

BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA SOBRE LA ENFERMEDAD DEL ALZHEIMER

FISIOTERAPIA + CAFYD

FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE



Realizado por: Adrien Pocard

Nº Expediente:

Grupo TFG: Mix 61

Año Académico: 2021-2022

Tutor/a: Rosa Bielsa

Área: Revisión Bibliográfica

RESUMEN

Hoy en día, la prevalencia de individuos que padecen enfermedad neurodegenerativa esta en crecimiento debido al envejecimiento de la población mundial. La enfermedad de Alzheimer es la forma mas común de demencia diagnosticada. Como la eficacia del tratamiento farmacológico sigue siendo cuestionada, se hace necesario recurrir a otras posibilidades terapéuticas no farmacológicas, como las terapias de movimiento y, en particular, la actividad física. El objetivo de esta revisión bibliográfica es demostrar los beneficios de la actividad física sobre el estado de las estructuras cerebrales, las capacidades funcionales, cognitivas y mentales en enfermos que han sido diagnosticados del Alzheimer. Con este fin, se realizó una revisión del estado actual de investigación en las bases de datos: CINAHL with Full Text, MEDLINE Complete, APA PsycInfo, Rehabilitation & Sports Medicine Source, SPORTDiscus with Full Text y eBook Collection (EBSCOhost). Se escogieron, analizaron y discutieron un total de 14 estudios que cumplían con los criterios de selección.

Esta revisión muestra que hay evidencia considerable para decir que la actividad física puede tener varios beneficios sobre las variables físico-psicológicas previamente expuestas en la población afectada por el Alzheimer. No obstante, la revisión también evidencia que este efecto favorable parece desaparecer cuando el entrenamiento se detiene. Para concluir, el ejercicio físico se muestra como vía terapéutica apropiada para combatir las diferentes degeneraciones que se encuentran en estos pacientes y por lo tanto tiene un gran potencial para integrarle en futuros planes de intervención.

PALABRAS CLAVES: enfermedad de Alzheimer; Alzheimer; demencia; actividad física; ejercicio físico.

ABSTRACT

Nowadays, the prevalence of individuals suffering from neurodegenerative disease is steadily increasing due to the rising mean age of the world's population. Alzheimer's disease is the most common form of diagnosed these dementia. As the efficacy of pharmacological treatment is often questioned, it is necessary to resort to other non-pharmacological therapeutic possibilities, such as movement therapies and, in particular, physical activity. The aim of this systematic literature review is to demonstrate the benefits of physical activity on the state of brain structures, functional, cognitive, and mental capacities in patients diagnosed with Alzheimer's disease. To this end, a review of the current state of the art in databases was carried out: CINAHL with Full Text, MEDLINE Complete, APA PsycInfo, Rehabilitation & Sports Medicine Source, SPORTDiscus with Full Text y eBook Collection (EBSCOhost). A total of 14 studies that met the selection criteria were chosen from these databases, analyzed, and discussed. This review shows that there is considerable evidence that physical activity has several benefits on the physical and psychological variables mentioned above for the population affected by Alzheimer's. However, this favorable effect seems to disappear when physical stimulation is interrupted. In summary, it seems that physical exercise is an appropriate therapeutic approach to combat the different degenerations found in these patients and has a great potential for future intervention plans.

KEY WORDS: alzheimer's disease; alzheimers; dementia; physical activity; exercise; fitness; physical exercise.

Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	6
2.	OBJETIVOS	10
3.	METODOLOGÍA.....	10
	3.1.Diseño.....	10
	3.2.Estrategia de búsqueda.....	11
	3.3.Criterios de selección	12
	3.4.Diagrama de flujo.....	13
4.	RESULTADOS	14
	4.1.Tabla Resumen	14
	4.2.Resumen artículos empleados	17
5.	DISCUSIÓN.....	29
6.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	33
7.	CONCLUSIONES	34
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
9.	ANEXOS.....	39
	9.1.Anexo 1: Declaración de originalidad del TFG	39

Índice de Abreviaturas	5
-------------------------------------	----------

Índice de Figuras

Figura 1. Selección de estudios para la investigación	13
--	-----------

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro resumen de los artículos seleccionados	14
---	-----------

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AD: Axial difusión	MOT: Motor Screening Test
ADAS-Cog: Alzheimer Disease Assessment Scale–Cognitive	MSS: Matching to Sample Simultaneous and Delayed
ADCS ADL: Activities of day living test	MSD: Matching to Sample Delayed
AVD: actividad de la vida diaria	NPI: Neuropsychiatric Inventory
BI: Barthel Index	NPI-caregiver: Neuropsychiatric Inventory
CCG: el Cinculo	OMS: Organización de la salud
CDT: The Clock Drawing Test	PAL: Paired Associate Learning
COP: Centro de presión	PRM: Pattern Recognition Memory
DAD: Disability Assessment for Dementia Scale	PS: Symbol Search Subtes
DAFS-R: Revised Direct Assessment of Functional Status	QoL-AD: Quality of Life–Alzheimer’s Disease Scale
DM: Difusión media	RD: Radial difusión
DSt: Digit Span test	ROI: Temporal meta-regiones de interés
EA: Enfermedad del Alzheimer	RVIP: Rapid Visual Information Processing
FA: Anisotropía fraccional	SDMT: Symbol Digital Modalities test
FAB: The Frontal Assessment Battery	SFT: Senior Fitness Test
GDS: Geriatric Depression Scale	SLF: el fascículo longitudinal superior
HAS: Haute autorité de Sante	Stroop: Stroop Color and Word Test
IFOF: el fascículo fronto-occipital inferior	SWF: Semantic Word Fluency
Inserm: Institut national de la santé	SWM: Spatial Working Memory
MoCA: Montreal Cognitive Assessment	TPCAT: Toulouse-Pierón Concentrated Attention Test
MMII: Miembros inferiores	TMT: Trail Making Test
MMSE: Mini-Mental State Examination	TS: Tinetti Scale
MMSS: Miembros superiores	TTG: Tinetti Test Gait
	UF: el fascículo uncinado

1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS,2021), la prevalencia de individuos que padecen demencia esta en crecimiento. La OMS estima que más de 55 millones de personas por encima de 65 años padecen demencia, representando el 8,1% en mujeres y el 5,4% en hombres. Se prevé que para 2030 y 2050, este número aumentara a 78 millones y 139 millones. La demencia como la enfermedad de Alzheimer (EA) es una prioridad de salud pública mundial (Lane et al., 2018). Aquella enfermedad neurodegenerativa es la forma más común de demencia, representando entre el 50 y el 75% de los casos (Prince et al., 2015). La EA está relacionada con el envejecimiento, y su prevalencia se duplica cada 5 años después de los 65 años (Prince et al., 2015).

El Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (Inserm, 2019), afirma que las alteraciones comienzan en el hipocampo, que es una estructura cerebral esencial de la memoria, y luego se extiende al resto del cerebro. Los síntomas progresan de forma irreversible y consisten en trastornos de la memoria y las funciones cognitivas, así como trastornos de la conducta. Las funciones ejecutivas (planificación, reflexión abstracta, secuenciación lógica y supervisión del procesamiento ejecutivo, capacidades visoespaciales y visoconstructivas) y la orientación temporal-espacial también se ven alteradas. Con el tiempo, estos síntomas provocan una pérdida gradual de la autonomía. A medida que avanza la enfermedad, se ven afectados el lenguaje oral y escrito (afasia, disortografía), el movimiento (apraxia), el estado de ánimo (irritabilidad, ansiedad, depresión) y el sueño (insomnio). También hay agnosia que es un trastorno del reconocimiento de rostros, lugares y objetos. (Haute Autorité de Sante [HAS], 2018).

Las estructuras cerebrales de los pacientes con enfermedad de Alzheimer presentan dos tipos de lesiones. Primero, los depósitos amiloides, también llamados placas seniles, se forman por la acumulación del péptido β -amiloide que se deposita entre las células nerviosas, situadas en la sustancia gris de la corteza cerebral. Es la acumulación de estos depósitos con el tiempo que causa la disfunción de las conexiones entre las neuronas impidiendo la transmisión de

señales entre neuronas. Esta acumulación se produce bajo la influencia de diversos factores genéticos y ambientales tales como baja estimulación cognitiva, un hábito fumador, el consumo excesivo de alcohol y los hábitos alimenticios que conduce a la diabetes mellitus o obesidad según la National Institute on Aging (NIA, 2017). Segundo, las degeneraciones neurofibrilares son un enredo neurofibrilar en la neurona, causado por la proteína TAU que se agrega de forma anormal. (HAS, 2018).

Sin embargo, ambas lesiones se producen como consecuencia del envejecimiento en personas sanas mientras en la EA, las proteínas se acumulan en cantidades mucho mayores. La mayor tasa de acumulación del péptido β -amiloide causa toxicidad para las células nerviosas. Se produce entonces un aumento de la fosforilación de las proteínas TAU, lo que a su vez provoca una desorganización de la estructura de las neuronas y una degeneración neurofibrilar. Con el tiempo, estos procesos causan la muerte de las células nerviosas, la llamada «cascada amiloide», una hipótesis que se ha visto reforzada por las investigaciones (Simmons, 2019). Una vez iniciada la degeneración neurofibrilar, ésta se extiende a todo el cerebro, independientemente del péptido β -amiloide (Iserm, 2019). Esta expansión puede producirse por contaminación celular de proximidad, en la que se excretan proteínas tóxicas en los espacios intercelulares que contaminan las células vecinas (NIA, 2017). Del mismo modo, ahora se sabe que hay una reacción inflamatoria que parece ocurrir bastante pronto en el proceso (Iserm, 2019).

Gracias a las imágenes medicas, se ha podido observar que la muerte de las neuronas se produce principalmente en el hipocampo, que es esencial para la memoria, y en la corteza asociativa, que permite conectar las diferentes funciones cerebrales entre sí (Trombella et al., 2016). Esta muerte neuronal causa atrofia de las áreas cerebrales afectadas, lo que significa una disminución del volumen cerebral (Eustache et al., 2016).

Como lo describe Eustache et al., (2016) se pueden describir dos distintas variantes de la EA. La EA hereditaria es de carácter autosómico y dominante. Es una forma más grave porque se desarrolla a menudo antes de los 50 años. La variante

esporádica, en cambio, es la forma más presente en la población mundial y suele declararse alrededor de los 65 años.

En la EA se distinguen diferentes etapas, desde de la aparición de los síntomas hasta su expresión más severa, a partir de su importancia y su impacto en la vida cotidiana del paciente (Wolk, 2020).

1. Estadio asintomático: No se detectan síntomas, aunque las proteínas responsables de la patología (β -amiloide y tau) ya están presentes en grandes cantidades en el cerebro.
2. Etapa prodrómica: El paciente presenta dificultades leves de memoria, como el olvido de los nombres de algunas personas o de acciones hechas. No obstante, sigue realizando sus actividades de la vida diaria, como por ejemplo conducir, o actividades sociales.
3. Etapa de las primeras afectaciones en la vida diaria: Los problemas de olvidos dificultan al enfermo en la realización de sus actividades diarias como por ejemplo el olvido de acciones recién efectuadas. La diagnosis es común en esta etapa, ya que se ven cambios notables en el enfermo quien suele estar ansioso debido a sus olvidos cada vez más frecuentes.
4. Etapa ligera: Los trastornos de la memoria se manifiestan en el día a día por olvidos cada vez más frecuentes. Aparecen trastornos de la orientación temporal y espacial, y se acentúan los trastornos de la atención. Las tareas complejas son cada vez más difíciles para el paciente.
5. Etapa moderada: El deterioro de las funciones cognitivas es cada vez mayor y los trastornos emocionales son cada vez más visibles (alucinaciones, delirium, paranoia). Se hace necesaria una ayuda para la comunicación y en la vida cotidiana para acompañar al paciente.
6. Etapa severa: La demencia se caracteriza por la presencia de afasia más pronunciada tanto en el aspecto de la expresión como en el de la comprensión.
7. La última etapa, la pérdida de control físico: Debido a la degeneración que se produce a nivel cerebral, el paciente necesita un auxilio en cualquier actividad de la vida diaria. Debido a la disminución de actividad física lo que conlleva una disminución de la actividad metabólica el paciente tiene mayor riesgo de contraer infecciones como por ejemplo la neumonía.

