



Grau

**Fisioteràpia**

FACULTAT DE CIÈNCIES DE LA SALUT

**U**MANRESA | UVIC·UCC

**EFFECTIVIDAD DE LA ESTIMULACIÓN  
AUDITIVA RÍTMICA  
(MUSICOTERAPIA) PARA REDUCIR EL  
RIESGO DE CAÍDAS RECURRENTE  
EN PACIENTES CON LA ENFERMEDAD  
DE ALZHEIMER.**

**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.**

**Nombre alumna:** Marine Ascencio

**Tutora:** Mercè Soler Font

Trabajo Final de Grado

**Curso:** 2020/2021

## ABSTRACT

---

**Introduction:** The structural and functional changes that occur in aging process affect the general motor function of elderly people. In Alzheimer's disease (AD), the risk of falls is mainly caused by alterations in gait and balancing.

**Objective:** Determine the effectiveness of rhythmic auditory stimulation (RAS) compared to aerobic work to reduce the risk of recurrent falls in Alzheimer's patients and recurrent falls.

**Methods:** Thirty-eight participants will be randomized into two different groups, one using RAS during an aerobic exercise and the other performing the same aerobic exercise without RAS. The intervention will last 24 weeks, 3 times a week. The effects of the two programs will be evaluated with different scales 4 times during the intervention, using the Tinetti test, the TUG and the 10MWT to evaluate the risk of falling, the strength of the lower limbs with the Daniel scale, the FES-I to assess fear of falling and the GAITRite® to assess kinetic data.

**Discussion:** It is expected the use of RAS in patients with AD and falls will reduce the risk of falls. Gait training with RAS could be a potential treatment proposal to reduce the risk of recurrent falls, since it directly addresses kinetic gait disorders, which is one of the most damaging variables associated with falls in the elderly people, with or without associated pathologies.

**Keywords:** rhythmic auditory stimulation; Alzheimer disease; music therapy; falls

## RESUMEN

---

**Introducción:** Los cambios estructurales y funcionales que ocurren en el envejecimiento afectan la función motora en general de los ancianos. En la enfermedad de Alzheimer (EA), el riesgo de caídas es principalmente causada por la alteración de la marcha y del equilibrio.

**Objetivo:** Determinar la efectividad de la estimulación auditiva rítmica (EAR) en comparación con un trabajo aeróbico para reducir el riesgo de caídas recurrentes en pacientes con la EA y caídas recurrentes.

**Métodos:** Treinta-y-ocho participantes serán aleatorizados en dos grupos diferentes, uno con la utilización de la EAR durante un ejercicio aeróbico y el otro con la realización del mismo ejercicio aeróbico sin EAR. La intervención durará 24 semanas, 3 veces por semana. Los efectos de los dos programas se evaluarán con diferentes escalas 4 veces durante la intervención, mediante el test de Tinetti, el TUG y el 10MWT para evaluar el riesgo de caer, la escala Daniel para evaluar la fuerza de la EEII, el FES-I para evaluar el miedo a caer y el GAITRite® para evaluar los datos cinéticos.

**Discusión:** Se espera que la utilización de la EAR en pacientes con EA y caídas recurrentes permitirá reducir el riesgo de caídas recurrentes. El entrenamiento a la marcha con EAR podría ser una intervención potencial para reducir el riesgo de caídas recurrentes, ya que aborda directamente los trastornos cinéticos del paso, que es una de las variables más perjudiciales asociadas a las caídas de los ancianos sin o con patologías asociadas.

**Palabras claves:** estimulación auditiva rítmica; enfermedad de Alzheimer; musicoterapia; caídas

## INTRODUCCIÓN

---

El concepto de caída según la Haute Autorité de Santé (HAS) es definida como "la consecuencia de estar de manera involuntaria en el suelo o en posición de nivel inferior en comparación a su posición inicial" [1]. Se considera caídas recurrentes al momento en el que se han tenido al menos dos caídas en un periodo de 12 meses [1].

Las alteraciones de la marcha y del equilibrio son las primeras causas de las caídas como consecuencia del envejecimiento, ya que los cambios estructurales y funcionales que ocurren en el proceso de envejecimiento afectan la función motora en general (disminución de la velocidad, disminución de la amplitud de los pasos, etc.) [2].

El envejecimiento tiene consecuencias físicas, psicológicas, motrices y funcionales, afectando la postura, el equilibrio y el movimiento. Además, la disminución de la capacidad funcional provoca una disminución de la adaptación en acciones no programadas [2]. En este aspecto podemos hablar de vulnerabilidad, que se define como la incapacidad para realizar actividades de la vida diaria (AVD) y es un riesgo de dependencia y de la fragilidad. Según Fried, se considera fragilidad cuando se cumplen al menos 3 de los 5 criterios siguientes: pérdida de la fuerza y de la masa muscular, la pérdida de peso involuntario después de 1 año, el sedentarismo (disminución de las actividades), la fatiga general y la disminución de la velocidad de marcha ( $< 0,65$  m/s) [3].

Tal y como se ha mencionado anteriormente, los cambios motores afectan a funcionalidad. La modificación de la marcha incluye la disminución de la velocidad, la disminución de la amplitud de los pasos, el aumento del tiempo del doble apoyo, el aumento del polígono de sustentación, el aumento de la inclinación en dirección del suelo, la inestabilidad del tronco y la reducción de los movimientos de brazos [2;4].

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las caídas son la segunda causa de muerte por traumatismo involuntario después de los accidentes de la carretera en los adultos mayores de entre 65 y 85 años y la primera causa para los ancianos de más de 85 años. En Francia se estima que el 30% de las personas mayores de 65 años y el 50% de las personas mayores de 80 años que viven en su domicilio caen al menos una vez al año [5;6].

La prevalencia de las caídas aumenta con la edad y el envejecimiento de la población, los datos sobre la incidencia y la prevalencia de las caídas en los ancianos tienen consecuencias sobre la salud y el futuro. Los datos en términos de morbilidad y mortalidad son significativos [5].

Sin embargo, la prevalencia de las caídas recurrentes más reciente registrada en las gentes mayores de 65 años en Francia es de alrededor de 10% a 25% [1].

