreto, con aquellas áreas que resultaron ser significativamente diferentes entre grupos en este estudio: Corteza Entorrinal, Corteza Parahipocampal, Lóbulo Parietal Inferior, Superior, en concreto al Precúneo.

5. REFERENCIAS

Adolphs, R., Damasio, H., Tranel, D., and Damasio, A R. "Cortical Systems for the Recognition of Emotion in Facial Expressions." *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience* 16.23 (1996): 7678-7687. Web.

Álvarez, J., Ríos, M., Hernández, J.A., Bargalló, N., y Calvo, B (2008). Resonancia magnética I. Resonancia magnética funcional. En F. Maestú, M. Ríos, R. Cabestrero. (Ed). *Neuroimagen. Técnicas y procesos cognitivos* (27-64). Barcelona, España: Elsevier Masson.

Antón Jiménez M, González Guerrero JL. Patología asociada al deterioro cognitivo leve. Factores de riesgo y predictivos [Disorders associated with mild cognitive impairment. Risk factors and predictors]. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2017;52 Suppl 1:20-23.

Adolphs, R., Damasio, H., Tranel, D., and Damasio, A R. "Cortical Systems for the Recognition of Emotion in Facial Expressions." *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience* 16.23 (1996): 7678-7687. Web.

Bediou B, Ryff I, Mercier B, et al. Impaired social cognition in mild Alzheimer disease. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2009;22(2):130-140.

Carter, C. S., Barch, D. M., Gur, R., Gur, R., Pinkham, A., & Ochsner, K. (2009). CNTRICS final task selection: social cognitive and affective neuroscience-based measures. *Schizophrenia bulletin*, 35(1), 153–162.

Elferink, M., van Tilborg, I., & Kessels, R.C. . (2015). Perception of emotions in mild cognitive impairment and Alzheimer's dementia: does intensity matter?, *Translational Neuroscience*, (1).

FreeSurferWiki, FreeSurfer. Recuperado de <https://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/fswiki>

Goodkind, M. S., Sturm, V. E., Ascher, E. A., Shdo, S. M., Miller, B. L., Rankin, K. P., & Levenson, R. W. (2015). Emotion recognition in frontotemporal dementia and Alzheimer's disease: A new film-based assessment. *Emotion*, 15(4), 416–427.

Kohler, Christian & Turner, Travis & Gur, Raquel & Gur, Ruben. (2004). Recognition of Facial Emotions in Neuropsychiatric Disorders. *CNS spectrums*. 9. 267-74.

Kumar, Suresh & Shah, Shalin. (2019). EARLY DEMENTIA AND EPIGENETICS OF ALZHEIMER'S DISEASE: A CLINICAL APPROACH. *Alzheimer's & Dementia*. 15. P1038-P1039.

Lista de variables de puntuación, instrucciones de administración, la tarea y programas de puntuación de ER-40. Recuperado de (<http://webcnp.med.upenn.edu>).

Maestú, F., Ríos, M., & Cabestrero, R., (2008), Resonancia Magnética I. *Neuroimagen. Técnicas y procesos cognitivos* (pp. 27-64). Barcelona: Elsevier Masson.

Nardi, Bernardo, Capecchi, Ilaria, Fabri, Mara, Polonara, Gabriele, Salvolini, Ugo, Bellantuono, Cesario, & Moltedo, Andrés. (2008). Estudio mediante imagen funcional de resonancia magnética (fMRI) de las activaciones emotivas correlacionadas a la presentación de rostros extraños o del propio rostro en sujetos con personalidad inward y outward. *Revista chilena de neuro-psiquiatría*, 46(3), 168-181. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92272008000300002>

Olivares, Ela & Iglesias, Jaime. (2000). Bases neurales de la percepción y el reconocimiento de caras (artículo de revisión). *Revista de neurología*. 30. 946-952.

Shimokawa A., Yatomi N., Anamizu S., Ashikari I., Kohno M., Maki Y., et al., Comprehension of emotions: comparison between Alzheimer type and vascular type dementias, *Dement. Geriatr. Cogn. Disord.*, 2000, 11, 268-274

Sprengelmeyer, R., M. Rausch, U T Eysel, and H. Przuntek. "Neural Structures Associated with Recognition of Facial Expressions of Basic Emotions." *Proceedings. Biological Sciences* 265.1409 (1998): 1927-1931. Web.