A pesar de que la EA afecta a muchas personas, no se ha encontrado un tratamiento curativo hasta ahora. Sin embargo, se han desarrollado planes de acción para reducir el impacto de la enfermedad sobre la vida y las capacidades de los pacientes. Para que estos planes sean efectivos, deben considerar a la persona en su conjunto, así como su contexto y sus cuidadores cercanos, ya sean familiares o amigos (Livingston et al., 2017). Por lo tanto, deben tenerse en cuenta las necesidades médicas, física, cognitivas, psicológicas, medioambientales, culturales y sociales de las personas involucradas.

Aunque muchos de estos planes ya incluyen actividades deportivas como parte de su tratamiento para los pacientes, la comunidad científica no coincide en los efectos concretos de la actividad física en la mitigación de efectos neurológicos, físicos o mentales de la EA. (HAS, 2017). Por lo tanto, es esencial conocer primeramente los efectos determinados que puede tener la actividad física sobre los pacientes que sufren de la EA.

Esta revisión sistemática pretende alumbrar mejor este debate y analizar las conclusiones empíricas a las que se ha llegado hasta ahora. Antes de empezar este análisis y para evitar malinterpretaciones, es esencial de definir lo que es la actividad física.

La OMS (2020) establece la actividad física como cualquier acción corporal que es el resultado de la actividad musculo esquelética que conlleva un consumo energético. De esta manera la actividad física abarca todo movimiento que podemos ejecutar en un deporte, en actividad recreativa o para desplazarse hasta un sitio. Ya que es el objetivo de esta revisión de evaluar evidencia de cualquier actividad de movimiento sobre el estado de pacientes con la EA, esta revisión hará uso de la definición amplia de la OMS. Se ha demostrado que la actividad física favorece la prevención y la fase terapéutica en enfermedades cardiovasculares, tipos de cáncer y disminuye los riesgos de padecer síndromes metabólicos que son factores agravantes.

Por lo tanto, parece plausible la inferencia que la actividad física planificada, intencionada y organizada comúnmente llamado ejercicio físico podría tener también un impacto sobre el desarrollo de la EA en pacientes diagnosticados.

A base de la definición presentada, el texto siguiente va a presentar una revisión sistemática de estudios que investigan este posible impacto. Para aquello, a continuación, se va a presentar la metodología aplicada en el proceso de selección asimismo que los estudios elegidos. Después se hará una integración de los resultados de dichos estudios y un análisis de sus implicaciones. Para concluir, se hará una exploración de las perspectivas para investigación en el futuro.

2. OBJETIVOS

Objetivo principal

Realizar una revisión sistemática para identificar los beneficios de la actividad física sobre la población que sufre la enfermedad Alzheimer.

Objetivos específicos

- Examinar el potencial de acción de la actividad física sobre la degeneración a nivel de las estructuras cerebrales que se producen durante el desarrollo de la EA.
- Describir el impacto positivo que puede tener la ejecución de un plan de actividad física sobre las habilidades funcional y/o la función cognitiva en personas con EA.
- Conocer los efectos positivos que puede conllevar la actividad física a nivel mental en pacientes afectados por la EA.

3. METODOLOGÍA

3.1. Diseño

Se realizó una revisión sistemática sobre los beneficios que puede aportar la actividad física sobre personas que sufren de la enfermedad del Alzheimer. Se han escogido los estudios en las bases de datos: CINAHL with Full Text, MEDLINE Complete, APA PsycInfo, Rehabilitation & Sports Medicine Source, SPORTDiscus

with Full Text y eBook Collection (EBSCOhost) a través del buscador de la biblioteca CRAI Dulce Chacón de la Universidad Europea de Madrid.

3.2. Estrategia de búsqueda

Las palabras claves que se han escogido fueron *alzheimer's disease or alzheimers or alzheimer or alzheimer's or dementia AND physical activity or exercise or fitness or physical exercise*. Se ha limitado la búsqueda con los siguientes criterios a través de las funciones empotradas del buscador: estudios disponibles en texto completo en la base de datos, estudios empíricos, estudio cuantitativo, y clínicos sobre una población humana. Además, se añadió un filtro de materia principal de “Alzheimer’s disease” lo cual llevó a una selección de 541 artículos científicos en total en la primera etapa (ver Fig. 1).

Para ajustar los resultados a los requerimientos específicos de esta revisión, se han añadido criterios de exclusión, como cualquier artículo sobre tratamiento farmacológico, así como cualquier artículo con ensayos clínicos en una población animal los cuales se describen en más detalle en el apartado 3.3. Esto recortó el número de artículos a 292 en la segunda etapa. Para que la revisión trate solo de los hallazgos más recientes se filtraron los resultados de los últimos 10 años (2011-2021). Con estos criterios de la tercera etapa de la búsqueda se han encontrado un total de 185 artículos.

No obstante, ya que los resultados de la búsqueda avanzada se basan en las etiquetas presentes en las descripciones de los estudios, los cuales no siempre son correctos, se encontraron algunos estudios entre los 185 resultados que no satisfacían los criterios de selección descritos anteriormente. Por lo tanto, se han escogido un total de 38 artículos a través de la lectura de los títulos. De este total de artículos se revisaron los abstracts o se hizo un cribado del texto completo. Las variables estudiadas fueron el criterio de selección de los 14 artículos elegidos en la última etapa. Esta selección, es decir la quinta etapa de la búsqueda, se ha hecho con el fin de solo incluir los artículos relevantes para responder a los objetivos de esta revisión sistemática (ver Fig. 1).

3.3. Criterios de selección

Para incluir únicamente los estudios empíricos relevantes para contestar las indagaciones de esta revisión se han establecido algunos criterios de selección que se han ido aplicando en todas las etapas de la búsqueda. Mientras la primera etapa ha filtrado la búsqueda de manera aproximada a estudios que tratan de la EA y la actividad física, en la segunda y la tercera etapa, se han ido limitando materias incluidas en los resultados a través de la función del buscador.

Por lo tanto, se han excluido estudios que examinan el impacto de o sobre cuidadores o familiares de pacientes, estudios que se han hecho sobre poblaciones a riesgo o personas no-diagnosticadas de la EA asimismo que estudios que evalúan tratamientos parcial o totalmente farmacológicos. Ya que ha habido avances significantes en la investigación de la EA en la última década, esta revisión trata de examinar las investigaciones y conocimientos más recientes, por lo cual los estudios incluidos se han hecho en los últimos 10 años (2011-2021). Por lo tanto, los criterios de selección de la tercera etapa se pueden resumir de manera que los 185 artículos deberían incluir únicamente estudios de los 10 últimos años investigando la relación entre alguna actividad física y el estado, físico al igual que mental, de pacientes humanos, diagnosticados con la EA (ver Fig. 1).

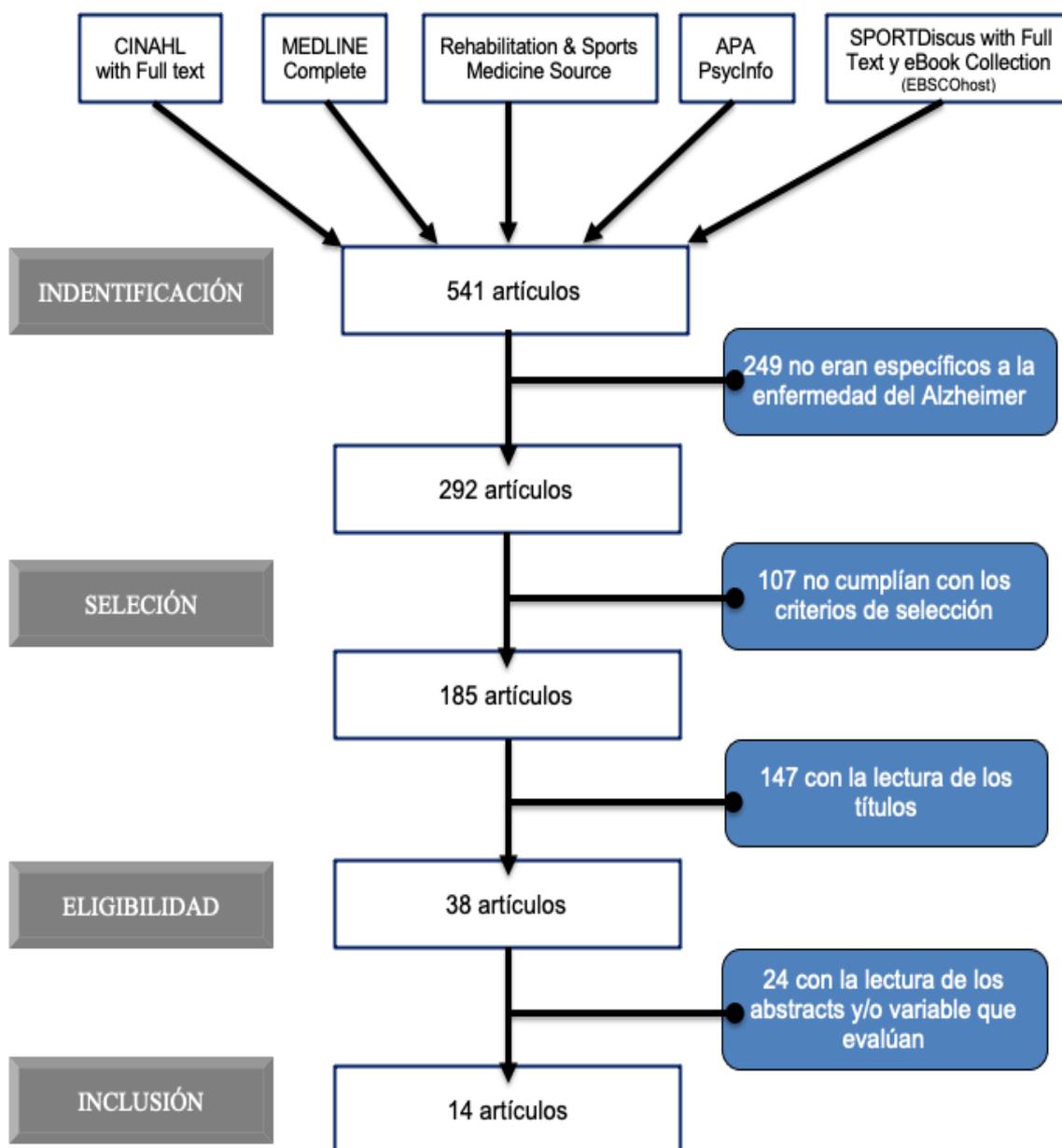
Estos mismos criterios fueron aplicados en la cuarta etapa, dónde únicamente se ha refinado la búsqueda a mano con la información disponible en los títulos.