Así, existen intervenciones para prevenir las caídas y su recurrencia. Estas se pueden clasificar según el tipo de intervención: prevención primaria, la prevención secundaria, la prevención terciaria.

La prevención primaria consiste en evitar las caídas gracias a la educación de la salud y la promoción de hábitos saludables (ejercicios físicos), la detección de los factores de riesgos (corrección de los intrínsecos y extrínsecos si es posible).

La prevención secundaria permite conocer y reducir los riesgos existentes para evitar nuevas caídas, su papel consiste en detectar las causas al fin de evitar recidivas y corregirlas.

Por último, hay la prevención terciaria pretende tratar las consecuencias de las caídas como el síndrome post-caída mediante la reeducación de la marcha, el equilibrio, etc. [7].

Las caídas tienen consecuencias tanto a nivel físico como psicológico pudiendo crear un círculo vicioso. Ambas consecuencias pueden resultar una dependencia para la realización de las AVD y disminuir la movilidad de la persona. Asimismo, la dependencia y el sedentarismo aumentan la probabilidad de caerse, cerrándose así, este círculo vicioso (**Figura 1**) [5].



**Figura 1.** Esquema del círculo vicioso de las caídas a nivel psicológico.

El síndrome de desadaptación psicomotriz (SDPM) se asocia a un componente motriz, y el síndrome post-caída (SPC) está asociado a un componente psicológico. El SDPM corresponde a una descompensación de las funciones motrices representada por una desadaptación postural, de la marcha y de los automatismos psicomotores. Sin embargo, cuando la desadaptación motriz es debido a una última caída nos referimos al SPC, se define como una complicación funcional aguda de las caídas en el origen de las incapacidades motrices o/y cognitivas totales o no. [1;8].

Además, existen varios factores de riesgo, tanto intrínsecos como extrínsecos que influyen en las caídas. Los factores de riesgos intrínsecos son aquellos directamente relacionados con la persona por ejemplo su edad, su organismo. Los extrínsecos son aquellos ajenos a la persona como los obstáculos en el camino, escalones. También, hay factores protectores que ayudan en la prevención de las caídas como la actividad física. Sin embargo, también hay factores de confusión que influyen sobre la causa de las caídas y pueden ocultar los efectos de una verdadera causa como por ejemplo la polimedicación (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Factores de riesgos, protectores y confusión [6;9]

Factores de riesgos	Factores intrínsecos	Edad (> 75 años) – Sexo (femenino) – Estado de salud y funcional: AVD y movilidad reducida – Trastornos psiquiátricos y específico: depresión, deterioro cognitivo, demencia, enfermedad de Parkinson – Trastornos de
---------------------	----------------------	---

		micción – Trastornos locomotores y/o neuromusculares: disminución de la fuerza muscular de la EEII, trastornos de la marcha (velocidad, anomalía de los pasos), alteración del equilibrio (estático o dinámico) – Afectación articular: osteoporosis, poliartritis – Reducción de la visión – Trastornos cardiovasculares
	Factores extrínsecos	Comportamiento: hábitos tóxicos (alcohol, droga, sedentarismo, malnutrición...) – Entorno de riesgo: mala adaptación de la habitación, necesidad de asistencia para caminar (bastón, andador...)
Factores protectores		Actividades físicas
Factores de confusión		Toma de medicación: polifarmacia incluyendo drogas hipotensas (> 4 drogas diferente/días), o drogas psicotrópicas (benzodiazepinas, hipnóticos, antidepresivos y neurolépticos) – Estado funcional: antecedentes de caídas → síndrome post-caída

La enfermedad de Alzheimer (EA) es un problema de salud de vital importancia. Es un síndrome neurodegenerativo irreversible que afecta de manera progresiva la memoria, comienza por afectar a la memoria episódica y a la memoria reciente, el pensamiento y la habilidad para realizar actividades de la vida cotidiana. Las alteraciones se presentan con diferentes grados de gravedad, dependiendo de la etapa de la enfermedad que puede ser leve, moderada o severa (**Tabla 2**) [4;10].

**Tabla 2.** Clasificación de los grados de la EA.

EA LEVE	EA MODERADA	EA SEVERA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación de la memoria reciente</li> <li>- Afectación de la orientación (el tiempo y lugar; desorientación breve o dificultades para reconocer la familia)</li> <li>- Anomia espontánea (dificultades para nombrar objeto, olvidar de los nombres)</li> <li>- Alteraciones en la función ejecutiva (mala toma de decisión)</li> <li>- Presencia de apraxias ideomotoras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteraciones en las actividades básicas e instrumentadas de la vida diaria</li> <li>- Mayores déficits de los trastornos en la EA leve.</li> <li>- Dificultades frente a los situaciones novedosas o no planeadas.</li> <li>- Incontinencia de esfínteres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación severa de la memoria</li> <li>- Afectación de la capacidad psicomotriz</li> <li>- Postración prolongada.</li> </ul>

Los síntomas característicos de EA generalmente se asocian con trastornos afectivos y emocionales como la ansiedad, la apatía, la irritabilidad, la euforia o la depresión, pero también con trastornos de comportamiento, agresión, trastorno motor, desinhibición, trastornos del sueño y la alimentación o incluso delirios o alucinaciones. Las etapas no tienen una delimitación ni un tiempo fijo, por eso, varía por cada persona [10].

En comparación con una población anciana sin demencia, las caídas son más frecuentes en pacientes con demencia en general y con la EA en particular. Esto se traduce en una pérdida de la autonomía más o menos rápida con dependencia física, además de la dependencia psicológica ligada al deterioro cognitivo, con un riesgo creciente de ingresar en una institución. En la demencia tipo Alzheimer, la gravedad de las alteraciones en los parámetros de la marcha dependería de la gravedad de la degradación cognitiva. Tal y como se ha mencionado anteriormente, los trastornos de la marcha se asocian a varios cambios estructurales que aumenta el número de caídas [2;4].

En personas con la EA, el riesgo de caídas se multiplica por 3 en el hogar y por 4 en una institución especialmente durante la primera semana. El deterioro cognitivo aumenta el riesgo de caídas recurrentes, así como el riesgo de padecer una caída grave [11].