Teng, E., Lu, P. H., & Cummings, J. L. (2007). Deficits in facial emotion processing in mild cognitive impairment. *Dementia and geriatric cognitive disorders*, 23(4), 271–279. <https://doi.org/10.1159/000100829>

Weiss E.M., Kohler C.G., Vonbank J., Stadelmann E., Kemmler G., Hinterhuber H., et al., Impairment in emotion recognition abilities in patients with mild cognitive impairment, early and moderate Alzheimer disease compared with healthy comparison subjects, *Am. J. Geriatr. Psychiatry*, 2008, 16, 974-980

Wiechetek Ostos M, Schenk F, Baenziger T, von Gunten A. An exploratory study on facial emotion recognition capacity in beginning Alzheimer's disease. *Eur Neurol*. 2011;65(6):361-367.

Yokoi, T., Watanabe, H., Yamaguchi, H., Bagarinao, E., Masuda, M., Imai, K., Ogura, A., Ohdake, R., Kawabata, K., Hara, K., Riku, Y., Ishigaki, S., Katsuno, M., Miyao, S., Kato, K., Naganawa, S., Harada, R., Okamura, N., Yanai, K.,

Yoshida, M., ... Sobue, G. (2018). Involvement of the Precuneus/Posterior Cingulate Cortex Is Significant for the Development of Alzheimer's Disease: A PET (THK5351, PiB) and Resting fMRI Study. *Frontiers in aging neuroscience*, 10, 304. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00304>

6. ANEXO

Tabla 5. Resultados comparaciones individuales (pos-hoc) de grosor

Maskname	Constrast	Estimate	SE	Df	z.ratio	p. value
Bankssts	1 – 2	0.025172	0.0195	Inf	1.290	0.1969
Caudal anteriorcingulate	1 – 2	0.010079	0.0195	Inf	0.517	0.6054
Caudalmiddlefrontal	1 – 2	-0.013199	0.0195	Inf	-0.677	0.4987
Cuneus	1 – 2	0.016591	0.0195	Inf	0.851	0.3950
Entorhinal	1 – 2	0.083797	0.0195	Inf	4.296	<.0001
Frontalpole	1 – 2	-0.032924	0.0195		-1.688	0.0915
Fusiform	1 – 2	0.004161	0.0195	Inf	0.213	0.8311
Interiorparietal	1 – 2	0.000829	0.0195		0.043	0.9661
Inferiortemporal	1 – 2	0.018492	0.0195	Inf	0.948	0.3431
Insula	1 – 2	0.021849	0.0195	Inf	1.120	0.2627
Isthmuscingulate	1 – 2	0.006267	0.0195	Inf	0.321	0.7480
Lateraloccipital	1 – 2	0.014115	0.0195	Inf	0.724	0.4693
Lateralorbitofrontal	1 – 2	0.009707	0.0195	Inf	0.498	0.6188
Lingual	1 – 2	0.008164	0.0195	Inf	0.419	0.6756
Medialorbitofrontal	1 – 2	-0.013312	0.0195	Inf	-0.682	0.4950
Middletemporal	1 – 2	0.013588	0.0195	Inf	0.697	0.4861
Paracentral	1 – 2	0.017108	0.0195	Inf	0.877	0.3805
Parahippocampal	1 – 2	-0.043350	0.0195	Inf	-2.222	0.0263
Parsopercularis	1 – 2	-0.027501	0.0195	Inf	-1.410	0.1586
Parsorbitalis	1 – 2	0.004693	0.0195	Inf	0.241	0.8099
Parstriangularis	1 – 2	-0.014503	0.0195	Inf	-0.743	0.4572
Pericalcarine	1 – 2	0.010389	0.0195	Inf	0.533	0.5943