En una quinta etapa se excluyeron 9 ensayos por investigar el potencial de intervenciones cognitivas sin o con mínima inclusión de actividad física, como por ejemplo entrenamientos en ordenadores. Además, 4 artículos más fueron descartados porque la actividad física era usada como diagnostico y no como intervención. Luego, 3 artículos han sido excluidos porque se trataba de experimentos sobre animales, lo cual no era visible a partir del título. Otros 3 artículos fueron excluidos por incluir otra patología en su población de intervención como por ejemplo el Parkinson u otras demencias. Otros 2 artículos por valorar la percepción que tienen los pacientes sobre la actividad física y 1 artículo por reevaluar datos de un estudio anterior. Al leer los artículos en profundidad se han retirado 2 estudios más porque las variables valoradas no tenían relevancia para esta revisión.

3.4. Diagrama de flujo

El siguiente diagrama de flujo ilustra el proceso de filtrado empleado en la búsqueda.

Figura 1. Selección de estudios para la investigación.



Beneficios de la actividad física sobre la enfermedad del Alzheimer

4. RESULTADOS

4.1. Tabla Resumen

Tabla 1. Cuadro resumen artículos empleados

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Variables	Resultados	Conclusiones
Borges-Machado et al. (2019)	Evaluar los impactos de una intervención con un entrenamiento de multimodal sobre paciente con EA.	7 personas con EA (edad: 75± 9.2) siguieron un plan de entrenamiento de 6 meses, incluyendo ejercicios aeróbicos, de fortalecimiento muscular, de equilibrio y posturales con 2 sesiones a la semana en días no consecutivos.	Senior Fitness Test (SFT) Disability Assessment for Dementia Scale (DAD), Alzheimer Disease Assessment Scale–Cognitive (ADAS-Cog) Quality of Life–Alzheimer’s Disease Scale (QoL-AD)	Se notó una mejora significativa a nivel de fuerza (MMSS (p=0,018), MMII(p=0,026)), resistencia (p=0,028), y sobre la agilidad y equilibrio dinámico (p=0,018). En cambio, La intervención no ha promovido diferencias significativas en la función cognitiva (ADAS-Cog total: p=0.672) ni en la calidad de vida de los pacientes (QoL-AD total: p=0.498)	La actividad física permite una mejora a nivel físico (fuerza, resistencia, equilibrio) pero no se observó mejor conforme al nivel de calidad de vida y cognitivo.
De Andrade et al. (2013)	Establecer los beneficios de un programa de entrenamiento multimodal sobre las funciones cognitivas, el control postural y los componentes de la capacidad funcional de personas con EA.	30 personas (edad: 77.8 ± 8,2) repartidos en un grupo control (16) y un grupo de intervención (GI) con 3 sesiones semanales de 1h durante 16 semanas.	Montreal Cognitive Assessment (MoCA) The Clock Drawing Test (CDT) The Frontal Assessment Battery (FAB) Symbol Search Subtest (PS) Centro de presión (COP) Senior Fitness Test (SFT)	En el GI vimos mejora a nivel cognitivo (p<0,001) y sobre el control corporal (p=0,04) comparando con el GC. Sobre las variables valorando la capacidad funcional la mayoría de las pruebas menos en el tiempo en realizar el Timed Up and Go.	El GI vio mejoría en su capacidad funcional, cognitiva y se desempeñaron mejor en las actividades de doble tarea que los del GC.
Frederiksen et al. (2018)	Demonstrar los efectos positivos del ejercicio aeróbico sobre las estructuras del cerebro.	41 sujetos con EA divididos en 2 grupos: grupo intervención (21) y grupo control (20) (edad 68.8± 7.7). El GI tiene que realizar 3 sesiones semanales de 60 min de ejercicio aeróbico de intensidad moderada a alta durante 16 semanas, y el GC realizara sus cuidados habituales.	Volumen del hipocampo y de las subregiones; pre-post intervención con MRI: Hippo-campus; Presubiculum; Subiculum; Fimbria; CA1: (cornu Amonis); CA2-3; CA4-DG (dentate gyrus) *Anatomía del cerebro según FreeSurfer atlas Stroop Color and Word Test (Stroop) SDMT: Symbol Digital Modalities test	En el modelo 1 (subregiones hipocampo), se encontró diferencia significativa para el cambio entre los dos grupos en la fimbria izquierda (p= 0,012) y CA2+3 (p= 0,016) que no sobrevivieron a la corrección para la comparación múltiple. No se observaron diferencias entre los grupos para el Modelo 2 (parahipocampal) ni para el Modelo 3 (caudato y putamen). No se encontró diferencia significativa entre grupos en los cambios en el espesor cortical regional.	La intervención de 16 semanas de ejercicio aeróbico de intensidad moderada a alta no pudo atenuar las tasas de atrofia en pacientes con EA leve a moderada.
Garuffi et al. (2013)	Establecer la repercusión que pueda tener un entrenamiento de fuerza sobre la realización de las actividades de la vida diaria en personas con EA	34 personas divididas de manera iguales entre el GC que realizaba actividades a carácter social y el GI con un plan de entrenamiento de 1h, 3 veces a la semana durante 16 semanas.	ADL performance battery (6 pruebas): ○ 800-m walk ○ moving around the house ○ climbing stairs ○ standing up from the floor ○ manual skills ○ putting on socks	Los resultados reflejan una mejoría a nivel general de las ADL en los del GI en comparación con el GC. Sobre el moving around the house se estableció una diferencia significativa entre ambos grupos (p=0,03). El climbing stairs, manual skills, putting on socks se realizaron de mejor manera solamente en el GI. El standing up from the floor test disminuyó en el GI (-3,84) y aumentó de 11,95 en el GC.	El entrenamiento de Fuerza resistencia en pacientes con EA puede mejorar la agilidad, el equilibrio, la flexibilidad y la fuerza que se repercute en el desempeño de las AVD.

Beneficios de la actividad física sobre la enfermedad del Alzheimer

<p>Holthoff et al. (2015)</p>	<p>Conocer los efectos de un entrenamiento basado en la actividad física sobre los síntomas clínicos, las capacidades funcionales y la carga del cuidador después de 12 y 24 semanas en pacientes con EA.</p>	<p>30 pacientes (edad: 72.4±4.3) repartidos en un grupo control de 15 y uno de intervención (GI=15) realizando entrenamiento con un pedaleador con movimiento variados para combinar estímulos físicos y cognitivos. Los entrenamientos duraron 30 minutos 3 veces a la semana a lo largo de 12 semanas.</p>	<p>Activities of day living test (ADCS ADL) Neuropsychiatric Inventory (NPI) Neuropsychiatric Inventory (NPI-caregiver) Semantic Word Fluency (SWF) Fetz-test</p>	<p>El GC experimentó un descenso en el rendimiento de la ADL después de la intervención, mientras que los pacientes del GI permanecieron estables (GC:60.53/53.50 vs GI:60,55/61,26). Los análisis las capacidades verbales mostraron efectos considerables para la fluidez semántica de las palabras en el GI (14,15 vs 12,05). Los análisis del tiempo de reacción, la rapidez mano-ojo y la atención revelaron mejoría sólo en el GI (pre:0,27 vs post:0,24). La carga de cuidadores permaneció estable en el GI, pero empeoró en el GC (5,51 vs 9,55).</p>	<p>Se aprecia en los resultados que los beneficios de la actividad física tienen repercusión sobre las ADL, las capacidades cognitivas y físicas en EA. Por lo tanto, el estado mental percibido por el sujeto, tal como la carga sienta el cuidador se mantuvo estable al contrario del grupo control que conoció un empeoramiento.</p>
<p>Parvin et al. (2020)</p>	<p>Determinar el efecto de 12 semanas de entrenamiento dual sobre el estado cognitivo, el rendimiento físico y la oscilación cerebral de pacientes con EA.</p>	<p>26 pacientes con EA (edad: 67.4±8.8) fueron asignados aleatoriamente a dos grupos, el grupo de entrenamiento (GI) de ejercicios combinados con estimulación visual 2 veces a la semana durante 1h y el grupo de control (GC).</p>	<p>Montreal Cognitive Assessment (MoCA) Geriatric Depression Scale (GDS) Senior Fitness Test (SFT)</p>	<p>Los resultados revelaron que, después de la intervención, los pacientes del grupo GI experimentaron mejoras significativas en la función cognitiva (+28,4%), especialmente en la memoria de trabajo y a corto plazo, la atención. Además, mejoraron sobre su estado físico en todas las variables de manera significativa (p=0,001).</p>	<p>El programa combinado de entrenamiento, incluyendo ejercicios duales mejoró la capacidad de rendimiento, mejoró la salud cerebral, que se asocian con un aumento de la función cognitiva.</p>
<p>Pedroso, Ayán et al. (2018)</p>	<p>Comprobar los efectos de un entrenamiento funcional sobre la función cognitiva, las actividades de la vida diaria, las capacidades físicas en personas con EA.</p>	<p>57 pacientes (edad: 78.2 ± 5.8) agrupados en 3 grupos: un grupo control (GC=14), un grupo con una intervención social (GS=21) y un grupo con entrenamiento funcional de 1h por semana durante 12 semanas (GI=22).</p>	<p>Mini-Mental State Examination (MMSE) Toulouse-Pieron Concentrated Attention Test (TPCAT) Trail Making Test (TMT) Verbal Fluency Test Category (VFTC) Digit Span test (DSt) Revised Direct Assessment of Functional Status (DAFS-R) Senior Fitness Test (SFT) Tinetti Test Gait (TTG)</p>	<p>Los resultados después de la intervención mostraron una mejoría en el grupo social por el TMT-B que evalúa la ejecución (p=0.03). Una sola variable a nivel físico mostro mejoría significativa (arm curl repetition: p=0,04). Las demás variables no mostraron diferencia significativa a la hora de compararlas entre ellas (grupo vs. Tiempo)</p>	<p>3 meses de entrenamiento funcional no tiene beneficio significativo a nivel cognitivo, de las actividades de la vida diaria o los niveles de estado físico en las personas con EA, aunque es concebible que contribuya a ralentizar el proceso de deterioro que causa la enfermedad.</p>
<p>Pedroso, Cancela et al. (2018)</p>	<p>Identificar los efectos de los ejercicios físicos sobre la información del procesamiento mental en personas mayores con EA.</p>	<p>31 participantes (edad: 77.5±6.4) con EA divididos en un grupo de ejercicio funcional (14) estimulado con resistencia aeróbica, flexibilidad, resistencia muscular y equilibrio y un grupo control de actividad social (17) como películas, poesía, música, baile, pintura, juegos interactivos y paseos cortos.</p>	<p>Valoramos diferencia en la amplitud y la latencia de la onda P300 que refleja la actividad cortical relacionada con las funciones cognitivas (velocidad, la atención, la memoria).</p>	<p>Se observaron mejoras significativas (P < 0.05) en forma de reducción del tiempo de reacción tras la intervención en el GI (pre vs. post: 421.5 ms vs. 360,9 ms). Asimismo, se observó un aumento de la amplitud P300 en la línea media central (pre vs. post: 5.9 µV vs. 6.9 µV) y en la línea media parietal (pre vs. post: 4.7 µV vs. 5.7 µV) en el grupo intervención.</p>	<p>El ejercicio físico disminuye el tiempo de reacción y sugiere una recuperación de la actividad cortical, mientras que las actividades de carácter social probablemente podrían facilitar el procesamiento de la información.</p>
<p>Perea et al. (2015)</p>	<p>Investigar la relación entre la capacidad cardiorrespiratoria y la integridad de la materia blanca en el cerebro.</p>	<p>37 paciente con estado leve de EA. (edad 72.35±7.9) Realizaron actividad aeróbica incrementando la dificultad siguiendo el Cornell Bruce Protocol modificado.</p>	<p>consumo máximo de oxígeno: VO2pico la anisotropía fraccional (FA); radial difusión (RD); Axial difusión (AD) y difusión media (DM). el Cínculo (CCG), el fascículo fronto-occipital inferior (IFOF), el fascículo longitudinal superior (SLF) y el fascículo uncinado (UF)</p>	<p>No encontramos correlaciones significativas con VO2pico y DM, RD o AD. Sin embargo, hubo una tendencia a la disminución de la RD con un mayor VO2pico en el cíngulo derecho (r=-0,315, p=0,065) y en el fascículo frontal-occipital inferior derecho (r=-0,313, p=0,067). Pero se encuentro correlación significativa entre el aumento de la FA y un mayor VO2pico sobre el fascículo fronto-occipital inferior derecho (r=0,358, p=0,035).</p>	<p>Un mayor consumo máximo de oxígeno está asociado con una tasa superior de materia blanca en el fascículo fronto-occipital inferior derecho.</p>