La incidencia anual de caídas en personas con demencia es del 40 al 60%, el doble de la tasa de la población anciana sin demencia [12;13;14;15].

Las lesiones graves son más comunes en personas con demencia; en su caso, el número de fracturas después de una caída es de un 25% a un 30% más alto [15]. Las consecuencias de una fractura de cadera son más graves en las personas con demencia porque tienen cinco veces más probabilidades de ser institucionalizadas y tres veces más probabilidades (71% de probabilidad) de morir dentro de los seis meses posteriores a la fractura en comparación con personas mayores sin deterioro cognitivo [12;15].

Estas caídas, además del envejecimiento en sí, van acompañadas de un mayor riesgo de dependencia, a su vez inducida por la aparición de patologías crónicas que se agravan con la edad. Los trastornos de la marcha, y por supuesto las caídas, representan un problema significativo en geriatría y, a priori, en pacientes deteriorados o dementes, donde se informa que el riesgo de caídas es dos veces mayor en comparación con una población anciana sin problemas cognitivos [16].

Los trastornos motores en el origen de las caídas en los sujetos con la EA son los trastornos del equilibrio y de la motricidad. Son más presentes cuando los mecanismos de compensación cerebral son defectuosos. Tienen un impacto sobre la rigidez de las extremidades, una disminución de la velocidad de ejecución de los movimientos.

La demencia se asocia a los trastornos de la motricidad y el trastorno equilibrio. Los trastornos cinemáticos son una disminución en la velocidad al caminar y la longitud del paso, un aumento en la variabilidad de la longitud de la zancada y del balanceo del cuerpo, del tiempo de doble contacto, así que un aumento del polígono de sustentación. Los sujetos pueden tener dificultades durante los cambios de direcciones con cambios del patrón de la marcha relacionados con el envejecimiento [17;18].

La prevalencia de los trastornos de la motricidad y trastorno equilibrio en personas con la EA es de 9 a 52%. El 50% de los sujetos presentan los trastornos de la motricidad 3 años después del diagnóstico también 30% van a perder la capacidad de caminar [19].

Las personas mayores con la EA leve tienen su marcha normal o vigilante al contrario de los demás que presentan la EA moderada a severa. Podemos observar para ellos

que tienen alteración de la bipedestación, desequilibrio moderado, vacilación con "freezing", uso inadecuado de los miembros inferiores, alteración de los movimientos del tronco, variabilidad del polígono de sustentación y alteraciones de la coordinación de la marcha [20].

El diagnóstico de la EA se basa en la realización de un examen físico, neurológico, cognitivo, motor como análisis de sangre y estudios de imágenes cerebrales. El médico realiza un examen físico y probablemente evalúa la salud neurológica general al realizar las siguientes pruebas, con respecto a los reflejos, al tono y la fuerza muscular, a la capacidad para levantarse de una silla y caminar por la habitación, al sentido de la vista y el oído, a la coordinación y al equilibrio. El grado de severidad es evaluado gracias a un cuestionario Mini Mental State Examination de Forlstein (MMSE) [21].

A nivel fisiológico, los diferentes desarrollos permiten afirmar que la EA tiene como consecuencias de lesiones proteicas principalmente corticales debido a 2 fenómenos; la degeneración neurofibrilar y las placas amiloides [10;21;22].

- Hipótesis amiloides: La proteína amiloidea es degradada por diferentes secretasas; la vía no amiloidea es la que usa alfa-secretasa. Sin embargo, en la EA, la proteína amiloidea es separada por las enzimas beta y gamma-secretasa, lo que resulta la formación de péptido insoluble beta-amiloide neurotóxico. Tiene composición hidrófoba permitiendo agregarse para formar placas amiloides llamadas placas seniles. Esta hipótesis relacionada con los casos genéticos por una mutación del gen presenilina 1-2.
- Hipótesis de la proteína tau: Modificación de la proteína TAU, entrena a muerte neuronal. Es decir que cuando la proteína que se encuentra al interior de las neuronas, no funciona. Su papel es de proporcionar una estructura dentro de las neuronas de limpiar la acumulación de proteínas no deseadas ni tóxicas. Los estudios demuestran que acumulación dentro de la neurona destruye las células.

En el mundo, 44 millones de personas viven con demencia, la EA está ligada al crecimiento del envejecimiento de la población. Podemos dividir los factores de riesgos como modificables o no modificables. En los factores no modificables, el 70% de los casos de la EA son debido a los factores genéticos, así como la edad debido al aumento de la esperanza de vida. La EA puede empezarse alrededor de los 65 años, pero es a partir de los 80 años cuando aparecen más frecuentemente los nuevos casos. Sin embargo, no todos los ancianos desarrollan la EA, lo que sugiere que existen otros factores de riesgo como los modificables, dentro tenemos, la hipertensión, la diabetes, los problemas vasculares, los hábitos tóxicos (alcohol, tabaco...), el sedentarismo.

Por otro lado, existen factores protectores como la educación, es decir el nivel de estudio, las actividades que permiten estimular el intelecto, además una vida social, todos pueden llegar a un inicio más lento de los síntomas y su gravedad [10].

La prevalencia de la EA, la demencia más común, es del 1% de las personas de 65 a 74 años, del 6,9% de las personas de 75 a 84 años y del 26% de las personas de 85 años y más [23].

Actualmente no existe cura par la EA, pero existen tratamientos farmacológicos y no farmacológicos para reducir su sintomatología.

El tratamiento farmacológico es utilizado para disminuir los síntomas y compensar los déficits bioquímicos. Los tratamientos específicos son los inhibidores de la colinesterasa (donepezilo, galantamina, rivastigmina) y un antiglutamato (memantina). La prescripción es reservada a los médicos especializados en neurología, en psiquiatría, en geriatría y relacionada con los resultados de la MMSE (la EA leve (MMSE > 20): inhibidor de colinesterasa – la EA moderada (10 < MMSE < 20): inhibidor de colinesterasa o un antiglutamato – la EA severa (MMSE < 10): antiglutamato).

Se puede utilizar antipsicótico, antidepresivo o sedante en caso de un trastorno de confusión y comportamiento que puede llegar a un peligro para el paciente. Para cualquier tratamiento adicional, se debe evaluar siempre el balance beneficio / riesgo para el paciente [23].