Postcentral	1 – 2	-0.002460	0.0195	Inf	-0.126	0.8997
Posteriorcingulate	1 – 2	0.016061	0.0195	Inf	0.823	0.4103
Precentral	1 – 2	-0.011122	0.0195	Inf	-0.570	0.5686
Precuneus	1 – 2	-0.014925	0.0195	Inf	-0.765	0.4442
Rostralanteriorcingulate	1 – 2	-0.007649	0.0195	Inf	-0.392	0.6950
Rostralmiddlefrontal	1 – 2	-0.021576	0.0195	Inf	-1.106	0.2687
Superiorfrontal	1 – 2	-0.025325	0.0195	Inf	-1.298	0.1942
Superiorparietal	1 – 2	-0.012184	0.0195	Inf	-0.625	0.5323
Superiortemporal	1 – 2	0.011978	0.0195	Inf	0.614	0.5392
Supramarginal	1 – 2	-0.001470	0.0195	Inf	-0.075	0.9399
Temporalpole	1 – 2	0.037727	0.0195	Inf	1.934	0.0531
Transversetemporal	1 – 2	-0.011942	0.0195	Inf	-0.612	0.5404

Tabla 6. *Resultados ANOVA medida de superficie*

Maskname	Constrast	Estimate	SE	Df	z.ratio	p. value
Bankssts	1 – 2	-10.48	45.9	Inf	-0.229	0.8192
Caudal anteriorcingulate	1 – 2	-17.29	45.9	Inf	-0.377	0.7061
Caudalmiddlefrontal	1 – 2	-4.99	45.9	Inf	-0.109	0.9134
Cuneus	1 – 2	9.02	45.9	Inf	0.197	0.8441
Entorhinal	1 – 2	-16.75	45.9	Inf	-0.365	0.7150
Frontalpole	1 – 2	-2.69	45.9	Inf	-0.059	0.9533

Fusiform	1 – 2	28.69	45.9	Inf	0.625	0.5317
Interiorparietal	1 – 2	92.53	45.9	Inf	2.017	0.0436
Inferiortemporal	1 – 2	22.19	45.9	Inf	0.484	0.6285
Insula	1 – 2	-1.92	45.9	Inf	-0.042	0.9666
Isthmuscingulate	1 – 2	10.29	45.9	Inf	0.224	0.8225
Lateraloccipital	1 – 2	-41.52	45.9	Inf	-0.905	0.3653
Lateralorbitofrontal	1 – 2	33.22	45.9	Inf	0.724	0.4688
Lingual	1 – 2	-39.31	45.9	Inf	-0.857	0.3914
Medialorbitofrontal	1 – 2	-25.64	45.9	Inf	-0.559	0.5761
Middletemporal	1 – 2	45.85	45.9	Inf	1.000	0.3175
Paracentral	1 – 2	-11.43	45.9	Inf	-0.249	0.8032
Parahippocampal	1 – 2	18.05	45.9	Inf	0.394	0.6938
Parsopercularis	1 – 2	32.90	45.9	Inf	0.717	0.4731
Parsorbitalis	1 – 2	7.09	45.9	Inf	0.155	0.8771
Parstriangularis	1 – 2	12.93	45.9	Inf	0.282	0.7780
Pericalcarine	1 – 2	-22.96	45.9	Inf	-0.501	0.6167
Postcentral	1 – 2	25.92	45.9	Inf	0.565	0.5720
Posteriorcingulate	1 – 2	7.22	45.9	Inf	0.157	0.8749
Precentral	1 – 2	-61.79	45.9	Inf	-1.347	0.1779
Precuneus	1 – 2	130.03	45.9	Inf	2.835	0.0046
Rostralanteriorcingulate	1 – 2	2.60	45.9	Inf	0.057	0.9549
Rostralmiddlefrontal	1 – 2	-10.19	45.9	Inf	-0.222	0.8241
Superiorfrontal	1 – 2	51.80	45.9	Inf	1.129	0.2587
Superiorparietal	1 – 2	117.49	45.9	Inf	2.562	0.0104
Superiortemporal	1 – 2	52.11	45.9	Inf	1.136	0.2559
Supramarginal	1 – 2	2.92	45.9	Inf	0.064	0.9492
Temporalpole	1 – 2	2.57	45.9	Inf	0.056	0.9553
Transversetemporal	1 – 2	2.95	45.9	Inf	0.064	0.9487