Beneficios de la actividad física sobre la enfermedad del Alzheimer

Todri et al. (2019)	Identificar los beneficios que puede tener de un plan de entrenamiento enfocado en el control postural sobre las habilidades cognitivas en sujetos con enfermedad de Alzheimer.	135 personas (edad: 80.7±5.3) asignado en un grupo control (GC=45) ejecutando un trabajo aeróbico de 30/40 min mientras que el grupo de intervención (GI=90) efectuó un trabajo de reeducación postural. Ambos tenían 2 sesiones semanales durante un periodo de 6 meses.	Tinetti Scale (TS) Mini-Mental State Examination (MMSE) Barthel Index (BI) Neuropsychiatric Inventory (NPI) Quality of Life in AD (QoL-AD) Geriatric Depression Scale (GDS)	El GI reveló mejoría significativa en comparación al GC cuando comparamos los valores pre/post intervención en la mayoría de los resultados como el MMSE (p=0,003), GDS (pre vs post=5,30vs4,08), BI (p=0,004), NPI (p=0,018) y TS (p=0,002). Por lo tanto, sobre la calidad de vida, se apreció mejor resultado en ambos cuestionarios, de paciente (33.89 vs 35.52) y cuidador (33,73 vs 35,31) pero no fue significativa en el de paciente (p=0,135).	El trabajo postural planificado durante 6 meses produce mejora a nivel cognitivo, neuropsicológico y conlleva a una mejor autonomía que se puede traducir por una mejoría en la calidad de vida.
Venturelli et al. (2011)	Averiguar si un programa de caminata podría reducir el deterioro funcional y cognitivo en personas con EA.	21 pacientes (84 ±5 años) fueron asignados aleatoriamente, a un programa de marcha (GI=11) que consiste en una simple actividad aeróbica de caminata (<30min 4 veces a la semana) o a un grupo control (GC=10). La intervención duro 6 meses.	Test de los 6 minutos (6WT) Barthel index de las AVD (ADLs) Mini-Mental State Examination (MMSE)	El GI mostró una mejora significativa en el 6WT (20%) y en el ADLs (23%), al contrario, el MMSE disminuyo en ambos grupos, pero de manera menos pronunciado en el GI (-47% vs.-13%)	Un programa adaptado de caminata puede atenuar la progresión de las disfunciones cognitivas en paciente con EA.
Vreugdenhil, et al. (2012)	Medir la eficacia de un programa de entrenamiento en casa sobre las funciones cognitivas, físicas y la autonomía en las actividades de la vida diaria en personas con EA.	40 pacientes (edad: 74.2±20) separados en dos grupos homogéneos GI y GC. El GI realizó un plan de ejercicio en casa focalizado sobre el equilibrio y la fuerza en las extremidades además de su tratamiento habitual. Se pidió a los del GI llevar a cabo los ejercicios a diario si era posible durante un periodo de 4 meses	Mini-Mental State Examination (MMSE) Alzheimer's DiseaseAssessment Scale – Cognitive Sub-Scale (ADAS-Cog) Functional Reach test Timed Up and Go test Sit-to-Stand test Barthel Index of Activities of Daily Living Instrumental Activities of DailyLiving Zarit Burden Interview	Después de la intervención podemos observar que hubo un incremento en el MMSE de 2,6 puntos (p<0,001), una mejoría en la movilidad (Timed Up and Go: p=0,004). La mejoría se ha podido encontrar también en el Instrumental Activities of Daily Living (p=0,007) y en el Barthel Index ADL (p=0,047). Una menor carga de trabajo se resentí en el cuidador.	Los resultados encontrados desmostaran los beneficios de la actividad física sobre la función cognitiva y el estado físico lo que ocasiona mejoría en la autonomía en las acciones de la vida diaria en pacientes con EA.
Yáguez et al. (2010)	Analizar los efectos de un programa de entrenamiento basado en el movimiento no aeróbico sobre la capacidad cognitiva en personas con EA.	27 pacientes (edad 73.1 ±7.2) fueron separado en 2 grupos. GI (15) recibió 6 semanas de entrenamiento con 1 sesión semanal de 2h. y un GC (12).	Motor Screening Test (MOT), Paired Associate Learning (PAL), Spatial Working Memory (SWM), Rapid Visual Information Processing (RVIP), Pattern Recognition Memory (PRM) Matching to Sample: Simultaneous and Delayed (MSS yMSD) Cambridge Neuropsychological test (CANTAB)	Hay una mejora significativa en el GI sobre el reconocimiento visual de patrones entre el pre y post. (p>0,05). Hay una ligera mejora en el Matching to sample test: simultaneous condition dentro del grupo control entre el pre y post, pero no es significativa. Se aprecia una mejora significativa entre el pre y el post en la capacidad de reaccion visual (p=0,01) En la capacidad de manipular información espacial, el GI demuestra una leve disminución (Cohen's d: -0,43) en relación con una reducción de errores después del entrenamiento.	6 semanas de un programa de ejercicio basado en el movimiento no aeróbico mejoraron la atención sostenida, la memoria visual y la memoria de trabajo en un grupo de pacientes con demencia de tipo Alzheimer.
Yu et al. (2021)	Examinar el efecto de un entrenamiento aeróbico de 6 meses sobre las estructuras cerebrales en personas con EA.	59 personas con EA (edad 77.3 ±6.4) divididos en un grupo control (21) realizando estiramiento leve y un grupo de intervención (38) que lleva a cabo ciclismo de manera moderada.	El volumen de diferentes partes del cerebro: Hipocampo Temporal meta-regiones de interés (ROI) espesor cortical Hiperintensidad de la materia blanca (WMH)	Ambos grupos experimentaron disminución significativa a lo largo de los 6 meses en el volumen del hipocampo (2,64% en GI vs. 2,89% en GC) y en el espesor cortical meta-ROI temporal (0,94 vs. 1,54%). A los 12 meses, el volumen hipocampo (4,47 vs. 3,84%) y en el espesor cortical meta-ROI temporal (2,27 vs. 1,79%). No hubo una diferencia significativa entre ambos grupos en estas variables. El volumen WMH se incrementó significativamente, con el GI creciendo menos (10,9%) que en el GC (24,5%) a lo largo de 6 meses (f=4,47, p=0,04) y a los de 12 meses (12,1% vs. 27,6%, f=5,88, p=0,02)	El ejercicio aeróbico puede reducir la disminución del volumen del hipocampo y el espesor cortical meta-ROI temporal durante la período de intervención, pero los efectos disminuyen y se va revirtiéndose una vez finalizada la actividad aeróbica.

4.2. Resumen artículos empleados

El estudio de Borges-Machado et al. (2019) analizó los impactos de un entrenamiento variado (aeróbico, fuerza, equilibrio y postural) sobre la capacidad cognitiva y la calidad de vida en pacientes que sufren de Alzheimer en un estado moderado. La muestra de este estudio casi experimental fue de 7 individuos que, con sus cuidadores respectivos, siguieron un plan de entrenamiento recomendado por el American College of Sports Medicine (ACSM) de 6 meses con 2 sesiones semanales de una duración de 60 minutos. Con el objetivo de valorar las capacidades aeróbicas y de fuerzas se usó la batería de pruebas Senior Fitness test y una prueba incremental. Por otro lado, se valoraron como variables dependientes la calidad de vida vía el cuestionario QoL-AD que incluye 13 ítems tal como el estado de ánimo, las relaciones, la salud física y la capacidad en hacer actividades por diversión. Además, se estimaron las capacidades cognitivas a través del cuestionario ADAS-Cog en su versión portuguesa, compuesto de 11 pruebas cognitivas que abarcan varias áreas cognitivas, así como, la memoria, la orientación, el lenguaje, la concentración y la atención. Al final se evaluó la capacidad funcional vía una entrevista con los cuidadores usando la escala de discapacidad por personas con demencia (DAD). Se notó una mejora significativa a nivel de fuerza entre pre- y post-intervención tanto en MMSS ($p=0,018$), como en MMII ($p=0,026$). Las capacidades aeróbicas se vieron aumentadas de manera significativas ($p=0,028$), así que la agilidad y equilibrio dinámico ($p=0,018$). En cambio, la intervención no ha promovido diferencias significativas en la función cognitiva ADAS-Cog total ($p=0.672$) ni en la calidad de vida de los pacientes QoL-AD ($p=0.498$). Al contrario, el DAD se vió mejorado después de la intervención de manera significativa (51.22 vs.60.25 con $p=0.018$). Los autores concluyeron que la actividad física permite una mejora del estado físico, pero no se pudo observar una repercusión positiva en la calidad de vida y las capacidades cognitivas de los pacientes de manera destacable.

El estudio de De Andrade et al. (2013), tiene como objetivo de evidenciar la ventaja de un entrenamiento multimodal respecto a las capacidades cognitivas, funcionales y el control postural en sujetos con enfermedad de Alzheimer. La muestra constó

de 30 personas, siendo 14 en el grupo de intervención y 16 en el grupo control. Las actividades de entrenamiento fueron elaboradas siguiendo las recomendaciones de la ACSM incluyendo tareas aeróbicas, de fuerzas, de equilibrio y de flexibilidad acompañadas al mismo tiempo de un trabajo cognitivo tal como nombrar series de objetos o pronunciar palabras según criterios semánticos. El fin de esta combinación de actividades siendo la estimulación tanto del componente motor como del cognitivo durante las sesiones de 1 hora, repetidos 3 veces por semana durante un periodo de 16 semanas. El protocolo siguió un incremento en la dificultad de las tareas cada 4 semanas. Como variables dependientes se examinaron las habilidades cognitivas generales con el cuestionario Mini Mental State Examination (MMSE) y se utilizó el Montreal Cognitive Assessment (MoCA), el Clock Drawing Test (CDT), el Frontal Assessment Battery (FAB) y el Symbol Search subtest (PS) con el fin de concretar las capacidades de atención y las funciones ejecutivas. Para cuantificar el estado mental de los pacientes se usó el Geriatric Depression Scale (GDS). Se midieron con una plataforma de fuerza que proporciona datos sobre el centro de presión (COP) el control postural. Además, se emplearon varias pruebas del Senior Fitness Test Battery (SFT) para evaluar el equilibrio dinámico, la agilidad y la flexibilidad. Según los resultados encontrados después de los 4 meses de intervención se apreció una mejoría de las capacidades cognitivas con una correlación significativa en el MoCA ($p < 0.001$), el CDT ($p = 0.001$) y el FAB ($p < 0.001$) al comparar entre grupos x momento. El PS, demostró mejor resultado en el grupo de intervención que el grupo control ($p = 0.001$). El control postural mejoró significativamente en el grupo de trabajo ($p = 0.04$) mientras no se evidencia una mejoría significativa en el grupo de control ($p > 0.05$). Con respecto a las capacidades funcionales se nota una mejoría significativa en todas las variables menos en el tiempo de ejecución medido a través del Time Up and Go. En aquella prueba los sujetos que siguieron el plan de entrenamiento consiguieron hacer la prueba con un menor número de pasos, pero no mejoraron su tiempo de ejecución.