El tratamiento no farmacológico incluye generalmente el resto de los cuidados del paciente con la implicación de otros profesionales sanitarios.

La HAS y la Fédération des Centres de Mémoire de Ressources de Recherche (FCMRR) recomiendan intervenciones relacionadas con la calidad de vida de la persona mayor con el objetivo de la comodidad física y psicológica del paciente. Se debe establecer un entorno adaptado, y tener el cuidado diario para los mayores incapaces de realizar las AVD de manera autónoma. Se sugiere una atención psicológica o psiquiátrica, así que la intervención de la logopedia para optimizar la comunicación el mayor tiempo posible.

Además de esto, con los fisioterapeutas se trabaja la estimulación cognitiva y motora para mantener las capacidades funcionales del paciente, así como su autonomía. Tras la evaluación funcional del paciente, se pueden implementar ayudas adaptadas para mejorar los trastornos motores como un bastón o un caminador, por ejemplo, o utilizar técnicas como musicoterapia, masajes, etc.

Así, el HAS comunica que "la musicoterapia, aromaterapia, estimulación multisensorial, orientación a la realidad, terapia de reminiscencia, terapia asistida por animales, masajes, terapia de presencia simulada (vídeo familiar) y fototerapia podrían mejorar ciertos aspectos del comportamiento". Por tanto, la musicoterapia forma parte del panel de terapias que pueden utilizarse en el manejo de la EA especializadas en la recepción de pacientes afectados. También entra en la consecución de los objetivos de gestión no farmacológica señalados por la FCMRR [24;25].

Según la Federación Mundial de Musicoterapia (WFMT) "La musicoterapia es la utilización de la música y/o de sus elementos musicales (sonido, ritmo, melodía, armonía y silencio) [...] tiene como objetivo desarrollar el potencial y/o reparar funciones del individuo [...] consecuentemente, una mejor calidad de vida a través de la prevención, rehabilitación o tratamiento" [26].

La musicoterapia se utiliza en función de los objetivos terapéuticos y la necesidad del paciente que puede ser acción preventiva o acción terapéutica. Las acciones preventivas en la musicoterapia consisten en la promoción de la salud física, mental y social priorizando el envejecimiento saludable de la población anciana y la mejora de sus AVD para la prevención de las enfermedades. Las acciones

terapéuticas consisten en la estimulación de las funciones físicas, psíquicas y cognitivas de las personas mayores y son atenciones complementarias al tratamiento en función de las necesidades del paciente [27].

La musicoterapia se puede utilizar [28]:

- Para pacientes que presentan trastornos psicológicos, psiquiátricos.
- Para las personas con discapacidad mental, motora, sensorial o discapacidad múltiple.
- Para los pacientes con trastornos neurológicos, enfermedades degenerativas o crónicas o al final de la vida.
- Para niños, adolescentes y adultos que sufren trastornos afectivos, del desarrollo, del comportamiento o de la personalidad.
- Para la prevención del parto, como en pediatría.
- Para las personas que presentan dificultades psicosociales, víctimas de maltrato, prisioneros, ancianos dependientes o no, procedimientos médicos y quirúrgicos anteriores.

Sin embargo, está contraindicado la utilización de la musicoterapia para las personas que presentan alucinaciones, delirios, traumatismos sonoros antiguos, estreses postraumáticos, epilepsia, depresión, etc. [29].

Dentro de la musicoterapia existe la musicoterapia activa y la musicoterapia receptiva. La musicoterapia activa consiste en realizar música con un instrumento, una parte del cuerpo, un objeto sonoro o bien la voz, permitiendo la coordinación de los movimientos, gracias a las actividades motrices. Se pueden realizar ejercicios en ritmo para favorecer la psicomotricidad, la coordinación de los movimientos. La musicoterapia receptiva propone varios dispositivos de escucha de música, sonido para crear emociones, relajar el paciente, o trabajar la memoria a corto y largo plazo para favorecer los recuerdos del pasado [28;30;31].

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la musicoterapia se puede utilizar para pacientes con la EA.

Existen diferentes técnicas para la demencia y la geriatría como la utilización de la audición que consiste en la escucha activa de diferentes músicas significativas para el paciente (temas de su pasado, de su infancia y juventud, su gusto musical.) Así permite trabajar la participación, la socialización, la atención y concentración, la audición, la memoria y la relajación [27;32].

También se utiliza el canto, de esta manera se trabaja la participación, la socialización, la autoestima, la memoria, el razonamiento, la orientación en la realidad, la atención, el lenguaje y la expresión de sentimientos [27;32].

Se incluye la técnica de improvisación que se basa en la expresión libre y espontánea a través de la voz y los instrumentos musicales. Se debe tener en cuenta el grado de demencia (más difíciles para las actividades no dirigidas). Igualmente, que el canto este ejercicio permite trabajar la participación, la sociabilización, la creatividad, la comunicación no verbal, la expresión de sus sentimientos [27;32].

Además, podemos tocar, manipular los instrumentos musicales con pequeña percusión o actividades diversas, esa técnica ayuda a trabajar la participación, la

socialización, la autoestima, la motricidad y la movilidad, la estimulación sensorial, la memoria inmediata, la atención y la audición [27;32].

Podemos también utilizar la música que se utiliza como vehículo o pretexto para realizar actividades, dentro la atención, la concentración, la memoria, la audición y la visión.

La última técnica consiste a realizar movimiento dinámico en música porque en los deterioros cognitivos graves existen respuestas motoras inmediatas gracias a los estímulos auditivos. Así, se puede trabajar la motricidad, la atención, la estimulación sensorial motora, la orientación, la propiocepción, el equilibrio [27;32].

Las indicaciones de la musicoterapia son múltiples en el apoyo de las personas con demencia y se basa sobre los trastornos cognitivos, emocionales y psico-conductuales y psicomotor [27;31].

Para los trastornos cognitivos, la musicoterapia tiene como objetivo fortalecer los recursos cognitivos, emocionales, conductuales y sociales. Permite facilitar codificaciones de memoria y recordatorios de memoria.