En el estudio de Frederiksen et al. (2018) se observaron los datos de 41 sujetos con Alzheimer repartidos de manera aleatoria entre el grupo control (20) y el grupo de intervención (21) con el objetivo de demostrar los efectos del ejercicio aeróbico sobre las estructuras cerebrales. La intervención duró 16 semanas y consistió en 3

sesiones semanales de 60 minutos con ejercicios aeróbicos de intensidad moderada a alta. La asistencia, así como la intensidad de las actividades fueron monitoreadas por un fisioterapeuta y valoradas con respecto a la carga total de ejercicios ejecutados. Se emplearon modelos de regresión lineal multivariable separados para equiparar los cambios en el volumen cerebral entre los pacientes de los dos grupos: El modelo 1, correspondiente a los subcampos del hipocampo; El modelo 2, asociado al parahipocampo y el modelo 3 al caudado y putamen. Las variables evaluadas fueron el espesor cortical frontal y cingulado, y su relación con la velocidad de reacción a un estímulo así mismo que la atención mental con el Stroop Color and Word Test (Stroop) y el Symbol Digital Modalities test (SDMT). Además, se investigaron las correlaciones entre la carga de esfuerzo, el VO₂max y los cambios en el volumen del hipocampo, tal como el espesor cortical a nivel frontal. El análisis de los datos por separado mostró una diferencia significativa entre los dos grupos en los subcampos del hipocampo (Fimbria: $p=0.012$ y CA2+3: $p=0.016$). Asimismo, se observó un cambio en el espesor cortical a nivel frontal y cingulado en correlación con una mejoría en el SDMT ($P=0.0078$) dentro del grupo de intervención. Además, hubo una correlación positiva significativa entre la carga de esfuerzo y el cambio del espesor cortical frontal ($p=0.011$) al igual que el volumen del hipocampo ($p=0.009$), en especial en el subcampo derecho ($p=0.086$). Por último, no se apreciaron correlaciones significativas ni entre el volumen basal del hipocampo, el espesor cortical y la carga de esfuerzo, ni entre el volumen del hipocampo, el espesor cortical y el VO₂ max.

El estudio de Garuffi et al. (2013) tiene como objetivo de comprobar los impactos positivos de un entrenamiento de fuerza sobre la ejecución de las actividades de la vida diaria en pacientes con enfermedad de Alzheimer. La muestra compuesta de 34 personas fue dividida equitativamente en un grupo control realizando actividades de carácter social tal como dinámica de grupo, escribir, dibujar y un grupo de intervención que ejecutó el plan de entrenamiento de 1 hora, 3 veces a la semana, a lo largo de 16 semanas. El protocolo de entrenamiento consistió en un total de 5 ejercicios de fuerza (apertura pec deck de pecho, jalón al pecho, prensa de pierna, extensión de tríceps en polea, flexión de bíceps con peso libre). En cada ejercicio se realizaron 2 series con 20 repeticiones y una tercera serie hasta el fallo. El

desempeño en la realización de las actividades de la vida diaria (AVD) se determinó con el Battery of ADL, el cual consiste en una serie de 6 tareas similares a las actividades diarias más frecuentes en este grupo poblacional (el 800-m walk (W800), el desplazamiento por la casa (MH), subir escaleras (CS), levantarse del suelo (SF), las habilidades manuales (MS) y ponerse los calcetines (PS)). La comparación de los resultados entre el pre y el post intervención evidenció mejoría en casi la totalidad de las variables valoradas en el grupo de intervención menos en el W800 donde se observó un aumento en el tiempo de realización de la prueba (+17.76 s). Este aumento se percató también el grupo control (+ 14.07 s). Al contraponer los datos entre el grupo x tiempo, se destacó una progresión significativa en el grupo que siguió el entrenamiento en las variables CS ($p=0.00$), SF ($p=0.00$) y PS ($p=0.04$). Sobre el MH, se apreció una mejoría en ambos grupos pero que fue mayor en el grupo control (-5.18 s vs. -7.88) lo cual los autores explican con una mejoría en la agilidad y el equilibrio por parte de los todos los sujetos, aunque el MS en el grupo control se llevo acabo con un mayor tiempo que en la toma pre-investigación (+ 2.67s).

El artículo de Holthoff et al. (2015) trata de conocer los efectos de un entrenamiento físico sobre las capacidades funcionales de pacientes con EA y la carga de su cuidador. 30 pacientes fueron repartidos en un grupo control (15) cuyos participantes continuaron sus rutinas habituales y el grupo de intervención que practicó un entrenamiento con un pedaleador (ReckMOTOmed) en casa durante 30 minutos, 3 veces a la semana a lo largo de 12 semanas. Este entrenamiento conllevaba movimientos asistidos, resistidos y cambios de sentidos por parte de la máquina con el fin de combinar un estímulo cognitivo y físico en los sujetos. Además, se les instruyó a los cuidadores animar al paciente antes de cada sesión, pero de abandonar la sala tras el comienzo del entrenamiento. Las variables medidas incluían las actividades de la vida diaria (ADCS-ADL), los síntomas neuropsicológicos de la demencia (NPI) y la carga del cuidador (NPI-caregiver). Las capacidades cognitivas fueron valoradas con el Semantic Word Fluency (SWF) y el Fetz-test con el objetivo de estimar las funciones ejecutivas, las habilidades de lenguaje y la facultad de reacción y la destreza motriz respectivamente. La toma de datos fue repetida en 3 momentos, al empezar el protocolo, al acabarlo y 12

semanas tras el experimento para evaluar el efecto a largo plazo. La ADCS-ADL se mantuvo estable a lo largo de las 24 semanas para el grupo de intervención, mientras que el grupo control sufrió de una disminución significativa en su rendimiento ($p < 0.05$). El NPI demostró un aumento en los síntomas neuropsicológicos en el grupo control a las 12 semanas si bien que los pacientes del grupo de intervención se mantuvieron estables durante las 24 semanas. El NPI-caregiver aumentó en el grupo de control entre el inicio y las 12 primeras semanas, mientras que la carga del cuidador se mantuvo estable en el grupo de intervención. El SWF incrementó en el grupo de trabajo al acabar el entrenamiento, pero volvió a su rendimiento inicial tras la finalización. A la inversa se aprecia una perpetua disminución en esta variable en el grupo control a lo largo de 24 semanas. El Fetz-test mostró un rendimiento incrementado que no llegó a ser significativo en el grupo de intervención a las 12 semanas que disminuyó de manera escasa después de las 24 semanas siendo todavía mejor que en el comienzo del estudio.

El estudio de Parvin et al. (2020) investigó el entrenamiento multimodal y sus posibles beneficios para las capacidades cognitivas, funcionales y el control postural en pacientes con enfermedad de Alzheimer. La investigación fue compuesta por una muestra de 26 personas repartidos en grupos uniforme de 13 sujetos cada uno. El grupo de intervención siguió un plan de entrenamiento realizando 2 sesiones a la semana durante un periodo de 12 semanas. Las sesiones fueron aumentando de manera gradual (2 repeticiones adicional cada 3 sesiones). El protocolo incluyó actividades cerebrales simples tal y como ejercicios con ojos cerrados y actividades cognitivas, integrándose a tareas con un componente de fuerza y cardiorrespiratoria. Se cuantificaron las capacidades cognitivas vía el Montreal Cognitive Assessment (MoCA) que engloba varios componentes tal la memoria, la ejecución, la atención, la capacidad verbal y la orientación espacial y temporal. Para cuantificar, el nivel depresivo de los pacientes se usó el Geriatric Depression Scale (GDS), siendo una escala de 15 puntos donde la máxima puntuación equivale a un mayor estado depresivo. Para medir la fuerza de los pacientes se buscó la RM vía la utilización de una plataforma de salto y un dinamómetro para el MMII y las capacidades funcionales se determinaron con el Senior Fitness test. Se destacó una mejoría significativa en el MoCA (28.4 vs. -3.3)

asimismo que en el GDS (-4.95 vs. 6.8) del grupo de intervención ($p > 0.001$). Estas mejoras concuerdan con una mejora post-intervención en todas las pruebas físicas en el grupo que siguió el entrenamiento. Es decir, los pacientes de dicho grupo se encontraron con una mejoría significativa de la función cognitiva en su globalidad (entre grupo y tiempo: $p = 0.001$), pero especialmente sobre la memoria, la atención y la ejecución.

En su investigación Pedroso, Ayán et al. (2018) estudian los efectos de un entrenamiento funcional sobre las capacidades física, cognitiva y las actividades de la vida diaria en 57 individuos que padecen del Alzheimer. Mientras los pacientes formando el grupo control (14) siguieron sus rutinas de medicamentos sin ninguna intervención añadida los pacientes del grupo de intervención física (22) ejecutaron ejercicios aeróbicos, de fuerza, de flexibilidad y de equilibrio basados en las recomendaciones de la ACSM. El tercer grupo se sometió a una intervención de carácter social (21) con actividades tales como cantar, bailar, jugar juegos interactivos con el fin de fomentar interacciones sociales. Las sesiones de ambos grupos de intervención tenían una duración de 1 hora y se efectuaron 3 veces por semana en días no consecutivos durante 12 semanas. Se estableció el estado de avance de la enfermedad gracias al MMSE y se usaron 4 pruebas distintas para valorar las capacidades cognitivas en su completo: El Trail Making Test (TMT) se usó para determinar las capacidades de atención (versión A) y las funciones ejecutivas (versión B); El Toulouse-Pierón Concentrated Attention test (TPCAT) para evaluar las capacidades de concentración y la velocidad en la ejecución de una tarea básica; El Digit Span test (DSt) para examinar las capacidades de la memoria y la habilidad en asimilar información reciente. Además, se realizó el Verbal Fluency Test Category (VFTC) para medir las funciones verbales como el lenguaje y el GDS para el estado psicológico. Finalmente, se valoraron las capacidades físicas vía el SFT, el Revised Direct Assessment of Funcional Status (DAFS-R) para medir el efecto del programa de entrenamiento sobre las actividades de la vida diaria y el Tinetti Test Gait (TTG) para revisar el estado del equilibrio de los sujetos. Los datos mostraron una mejora significativa en la puntuación de tiempo del TMT-B para el grupo con intervención social ($p = .03$) y se observaron diferencias significativas en las repeticiones de flexión de brazo en el grupo de investigación

($p=.04$) entre los estados antes y después de este mismo grupo. No hubo una interacción significativa (momento vs. grupo) para las variables cognitivas analizadas. Aun así, en el DAFS-R se apreció una mejora no significativa en el grupo entrenando (59.7 ± 20.1 vs. 60.4 ± 21) y el grupo con actividades social (57.6 ± 17.3 vs. 59.5 ± 15.7) y un receso no significativo del grupo control (58.0 ± 19.2 vs. 55.1 ± 22.2).