Para los trastornos psico-conductual como la agitación, la musicoterapia tiene una eficacia para disminuir los signos de agitación. También, para la ansiedad la terapia musical y la estimulación sensorial muestra una reducción significativa de la ansiedad y la depresión. Además, para la depresión, esta técnica permite disminuir los estados depresivos y una mejora en el comportamiento de los participantes.

Para los trastornos psicomotores, la utilización de la música puede ser útil para activar las funciones cerebrales relacionadas con el ritmo, elemento musical muy relacionado con las funciones motrices [27;31].

El ritmo es uno de los elementos estructurales y organizativos más fundamental de la música. Es uno de los componentes esenciales para el movimiento, existe una relación entre el estímulo sensorial y la respuesta motora que define la sincronización sensorial motora.

Sin embargo, se ha propuesto que el cerebro humano contiene un sistema motor supramodal que permite integrar la información auditiva y luego transcribirla al sistema motor. Es un sistema que permite el control ejecutivo [33].

La estimulación auditiva rítmica (EAR) es una técnica especial de la musicoterapia, en ella se utiliza el ritmo para realizar una actividad. Consiste en sincronizar los movimientos al caminar en señales de tiempo predecibles y mejora la variabilidad temporal en tiempos de multitud [33].

Por lo tanto, el concepto de sincronización sensorial motora permite poner en evidencia que el EAR parece ser un candidato prometedor en el entrenamiento de la marcha para reducir el riesgo de caídas, ya que aborda directamente la inestabilidad temporal como una de las variables más dañinas asociadas a las caídas. El papel de la técnica es de trabajar la cadencia del paso, así que el esquema completo de caminar con la sincronización de los movimientos de las extremidades superiores [34].

Según "Handbook of Neurologic Music Therapy", dentro del EAR hay 4 principios neurológicos: "rhythmic entrainment"; "priming"; "cueing of the movement period"; "Step-wise limit cycle entrainment" [34].

El entrenamiento rítmico o el “rhythmic entrainment” es según Thaut “un proceso de bloqueo del tiempo en el que la frecuencia de movimiento o señal de un primer sistema determina la frecuencia de un segundo sistema”, es decir que es una sincronización del sistema motor y auditivo. Los individuos son capaces de manera inconsciente de adaptar sus respuestas motrices. Los generadores de patrones centrales (GPC) intervienen en la iniciación de los movimientos, está localizado en la médula espinal donde se encuentra las neuronas responsables de la marcha. La particularidad de los GPC es que puede funcionar totalmente autónoma, así permite realizar movimientos sin otra parte del cerebelo. Según el autor, la EAR no necesita un aprendizaje inicial y se realiza de manera inconsciente.

La iniciación o “priming” es la capacidad de una señal auditiva exterior para estimular las neuronas motoras de la medula espina. Durante una marcha rítmica, las conexiones entre neuronas son más presentes y sus adaptaciones al tempo permiten una mayor consciencia del movimiento, una mejor rítmica del paso así una adaptación a la marcha. Sin embargo, se necesita una breve adaptación para tomar en cuenta el tiempo de intervalo entre las dos señales rítmicas [34].

La “cueing of the movement period” que significa la indicación del periodo de movimiento se aplica a cada fase del ciclo de la marcha puntuada por el metrónomo. La sincronización motora rítmica es impulsada por la adaptación de intervalos o el entrenamiento de frecuencia entre la respuesta motora y el ritmo [34].

El “Step-wise limit cycle entrainment” consiste a mantener y optimizar los diferentes parámetros de la marcha. Cada individuo tiene su propia cadencia, su propio esquema de la marcha, es fundamental tomar en cuenta su patología que puede afecta sus parámetros [34].

## **JUSTIFICACIÓN**

---

Como se ha expuesto en la introducción, las caídas en la EA son causadas mayoritariamente por los trastornos de la marcha, debido al aumento de la esperanza de vida y al envejecimiento de la población, se observa un impacto aún más grande.

En efecto, la EAR podría ser útil para reducir el riesgo de caídas recurrentes de los mayores con la EA. Se ha demostrado que tiene una influencia sobre la marcha en diferentes patologías (Parkinson, accidente cerebrovascular, etc.) [35;36].

Sin embargo, hay pocos ensayos clínicos que traten la utilización de la musicoterapia en los pacientes que tienen la EA y que presentan caídas recurrentes o no [**Anexo 1**]. Se ha demostrado en un estudio que la utilización de una EAR puede ser útil para reducir el riesgo de caídas en los pacientes con demencias y caídas, pero es un estudio a doble tarea, dentro se le pide de cantar o tocar instrumentos mientras camina y que responda a las señales del terapeuta. Pero no se puede asegurar la eficacia de la musicoterapia soló. Se observó que no existe un protocolo de referencia claramente definido.

Por tanto, faltan estudios de calidad que miren la disminución de las caídas en pacientes con caídas recurrentes y la EA con la utilización de la EAR. Finalmente, esta propuesta de intervención pretende determinar la efectividad de la EAR para reducir el riesgo de caídas recurrentes en pacientes con la EA.

## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

---

La hipótesis de este estudio se basa en que la utilización de la EAR permitirá reducir el riesgo de caídas recurrentes, mejorar su marcha y los datos cinéticos en pacientes diagnosticados de la EA y caídas recurrentes.

El objetivo general consiste en determinar la efectividad de la EAR en comparación con un trabajo aeróbico para reducir el riesgo de caídas recurrentes en pacientes con la EA y caídas recurrentes.

Los objetivos específicos son:

- 1) Analizar la efectividad de la EAR en comparación con un trabajo aeróbico respecto a las variables cinemáticas (longitud, amplitud, velocidad y cadencia del paso) en pacientes con la EA y caídas recurrentes.
- 2) Analizar la efectividad de la EAR en comparación con un trabajo aeróbico respecto al desequilibrio postural en pacientes con la EA y caídas recurrentes.
- 3) Analizar la efectividad de la EAR en comparación con un trabajo aeróbico respecto al cambio biomecánico del paso en pacientes con EA y caídas recurrentes.

## METODOLOGIA Y DISEÑO

---

### Diseño de la investigación

Se trata de un ensayo clínico controlado con una aleatorización simple, multicéntrico. Dentro, vamos a comparar dos grupos, marcha con EAR (grupo intervención) y marcha sin EAR (grupo control).

Este estudio será de tipo terapéutico experimental (prevención secundaria), ya que establecerá la capacidad del EAR asociado a la marcha para mejorar la calidad del paso y también para reducir el riesgo de caídas recurrentes en pacientes con la EA y caídas recurrentes.

Se llevará a cabo en varios centros en Isère (Francia). La intervención durará 24 semanas, 3 veces por semana se organizará una sesión de 30 minutos. Las sesiones se realizarán de forma individual en una sala de rehabilitación con horarios adaptados a cada centro. Los evaluadores serán cegados al contrario de los fisioterapeutas y los pacientes.

### Población y muestra

El tamaño de la muestra se calculará según criterios estadísticos con la calculadora GRANMO [37].

Se aceptará un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2, se necesitaron 38 (es decir, 19 en cada grupo). Se asumirá una desviación estándar de 1.1 (variabilidad de la marcha) que se refiere al artículo de Trombetti A y al [38] y una correlación entre la primera y segunda medida de 0.65. Se estimará una pérdida de 30%, con

una mortalidad del 10% y tasas de abandono del 20% de los participantes en el estudio [**Anexo 2**].

### **Incorporación de los sujetos en el estudio**

Se reclutará los participantes a través de referencias de neurólogos de una unidad especializada de demencia en una residencia de ancianos para personas mayores dependientes (EHPAD) en Isère. Se informará previamente al equipo médico de estos centros, proporcionándole un documento explicativo de la intervención [**Anexo 3**] y los criterios de inclusión y exclusión de los sujetos.

Se enviará el mismo documento explicativo de la intervención a todos los participantes [**Anexo 3**], los que estén interesados, serán evaluados para considerar si cumplen con los criterios de inclusión o no.

Antes del inicio del estudio, se va a dar un consentimiento informado [**Anexo 4**] a los pacientes como los profesionales para tener un consentimiento no solamente un consentimiento verbal sino también escrito. Se adaptará a las estructuras y procesos internos de cada centro.

El reclutamiento de los pacientes se llevará a cabo durante 2 meses antes del inicio de la intervención y los formularios de consentimiento informado deben ser firmados y devueltos antes que empiece el estudio.

Finalmente, se van a organizar los grupos aleatoriamente (intervención y control).

### **Criterios de elegibilidad, inclusión y exclusión**

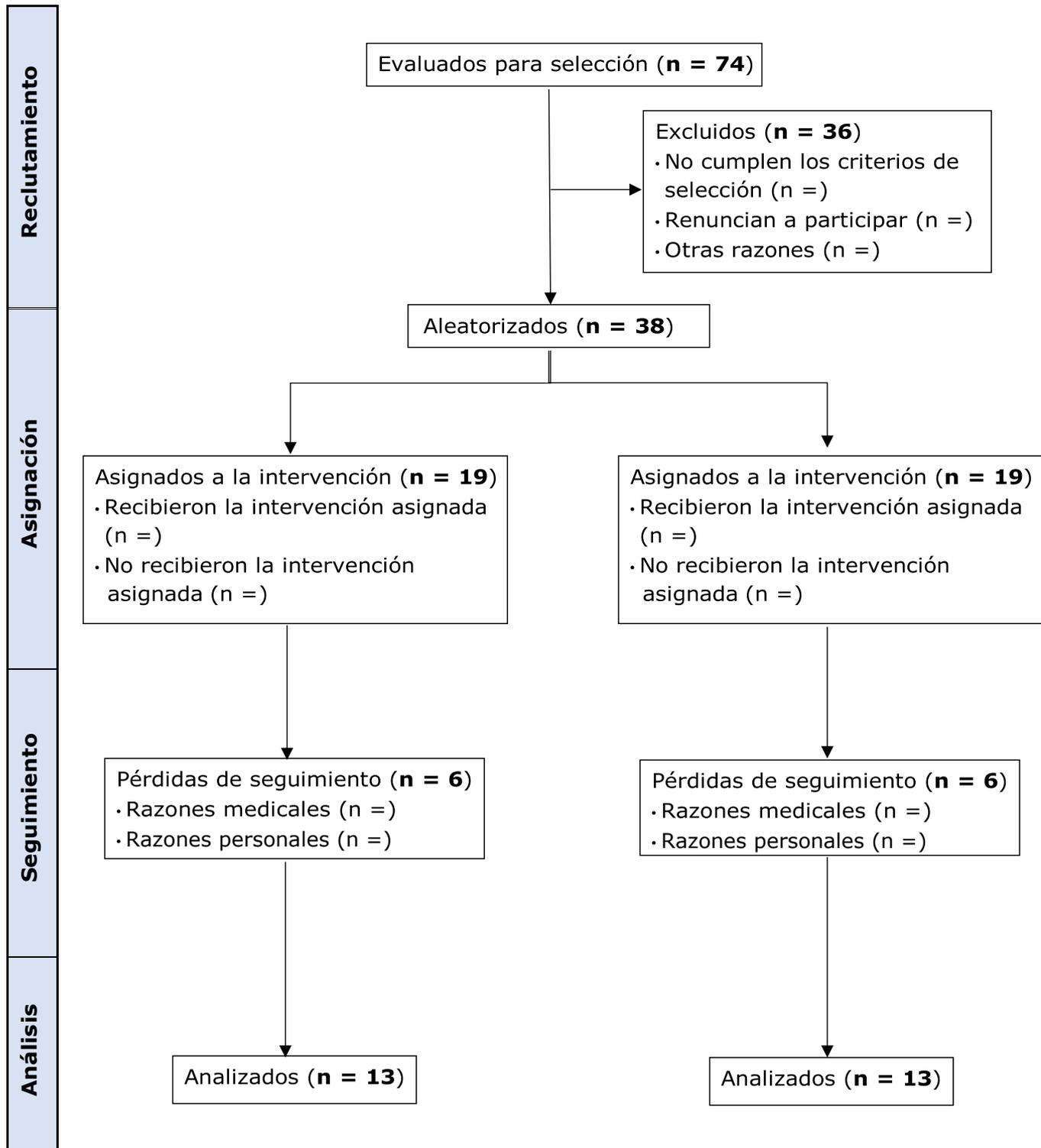
Los criterios de inclusión serán adultos mayores de más de 60 años diagnosticados de la EA con un deterioro cognitivo leve o moderado es decir  $10 < MMSE < 24$  y dos caídas por año al mínimo. Se aceptará pacientes con audición adecuada (incluso con audífono), capaz de seguir y entender las instrucciones y capaz de caminar más de 10 metros sin asistencia (incluso con ayudas materiales: bastón, muletas, caminadores...).