El estudio de Pedroso, Cancela et al. (2018) analizó los beneficios de la actividad aeróbica sobre las capacidades de procesamiento cerebral en paciente con Alzheimer midiendo como medidas neurofisiológicas la onda P300 en su amplitud y su latencia, ya que su amplitud está asociada a la atención del sujeto y la latencia a la velocidad de procesamiento de las informaciones. El artículo se desarrollo con un total de 31 personas mayores afectadas por la enfermedad del Alzheimer. De manera aleatoria se dividieron en un grupo de intervención (14) con un entrenamiento de 1 hora, 3 días no consecutivos a la semana durante 12 semanas. Estos entrenamientos fueron supervisados por profesionales de la salud y consistieron en diferentes actividades aeróbicas por una parte y de ejercicios de similares a las actividades cotidianas por otra. Respecto al grupo control (17), se les proporcionó actividades de carácter social (bailar, ver películas, juegos interactivos). P300 fue medida vía 3 electrodos puestos en el cuello cabelludo a nivel frontal (Fz), central (Cz) y parietal (Pz). Además, se añadió un grupo de 19 sujetos sanos con el fin de comparar los resultados del experimento. Se encontró en los resultados pre-intervención una menor amplitud relevante de P300 en Cz ($p=0.02$) y Pz ($p<0.01$) en las personas afectadas por AD comparándolo con el grupo sano. En cambio, después de las 12 semanas de intervención, no hubo diferencia significativa en esta variable entre ambos grupos (sano y con enfermedad). Por otro lado, la latencia que no mostraba una diferencia significativa entre esos dos grupos pre-intervención, se mejoró de manera significativa en el grupo de intervención después de aquella ($p=0.04$). Entre el grupo de control y el grupo sano, no se observó diferencia significativa ni en la latencia ni en la amplitud de los datos recogidos pre- como post-intervención. No obstante, en la velocidad de reacción se ha podido apreciar una mejoría en el grupo de intervención entre el

antes y después de la intervención (pre=421.5ms y post=360,9). Esta mejora no se apreció en el grupo control.

El estudio de Perea et al. (2015) sugiere como hipótesis el beneficio que puede tener la actividad cardiorrespiratoria sobre la integridad de la materia blanca en el cerebro. Para ello se observaron 37 personas sedentarias con un estado leve de Alzheimer con los cuales se realizó un entrenamiento aeróbico de 150 minutos semanales durante un periodo de 26 semanas. Las variables evaluadas fueron el VO2 pico con las imágenes cerebrales ponderadas por MRI antes y después de la intervención. La anisotropía fraccional (FA) fue valorada sobre una escala de 0 a 1 donde 0 igual a una difusión perfectamente isotrópica y 1 es equivalente a una anisotropía perfecta. Una media de difusión (MD) fue medida gracias a la media de los datos de la anisotropía, la difusión radial (RD) y la difusión axial. Con el fin de evitar errores en la lectura de los datos, Perea et al. (2015) identificaron las zonas cerebrales que se asocian con la EA y las dividieron por los hemisferios: el Cíngulo (CCG), el fascículo fronto-occipital inferior (IFOF), el fascículo longitudinal superior (SLF) y el fascículo uncinado (UF). Los resultados de los análisis demostraron una correlación significativa entre la FA y el IFOF derecha ($p=0.035$) después de controlar por edad y sexo de los pacientes. Además, se apreció una correlación significativa entre las otras áreas del cerebro (CCG, SLF y UF) entre el FA y el VO2 pico ($p<0.05$). Por otra parte, se apreció una asociación positiva entre el FA y el VO2 pico ($p<0.01$) en varios tractos del hemisferio derecho (CCG y IFOF principalmente) en comparación con el hemisferio izquierdo. Por lo tanto, los autores concluyeron que una mayor actividad aeróbica está asociada con un incremento de la integridad de la materia blanca en el fascículo fronto-occipital inferior derecho yendo del área occipital hasta el lóbulo frontal.

Tordi et al. (2019) investigaron los efectos de un plan de entrenamiento enfocado en el control postural sobre las habilidades cognitivas en sujetos con enfermedad de Alzheimer en un estudio en el cual participaron un total de 135 personas asignados a 2 grupos. El grupo experimental compuesto por un conjunto de 95 personas que siguieron un entrenamiento orientado al control postural ejecutando tareas sobre las diferentes cadenas musculares con un enfoque sobre la cadena anterior y posterior. También, se añadió un trabajo respiratorio para mejorar las

capacidades de la musculatura diafragmática. Por otro lado, el grupo control atendió a las actividades convencionales del centro, así como caminar, ejercicio físico y aeróbico. Ambos grupos acudieron a las sesiones respectivas 2 veces a la semana durante un periodo de 6 meses. Las capacidades cognitivas fueron valoradas con el MMSE y el nivel de calidad de vida percibida por los sujetos y sus cuidadores se midió con el Quality of Life in Alzheimer's Disease (QoL-AD) de manera independiente entre el paciente (QoL-AD/P) y su cuidador (QoL-AD/C). El GDS se aplicó para definir el estado psicológico de los pacientes y el NeuroPsychiatric Inventory (NPI) para estimar trastornos neuropsicológicos en los sujetos. Además, se seleccionaron pruebas para determinar la calidad de ejecución de actividades de la vida diaria (Barthel index (BI)) y el equilibrio de los individuos (Tinetti Scale (TS)). Se encontró una diferencia significativa en la mayoría de las variables entre los grupos (MMSE ($p=0.003$), QoL-AD/C($p=0.007$), GDS ($p=0.000$), BI ($p=0.004$), NPI ($p=0.018$) y TS ($p=0.002$)). Solo el QoL-AD cumplimentado por parte del paciente no vio mejoría significativa ($p=0.135$). Se destacó un valor menor del NPI en el pre vs. post (18.99 ± 4.53 vs. 15.62 ± 3.91) en el grupo de intervención, lo que significa una disminución de los síntomas neuropsicológicos, mientras el grupo control vio un incremento en este valor (17.64 ± 5.53 vs. 21.51 ± 6.37). Esta variación entre grupo fue significativa ($p=0.018$). Estos resultados encajan también con la mejoría significativa que se encontró en la comparación entre los grupos x tiempo (MMSE ($p=0.000$), QoL-AD/C ($p<0.05$), QoL-AD/P($p<0.05$), BI ($p=0.000$), GDS ($p<0.05$), NPI ($p=0.000$), y TS($p=0.000$)).

El estudio de Venturelli et al. (2011) averigua los beneficios que puede tener un programa de caminata sobre las aptitudes cognitivas y la realización de actividad de la vida diaria (AVD) en sujetos con enfermedad de Alzheimer. Se seleccionaron 24 personas ingresadas en un centro de mayores y se formó un grupo control (12) cuyos participantes siguieron las actividades propuestas habitualmente en el centro (bingo, coser, cantar) mientras los pacientes del grupo de intervención (12) caminaban acompañados por un cuidador durante 30 minutos anotando la distancia recorrida. El cuidador tenía un rol motivador para que el individuo mantenga la velocidad de marcha "más rápida" posible durante las caminatas que se realizaron 4 veces a la semana durante 6 meses. Se valoraron como variables dependientes

las funciones cognitivas globales mediante el MMSE, la calidad en la ejecución de las AVD mediante el Barthel index, y el rendimiento de la marcha a través del 6-minute Walking Test (6WT) el cual se realizó en el mismo pasillo en el que se desarrolló el entrenamiento. Los resultados según los autores deben tomarse con cautela ya que la muestra es escasa. No obstante, se apreció una mejoría significativa ($p < 0.05$) dentro del grupo de entrenamiento en el 6WT entre el pre y el post intervención (245 ± 31 vs. 294 ± 49). En cambio, se manifiesta un retroceso en esa misma variable para el grupo control entre el pre vs. Post (238 ± 47 vs. 168 ± 34). El MMSE no mostró un cambio significativo entre los valores captados antes y después del entrenamiento. Sin embargo, disminuyó de manera significativa en el grupo control entre ambas tomas (pre: 12 ± 2 vs. post 6 ± 2). El Barthel index que valoró las AVD se vio mejorado dentro del grupo de intervención de carácter significativo (pre: 34 ± 4 vs. post 42 ± 4) y hubo una correlación significativa examinando grupo x tiempo ($p = 0.003$).

El estudio de Vreugdenil et al. (2012) tiene como objetivo medir la eficacia de un programa de entrenamiento en casa sobre las funciones cognitivas, físicas y la autonomía en las AVD en individuos que padecen Alzheimer. La muestra del estudio eran 40 personas divididos 2 grupos, el grupo control (20) que siguió su tratamiento usual mientras que el grupo de intervención efectuó, con su cuidador, un programa de entrenamiento de diez ejercicios, con tres niveles de dificultad progresivos, centrados en el entrenamiento de fuerza y del equilibrio, además de 30 minutos de caminata. Se pidió que se ejerciten diariamente durante 4 meses y se controló la progresión con llamadas telefónicas a lo largo de la investigación. Las capacidades cognitivas fueron valoradas con el Alzheimer's Disease Assessment Scale – Cognitive Sub-Scale (ADAS-Cog) y el Mini-Mental State Examination (MMSE). Además, se evaluó el estado físico como el equilibrio (Functional Reach test), la movilidad (Timed Up and Go) y la fuerza en MMII (Sit-to-Stand test). Las AVD se cuantificaron con el Barthel Index y el Instrumental Activities of Daily Living, que mide tareas como conducir, cocinar y hacer su compra. El GDS se usó para describir el estado psicológico y el Zarit Burden Interview para estimar la carga de trabajo de los cuidadores. Después de la intervención se observó una mejoría en casi la totalidad de las variables en el grupo que realizó los entrenamientos

($p < 0.001$). En cuanto a las funciones cognitivas, el grupo de intervención aumentó en la puntuación del ADAS-Cog ($p = 0.001$) al igual que el MMSE ($p = 0.001$). En cuanto a las cualidades físicas, también se apreció una mejoría en este grupo lo que se reflejó en el Functional Reach test ($p = 0.032$); el Timed Up to Go ($p = 0.004$); y en el Sit-to-Stand test ($p < 0.001$). La independencia en las puntuaciones de las AVD mejoró en el grupo de ejercicio con un aumento de 2,6 puntos en el Barthel Index ($p = 0,047$) y un aumento de 1,6 puntos en el Instrumental Activities of Daily Living ($p = 0,007$). Por el contrario, no se ha visto ninguna mejora significativa en el grupo de control. Además, se observó una mejoría no significativa en la carga de trabajo de los cuidadores del grupo de intervención (-2.8) mientras el grupo control aumentó la carga sobre sus cuidadores (+1).

Yáguez et al. (2010) investigaron el efecto de un programa de entrenamiento basado en tareas no aeróbicas sobre las habilidades cognitivas en una población con Alzheimer. La muestra del estudio estaba formada por 27 pacientes que se dividieron en un grupo control con 12 y un grupo de intervención de 15 sujetos. El grupo control continuó con su rutina de actividades que fomentan la cohesión grupal mientras que el otro grupo participó a un plan de ejercicio certificado llamado Bran Gym trainer. El programa consistía en un total de 15 ejercicios, entre otros, estiramiento, movimientos circulares con las extremidades y esfuerzos de carácter isométrico, con el fin de estimular la motricidad fina, la coordinación entre mano y ojo y el equilibrio. El protocolo se desarrolló durante 6 semanas con 1 sesión de 2 horas semanales con un descanso de 30 minutos entre medias. Para determinar los cambios en la función cognitiva se aplicó el Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB) del cual se escogieron 6 pruebas que los autores juzgaron las más representativas de las disfunciones de esta patología: Motor Screening Test (MOT), el Paired Associate Learning (PAL), el Spatial Working Memory (SWM), el Rapid Visual Information Processing (RVIP), el Pattern Recognition Memory (PRM) y el Matching to Sample: Simultaneous and Delayed (MSS y MSD). Comparando los resultados entre los datos antes y después de las 6 semanas del grupo de control, no se vio un incremento en ninguna de las variables si bien que se empeoraron de modo significativo los resultados del MSS (81.68 ± 18.00 vs. 71.67 ± 13.37). Por el contrario, se apreció una ligera mejora en el grupo

de intervención. Ni sobre el MSD ni el SWM se apreció diferencia significativa entre ambos grupos x tiempo ($p=0.38$). A pesar de esto, ambas pruebas vieron una disminución menor en la población del grupo de intervención. Por otra parte, el PRM y el RVIP se han visto mejorados significativamente en el grupo que practicó los ejercicios del protocolo ($p<0.05$). Los autores acordaron que la muestra no era lo suficientemente grande para generalizar los efectos del plan de entrenamiento sobre las habilidades cognitivas de los sujetos con enfermedad de Alzheimer, pero destacan una tendencia de mejoría en la atención sostenida, la memoria visual y la memoria de trabajo.

El estudio de Yu et al., (2021) examinó el efecto benéfico de un entrenamiento aeróbico sobre las estructuras cerebrales en personas con enfermedad de Alzheimer. Se llevó a cabo un estudio con 59 sujetos, divididos en un grupo control (21 individuos) que realizaron estiramientos de manera leve, entre 20 a 50 minutos por sesión, 3 veces a la semana durante los 6 meses de intervención, y el grupo de intervención (38 individuos) que practicaron ciclismo a una intensidad moderada. Los autores evaluaron gracias a una MRI, antes de la intervención, a los 6 meses y a los 12 meses, el cambio en las estructuras cerebrales tal y como el volumen del hipocampo, el espesor cortico-temporal (ROI), el volumen de la hiperintensidad de la materia blanca (WMH) y el cociente de fallo de red (network failure quotient (NFQ)). Se mostró un cambio significativo en ambos grupos en la totalidad de las estructuras valoradas menos en el NFQ cuando se compararon las MRI pre-intervención, de 6 y de 12 meses. A los 6 meses se vio una disminución del volumen del hipocampo en ambos grupos siendo menor el decrecimiento en el grupo de intervención (2.64% en GI vs. 2.89% en GC). De igual manera, se apreció esta disminución en el ROI (0.94 vs. 1.54%). Sin embargo, en el WMH se observó un aumento (10.94% en GI vs. 24.54% en GC). A los 12 meses, el volumen del hipocampo y el ROI siguieron deteriorándose en ambos grupos, siendo de mayor importancia en el grupo de intervención (4.47% en GI vs. 3.84% en GC en volumen y 2.27% vs. 1.79% en ROI). No obstante, no hubo diferencia significativa entre ambos grupos al comparar las imágenes del MRI de 6 y 12 meses, aunque se vio un cambio en el WMH que era significativamente favorable al grupo de intervención ($p=0.015$).

5. DISCUSIÓN

El vínculo entre las capacidades cognitivas y las habilidades físicas en personas que padecen la enfermedad Alzheimer fue demostrada en diversos estudios como el de Sobol et al., (2016). Por lo tanto, incorporándose a este campo de investigación, esta revisión sistemática busca encontrar y sistematizar evidencia de los efectos que puede tener un plan de entrenamiento sobre pacientes con EA. Aquel objetivo es un tema relevante ya que se estima que la patología afectará a 78 millones de individuos en 2030 y llegará a más de 139 millones en 2050 (OMS, 2021). En esta discusión, se dedicará en describir, sintetizar y evaluar los resultados de los artículos resumidos previamente. Por lo tanto, se ha visto en la comparación de los métodos y resultados de los estudios escogidos que se pueden distinguir efectos posibles, los cuales se examina de manera separada para facilitar su comparación entre sí.

En primer lugar, examinando el potencial de acción de la actividad física sobre la degeneración que se produce a nivel de las estructuras cerebrales que se producen durante el desarrollo de la EA, se ha visto que el ejercicio físico de tipo aeróbico durante 16 semanas, no permite atenuar de manera significativa el deterioro que se observa en con esta patología (Frederiksen et al., 2018) sin embargo, cuando el entrenamiento se persigue durante más de 6 meses se observa una disminución en el deterioro del volumen del hipocampo siendo una de las primeras zonas cerebral afectadas por la EA (Yu et al., 2021).

Además, hay evidencia que un aumento de las capacidades cardiorrespiratorias permite preservar una mejor integridad de las sustancias blancas en particular en el fascículo fronto-occipital inferior derecho responsable de las funciones del lenguaje (Perea et al., 2015). Pedroso, Cancela et al., (2018) que valoraron la actividad cortical con la amplitud y la latencia de la onda P300 llegaron a apreciar una mejora de dicha actividad que repercutió en la velocidad de reacción. No obstante, es importante recalcar que también en el grupo que realizó únicamente

actividades de carácter social se observó una mejora, aunque fuera en el procesamiento de la información.

Respecto a la duración del efecto beneficioso, Yu et al., (2021) que compararon los resultados tomados al acabar el programa de entrenamiento y tras 6 meses de inactividad encontraron que el deterioro volvió a aumentar por lo que parece que el beneficio de la actividad física no tiene un carácter permanente sobre las estructuras cerebrales.

Más bien y para concluir, la evidencia sugiere que, aunque es posible mejorar el funcionamiento de las estructuras cerebrales con actividad física a largo plazo, esta también tiene que ser continua para mostrar un efecto persistente.

Sobre la segunda hipótesis, que considera el impacto beneficioso de la actividad física en personas con Alzheimer que se ha identificado en los artículos revisados es aquel sobre las habilidades funcionales y cognitivas de los pacientes. Hay que destacar que, para ampliar el espectro de intervenciones consideradas en esta revisión, se han escogido estudios con planes de entrenamientos que estimularon distintas cualidades tanto a nivel físico como a nivel cognitivo durante las sesiones de trabajo.

En cuanto al estímulo físico, Holthoff et al., (2015) y Venturelli et al., (2011) han podido evidenciar que un entrenamiento basado en las capacidades aeróbicas permite mejorar las cualidades físicas, esto repercute en el menor deterioro de las habilidades funcionales y cognitivas como, por ejemplo, la destreza motriz, las habilidades de lenguaje y las facultades de reacción y de ejecución. Garuffi et al., (2013) que basan su actuación en el entrenamiento de la fuerza, señala resultados similares.

Respecto al entrenamiento focalizado en actividades posturales que usaron Tordi et al., (2019) y Yagúez et al., (2010), demuestra una mejoría de las habilidades cognitivas y por lo tanto se veían mejoradas funciones como la atención, la

memoria. Además, sus estudios demuestran un aumento de la autonomía de los pacientes tratados.

En cuanto a un entrenamiento que conlleva un estímulo variado (aeróbico, fuerza, equilibrio y postural), estos parecen alcanzar un beneficio sobre la función cognitiva y el estado físico (Borges-Machado et al., 2019; Vreugdenhil et al., 2012). Aunque Pedroso, Ayàn et al., (2018) no obtuvieron la misma conclusión en su estudio, sobrentendieron que un programa de ejercicios variados, aunque no mejore el estado, permite ralentizar el proceso de deterioro causado por el Alzheimer a nivel funcional y cognitivo. Hay que tener en cuenta que su intervención consistía en un programa de actividades repetidas solamente una vez a la semana, una repetición inferior a Borges-Machado et al., (2019) y Vreugdenhil et al., (2012) con 2 repeticiones respectivamente. Por lo tanto, como indica Holthoff et al., (2015) en su discusión es probable que la frecuencia y la duración del entrenamiento tiene un impacto importante sobre la efectividad positiva sobre las capacidades funcionales y cognitivas.

Por otra parte, un entrenamiento centrado en actividades multimodales demuestra una facilitación en la realización de tareas cotidianas en algunos estudios, lo cual también se puede interpretar como un aumento de las funciones cognitivas (De Andrade et al., 2013 y Parvin et al., 2020).

Por último, se ha visto en varios artículos que el uso de la actividad física tiene el potencial de mejorar el estado mental de pacientes que padecen la enfermedad del Alzheimer (Tordi et al., 2019 y Parvin, et al., 2020). Hay que destacar que ambos estudios usaron el GDS como medida del estado psicológico que consta de 15 preguntas a las cuales el sujeto mismo tiene que contestar. Sabiendo que el estado emocional de los pacientes con EA puede ser muy variado, es posible que la fiabilidad de los resultados del cuestionario no sea elevada para esta población. Con el fin de superar esta limitación, Tordi et al., (2019) añadieron el QoL-AD y por lo tanto consiguieron reafirmar una mejoría en la calidad de vida de los sujetos de su estudio. Por el contrario, Borges-Machado et al., (2019) no encontraron el mismo resultado positivo que otros estudios. Esta discrepancia en los datos puede ser

debido a que la intervención en el trabajo de Tordi et al., (2019) fue acompañada por el cuidador por lo que el efecto contextual de la práctica deportiva parece ser una clave que no podemos olvidar a la hora de valorar tal variable. Además, la muestra era mayor en su estudio en comparación con el de Borges-Machado et al., (2019) (90 personas vs. 7 personas).

Con el empleo del NPI que mide la intensidad y la frecuencia de los deterioros neuropsiquiátricos de la demencia a través de una entrevista con el cuidador, Tordi et al., (2019) llegaron a observar una disminución de los síntomas, mientras que Holthoff et al., (2015) apreciaron solamente una estabilidad de las variables neuropsiquiátricas a lo largo de su intervención y disminuyó de manera leve en las 12 semanas siguientes. Es decir que hubo deterioro mínimo del NPI en esa época a pesar de que este sería de esperar a causa del avance de la EA (Holthoff et al., 2015).

Para resumir y con vistas al objetivo principal de esta revisión, se puede decir que los estudios analizados tienden a concordar que la práctica de la actividad física en personas con esta patología degenerativa puede reducir los efectos adversos a nivel cerebral, psicológico y físico (Pedroso, Ayán et al., 2018; Perea et al., 2015; Venturelli et al., 2011 y Yu et al., 2021). No obstante, se debe observar que el efecto parece que no perdura en el tiempo en cuando se para dicha actividad (Holthoff et al., 2015 y Yu et al., 2021).

6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La discusión elaborada a partir de los estudios seleccionados para esta revisión bibliográfica demuestra que hay evidencia significativa que la actividad física puede ser un factor benéfico para ralentizar los avances de las degeneraciones, que se desarrollan a causa de la enfermedad del Alzheimer. No obstante, se debe tomar en consideración, que la mayoría de los ensayos presentes tienen tamaños de muestra pequeños, y que los métodos de intervención; como el tipo de intervención, la intensidad, la duración y la frecuencia, son heterogéneos. Además, las mediciones de las diferentes variables evaluadas, tal y como: las funciones cognitivas, la degeneración que se produce a nivel de las estructuras cerebrales, o las capacidades funcionales diferentes, son muy variadas. Esta disparidad limita la conclusión que se sacan de estos estudios. Con el fin de disminuir esta limitación de interpretación, sería interesante para futuros estudios diseñar un protocolo de medición general de las diferentes variables físicas y cognitivas.