Se excluirán los pacientes con un deterioro cognitivo moderado a severo, es decir  $0 < MMSE < 9$  que no puedan de seguir las instrucciones. Así como los mayores que presentan otras patologías neurológicas (Parkinson, esclerosis múltiples, ACV...), trastornos visuales y auditivos graves no corregidos que impidan de recibir un feedback, trastornos ortopédicos, trastornos musculares no corregidos que impiden de tener un equilibrio dinámico y estático seguro. También sujetos incapaces de seguir el ritmo y sus variaciones (golpe en las manos en ritmo imposible). Por último, los pacientes que han presentado fracturas recientes en los últimos 6 meses.

### **Diagrama de flujo de los participantes**

Se evaluará la elegibilidad de un total de 74 pacientes y se espera incluir un total de 38 sujetos (**Figura 2**). Teniendo en cuenta las posibles pérdidas se espera aproximadamente seis sujetos en el grupo control y seis sujetos en el grupo intervención se retiren del programa. Todos los pacientes recibieron atención estándar y tratamiento médico óptimo durante el estudio.

**Figura 2.** Diagrama de Flujo de los participantes



**Variables del estudio**

La variable independiente es el tipo de tratamiento aplicado en el estudio (con EAR y sin EAR). Las variables sociodemográficas describen las características de la población escogida gracias a la anamnesis realizada por los fisioterapeutas y, además, ellos van a obtener las variables dependientes durante la valoración física completa al inicio de la intervención (**Tabla 3**).

**Tabla 3.** Variables dependientes – Variables independientes – Variables sociodemográficas

	VARIABLES DEL ESTUDIO	NATURALEZA	TIPO	herramienta de medición	Puntuación y unidades de medición
Sociodemográficas	Edad	Cuantitativa	Discreta		años
	Género	Catagórica	Nominal		Masculino – Femenino
	Duración de la enfermedad	Cuantitativa	Discreta		años
	Severidad de la enfermedad	Cuantitativa	Discreta	MMSE	/24
	Medicamentos	Catagórica	Nominal		Antidepresivo – Memantina – Anticollinesterasico – Antipsicoticos
Dependientes	Fuerza EEII	Cuantitativa	Discreta	Escala de Daniel	/5
	Equilibrio	Cuantitativa	Discreta	Test de Tinetti	/26
				Timed up and go	s
				10 meter Walk Test	m/s
	Datos cinéticos	Cuantitativa	Discreta	GAITRite®	Longitud del paso: cm – Amplitud del paso: cm – Cadencia del paso: paso/min – Contacto del pie en el suelo: %
	Caídas	Cuantitativa	Discreta		Caída/año
Independientes	Tratamiento	Cuantitativa	Nominal		con música – sin música

### Recogida de los datos

Los diferentes materiales para la recogida de datos y el seguimiento de los pacientes nos permitirían observar sus evoluciones. Las escalas que se utilizarán, se detallan a continuación:

- *Evaluación del grado de demencia:*

Mini Mental State Examination de Forlstein (MMSE): Es un cuestionario que explora la orientación témpora-espacial, el aprendizaje, la memoria, la atención, el

razonamiento y el lenguaje. Permite estimar la severidad y la progresión de la demencia [39] [**Anexo 5**].

- *Evaluación de la fuerza:*

Escala Daniel: Es una escala que permite medir la fuerza del músculo. Consiste en evaluar la contracción muscular que puede ir de 0 a 5 [40] [**Anexo 6**].

- *Evaluación del riesgo de caídas:*

Test de Tinetti: Prueba que analiza el equilibrio estático y dinámico. Las personas con pruebas anormales de Tinetti generalmente tienen un mayor riesgo de caerse [41]. [**Anexo 7**].

Timed Up and Go (TUG): Prueba que analiza el equilibrio dinámico, el sujeto debe levantarse de la posición de sentado y caminar tres metros desde la silla, luego retroceder (girar 180°) y sentarse nuevamente [42] [**Anexo 8**].

10-Meter Walk Test (10MWT): Permite determinar la velocidad de locomoción de un individuo en una distancia de 10 metros. Por tanto, este último se puede determinar en función de la velocidad de marcha cronometrada. Una disminución de la cadencia es un indicio de riesgo de caídas [43] [**Anexo 9**].

- *Evaluación del miedo a caer:*

Falls-Efficacy-Scale - International (FES-I): Cuestionario de 16 ítems sobre el miedo de las caídas, autoeficacia y confianza en su equilibrio [44] [**Anexo 10**].

- *Datos cinéticos (longitud, amplitud, velocidad y cadencia del paso):*

GAITRite®: Pasarela sensible a la presión de una sola capa verdaderamente portátil que mide parámetros temporales y espaciales y proporciona una fácil identificación de las anomalías de la marcha [45].

Se encuentra el folleto de la pasarela sobre el sitio internet del GAITRite® que explica todos los parámetros evaluados durante la intervención [45].

## **Intervención**

La intervención durará 24 semanas en diferentes EPHAD en Isère (Francia). A fin de establecer un seguimiento de las sesiones, los fisioterapeutas deberán tener una hoja de seguimiento para percibir la evolución de los sujetos. Los fisioterapeutas que harán los tratamientos serán los propios del centro porque conocen los pacientes ayudará a ponerlos en confianza. Además, tienen experiencia en el campo de la geriatría en pacientes con trastornos cognitivos. Los sujetos de cada grupo van a tener 3 veces por semana una sesión de 30 minutos, de manera individual. La primera sesión se dedicará a la evaluación de los pacientes y su marcha.