Gracias a los avances en la detección de esta enfermedad, ahora también hay pacientes diagnosticados que no muestran síntomas típicos. Por lo tanto, sería interesante estudiar también el efecto que pueden tener dichas intervenciones en retardar la aparición de los primeros síntomas.

Lorenz (2020), nos describe que la actividad física en el medio natural tiene un efecto beneficioso sobre la calidad de vida, el estado de ánimo y la capacidad de generar una mayor adherencia a seguir el entrenamiento en una población sana. Por lo tanto, sería razonable analizar el potencial de los beneficios de dicha actividad para el paciente que padece de Alzheimer específicamente en entornos naturales.

Finalmente, estudios como Pedroso, Ayán et al. (2018) y Pedroso, Cancela et al. (2018) han evidenciado que las actividades sociales parecen también tener un efecto positivo sobre el estado físico-psicológico de los pacientes. Aquellas actividades pueden ser, por ejemplo, juegos interactivos, cantar, bailar, es decir que incluyen la fomentación de las interrelaciones entre individuos. Por consiguiente,

sería importante averiguar los efectos de la actividad física colectiva, de manera cooperación-oposición donde se produce una interacción entre individuos.

7. CONCLUSIONES

Como hemos visto en el desarrollo de esta revisión, el estado actual de la investigación científica pone en evidencia que la actividad física puede tener varios beneficios para la población afectada por la enfermedad de Alzheimer.

A nivel de las estructuras cerebrales se aprecian evidencias de una mejora del funcionamiento de las estructuras cerebrales con actividad física de tipo aeróbica cuando esta actividad se produce a lo largo de un mayor periodo de tiempo. Parece también que la frecuencia de entrenamiento permite incrementar esos beneficios. Además, se puede apreciar una mejoría física, ganando fuerza en las extremidades, agilidad, equilibrio y flexibilidad que repercute en la destreza motriz, un beneficio visible sobre todo en la realización de las tareas cotidianas. Siendo las capacidades cognitivas la habilidad más afectada por el desarrollo de la EA, por lo cual los estudios valoraron el estado cognitivo de los sujetos que practicaron ejercicios físicos. La práctica de ejercicios multivariados conlleva un crecimiento en la atención, la capacidad de reacción e incluso la mejora de la memoria. Por fin, se atribuye a la práctica física la capacidad de mejorar el estado mental en esta población lo que a su vez incide en la calidad de vida percibida, tanto para ellos como para sus cuidadores.

No obstante, esos beneficios encontrados al acabar los protocolos establecidos en los diferentes estudios no permanecen en el tiempo, en cuanto dejamos la practica de actividad física

Siendo futuro profesional de la salud, teniendo esta doble formación, ciencia de la actividad física y Fisioterapia, esta investigación inspira en el planteamiento un tratamiento no farmacológico para los sujetos que padecen esta enfermedad ya que los resultados muestran que la actividad física tiene un potencial terapéutico.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borges-Machado, F., Ribeiro, Ó., Sampaio, A., Marques-Aleixo, I., Meireles, J., & Carvalho, J. (2019). Feasibility and impact of a multicomponent exercise intervention in patients with Alzheimer's disease: A pilot study. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 34(2), 95–103. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1177/1533317518813555>

De Andrade, L. P., Gobbi, L. T. B., Coelho, F. G. M., Christofolletti, G., Riani Costa, J. L., & Stella, F. (2013). Benefits of multimodal exercise intervention for postural control and frontal cognitive functions in individuals with Alzheimer's disease: A controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(11), 1919–1926. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1111/jgs.12531>

Eustache, F., & Collectif (2016). *Alzheimer : Fatalité ou espoir ? : une étude pour mieux appréhender la maladie*. Le Muscadier.

Frederiksen, K. S., Larsen, C. T., Hasselbalch, S. G., Christensen, A. N., Høgh, P., Wermuth, L., Andersen, B. B., Siebner, H. R., & Garde, E. (2018). A 16-week aerobic exercise intervention does not affect hippocampal volume and cortical thickness in mild to moderate Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.3389/fnagi.2018.00293>

Garuffi, M., Riani Costa, J. L., Soleman Hernández, S. S., Vital, T. M., Stein, A. M., dos Santos, J. G., & Stella, F. (2013). Effects of resistance training on the performance of activities of daily living in patients with Alzheimer's disease. *Geriatrics & Gerontology International*, 13(2), 322–328. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1111/j.1447-0594.2012.00899.x>

Haut Autorité de Santé. (2018). *Guide parcours de soins des patients présentant un trouble neurocognitif associé à la maladie d'Alzheimer ou à une maladie*

apparentée. https://sfgg.org/media/2018/06/parcours_de_soins_alzheimer.pdf

Holthoff, V. A., Marschner, K., Scharf, M., Steding, J., Meyer, S., Koch, R., & Donix, M. (2015). Effects of physical activity training in patients with Alzheimer's dementia: Results of a pilot RCT study. *PLoS ONE*, *10*(4). <https://doi.org/ezproxy.universidadeuropea.es/10.1371/journal.pone.0121478>

Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (2019). Une maladie neurodégénérative complexe mais de mieux en mieux comprise. <https://www.inserm.fr/dossier/alzheimer-maladie/>

Lane, C. A., Hardy, J., & Schott, J. M. (2018). Alzheimer's disease. *European journal of neurology*, *25*(1), 59–70. <https://doi.org/10.1111/ene.13439>

Livingston, G., Sommerlad, A., Orgeta, V., Costafreda, S. G., Huntley, J., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., Burns, A., Cohen-Mansfield, J., Cooper, C., Fox, N., Gitlin, L. N., Howard, R., Kales, H. C., Larson, E. B., Ritchie, K., Rockwood, K., Sampson, E. L., Samus, Q., ... Mukadam, N. (2017). Dementia prevention, intervention, and care. *Lancet*, *390*(10113), 2673–2734. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31363-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31363-6)

Lorenz, P. (2020). *Beneficios de la actividad física en entornos naturales sobre los aspectos físicos y mentales de la salud humana* [TFG]. Universidad Europea de Madrid.

National Institute on Aging. (2017). What Happens to the Brain in Alzheimer's Disease?. <https://www.nia.nih.gov/health/what-happens-brain-alzheimers-disease>

Organización Mundial de la Salud (2021). World failing to address dementia challenge. <https://www.who.int/news/item/02-09-2021-world-failing-to-address-dementia-challenge>

Organización Mundial de la Salud (2020). Physical activity.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

Parvin, E., Mohammadian, F., Amani-Shalamzari, S., Bayati, M., & Tazesh, B. (2020). Dual-task training affect cognitive and physical performances and brain oscillation ratio of patients with Alzheimer's disease: A randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 12. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.3389/fnagi.2020.605317>

Pedroso, R. V., Ayán, C., Fraga, F. J., da Silva, T., Cancela, J. M., & Santos-Galduròz, R. F. (2018). Effects of Functional-Task Training on Older Adults With Alzheimer's Disease. *Journal of aging and physical activity*, 26(1), 97–105. <https://doi.org/10.1123/japa.2016-0147>

Pedroso, R. V., Cancela, J. M., Ayán, C., Stein, A. M., Fuzaro, G., Riani Costa, J. L., Fraga, F. J., & Santos-Galduròz, R. F. (2018). Effects of physical exercise on the P300 of elderly with Alzheimer's disease. *Journal of Physical Activity & Health*, 15(6), 403–410. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1123/jpah.2017-0179>

Perea, R. D., Vidoni, E. D., Morris, J. K., Graves, R. S., Burns, J. M., & Honea, R. A. (2016). Cardiorespiratory fitness and white matter integrity in Alzheimer's disease. *Brain Imaging and Behavior*, 10(3), 660–668. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1007/s11682-015-9431-3>

Prince, M. J., Wimo, A., Guerchet, M. M., Ali, G. C., Wu, Y-T., & Prina, M. (2015). *World Alzheimer Report 2015 - The Global Impact of Dementia: An analysis of prevalence, incidence, cost and trends*. Alzheimer's Disease International. <http://www.alz.co.uk/research/world-report-2015>

- Simmons, Hannah. (2019, January 08). Hipótesis amiloidea de la cascada. *News-Medical*. <https://www.news-medical.net/life-sciences/Amyloid-Cascade-Hypothesis.aspx>
- Sobol, N. A., Hoffmann, K., Vogel, A., Lolk, A., Gottrup, H., Høgh, P., Hasselbalch, S. G., & Beyer, N. (2016). Associations between physical function, dual-task performance and cognition in patients with mild Alzheimer's disease. *Aging & Mental Health*, *20*(11), 1139–1146. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1080/13607863.2015.1063108>
- Todri, J., Lena, O., & Martínez Gil, J. L. (2019). An experimental pilot study of global postural reeducation concerning the cognitive approach of patients with Alzheimer's disease. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, *35*.
- Trombella, S., Assal, F., Zekry, D., Gold, G., Giannakopoulos, P., Garibotto, V., Démonet, J. F., & Frisoni, G. B. (2016). Imagerie cérébrale de la maladie d'Alzheimer : état de l'art et perspectives pour le clinician [Brain imaging of Alzheimer' disease : state of the art and perspectives for clinicians]. *Revue medicale suisse*, *12*(515), 795–798.
- Venturelli, M., Scarsini, R., & Schena, F. (2011). Six-month walking program changes cognitive and ADL performance in patients with Alzheimer. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, *26*(5), 381–388. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1177/1533317511418956>
- Vreugdenhil, A., Cannell, J., Davies, A., & Razay, G. (2012). A community-based exercise programme to improve functional ability in people with Alzheimer's disease: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, *26*(1), 12–19. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1111/j.14716712.2011.00895.x>

Wolk, D. (2020, December 31). *The 7 Stages of Alzheimer's Disease - Penn Medicine*. <https://www.pennmedicine.org/updates/blogs/neuroscience-blog/2019/november/stages-of-alzheimers>

Yágüez, L., Shaw, K. N., Morris, R., & Matthews, D. (2010). The effects on cognitive functions of a movement-based intervention in patients with Alzheimer's type dementia: A pilot study. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 26(2), 173–181. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.1002/gps.2510>

Yu, F., Mathiason, M. A., Han, S., Gunter, J. L., Jones, D., Botha, H., & Jack, C. (2021). Mechanistic effects of aerobic exercise in Alzheimer's disease: Imaging findings from the pilot FIT-AD trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13. <https://doi-org.ezproxy.universidadeuropea.es/10.3389/fnagi.2021.703691>

9. ANEXOS

9.1. Anexo 1: Declaración de originalidad del TFG



ANEXO IX
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Convocatoria Ordinaria Convocatoria Extraordinaria

D./Dña. Adrien Pocard , con nº de expediente 21601369 , declara ser el autor/a del TFG entregado. Cuyo texto y contenido es original, redactado y editado por el autor expresamente para el trabajo en cuestión. Y que todas las fuentes y/o textos ajenos se encuentran debidamente citados.

Y para que así conste a todos los efectos.

Firma del estudiante



En Villaviciosa de Odón a 17 de Enero del 2022.