### GRUPO INTERVENCIÓN (EAR + MARCHA)

Durante la intervención, los sujetos del grupo intervención caminaron con música de metrónomo incorporada en un clic descargado a un reproductor MP3. La EAR sería música de una lista que agruparan varias cadencias (de 50 a 120 pulsaciones por minuto (PPM)). Los tipos de música serán seleccionados según los gustos de los sujetos y corresponden a varios estilos musicales considerados divertidos y animados. Los ritmos del metrónomo se insertaron en la música para mejorar la percepción del ritmo.

Al inicio de la sesión de 30 minutos, el grupo intervención caminará a su propio ritmo durante 2 minutos sin ninguna EAR, esta etapa permitiría determinar el tempo de los sujetos y así proponer la mejor cadencia por el seguimiento de la sesión. Durante el calentamiento, se podrá dar órdenes verbales, visuales y gestuales en caso de dificultad para entender el gesto solicitado. Después, durante los 10 minutos siguientes, se va a proponer ejercicios analíticos sin EAR permitiendo preparar el paciente para la marcha y corregir los trastornos cinemáticos identificados durante el primer paso. Se centran en el equilibrio, la fuerza y la resistencia, con el objetivo de normalizar el patrón de marcha.

Después, se escuchará la música seleccionada para el paciente y sentada, con un altavoz portátil y cuando la música empieza los participantes pueden mover los pies con el ritmo de la música. Esta etapa será un ejercicio de "antes de caminar".

Así, cuando el sujeto se sienta cómodo con el ritmo, se permitirá empezar a caminar siguiendo el sonido rítmico de la música. En la sala, se encontrará la silla que permitirá realizar un descanso durante la sesión.

#### GRUPO CONTROL (MARCHA SIN EAR)

Para el grupo control, se va a proponer el mismo tipo de sesión. Durante 2 minutos, el sujeto va a caminar a su propio ritmo. Después durante los 10 primeros minutos, los mismos ejercicios analíticos de calentamiento que el grupo intervención con el mismo objetivo de normalizar el patrón de marcha. Después, solamente se pedirá de caminar a su ritmo durante el tiempo restante de la sesión sin EAR.

Para los 2 grupos se espera que los participantes caminen la mayor distancia posible durante 20 minutos restantes si es posible sin caerse. Cuando se interrumpa la deambulación, se permitiría descansar en una silla el tiempo de recuperarse y si quiere podrá continuar.

#### **Recogida de datos**

La recogida de datos se hace a T0, T1, T2 y T3. El T0 se hace al inicio del tratamiento, T1 se realizará al fin de la semana 8 del tratamiento, T2 se tomará al fin de la semana 16 y T3 en la última semana del tratamiento que se hará al fin de la semana 24. Se evaluará sin EAR todos los participantes a T0, T1, T2, T3. Después de cada valoración, se recogerá todos los datos para analizarlos posteriormente, también se compararán cada resultado respecto a T0 de cada grupo al fin de localizar las diferencias entre los grupos y para identificar los mecanismos potenciales que impulsan la reducción de caídas con el EAR.

#### **Análisis de datos**

Se utilizará el software SPSS 25 para analizar los datos, consistirá en comparar los datos de los dos grupos.

En primer lugar, se comparan las características de los participantes del grupo intervención con el grupo control al momento basal para confirmar que no existen diferencias en los dos grupos y que la aleatorización se realizó correctamente (**Tabla 4**). Para las variables continuas o discretas se utilizará el t-student que se resumieron como medias y desviaciones estándar (DE) y para las variables categóricas dicotómicas se usará el chi2 (N y %), por último, para las variables categorías con tres o más categorías se realizará el test ANONA (N y %). Se calcularán las

estimaciones de las diferencias de medias entre los grupos, ajustadas para los valores basales, junto con los intervalos de confianza (IC) del 95%. El nivel de significancia sería  $P < 0.05$ .

## **ORGANIZACIÓN Y COSTE ECONÓMICO**

---

Para la realización de este protocolo, se debe organizar la investigación y calcular el coste económico

Los fisioterapeutas recibirán un taller de musicoterapia sobre \*Musicoterapia aplicada al daño neurológico y las enfermedades neurodegenerativas\*. La duración del curso es de 8 horas durante un día. Se trata de un curso teórico-práctico, dirigido a los profesionales del mundo de la salud, la educación, el ámbito social y todas aquellas personas que estén interesadas en aprender una nueva aproximación de tratamiento al paciente con lesión neurológica.

Además, se va a realizar una formación durante el primer mes sobre la utilización de los materiales para interpretar los resultados de los sujetos.

Para cada centro, la intervención será analizado y aprobado por el comité de ética y conducido de acuerdo con los principios y normas establecidos en la Declaración de Helsinki. Si se presenta cualquier problema durante la investigación para unos de los sujetos, un comité independiente a la investigación podrá decidir de interrumpir la participación del sujeto.

Todos los participantes vendrán de manera voluntaria y estarán autorizados de suspender, romper o quitar el protocolo en cualquier momento sin desventajas y sin justificarse.

Los gastos incluyen los recursos necesarios y materiales. Todos participarán de manera voluntaria sin ninguna remuneración particular. Únicamente el taller en Barcelona para los fisioterapeutas tendrá un precio de 220€. Para el material se comprará el GAITRite® así que el software de vídeo, el precio varía según la dimensión del material [**Anexo 11**]. También se deberá comprar un altavoz portátil que cuesta más o menos 170€ con dispositivo bluetooth para conectar un móvil que tiene 2 aplicaciones gratis "My métronome" y "Deezer".

## **RESULTADOS**

---

La hipótesis de este estudio es que la utilización de la EAR en pacientes con la EA y caídas recurrentes permitirá mejorar los datos cinéticos de su marcha y reducir el riesgo de caídas recurrentes. A continuación, se representa la Tabla 4 de descripción de la muestra y la Tabla 5 de los resultados.

En la **Tabla 4**, se describirá la muestra de la población que participará en el estudio, así como los valores de referencia de las diferentes variables de resultados del estudio, de los participantes en cada grupo (ejercicio aeróbico + EAR; ejercicio aeróbico sin EAR). Una diferencia significativa se traducirá por un valor  $- p < 0,05$ .

**Tabla 4.** Descripción de la población al inicio del estudio

Variables cuantitativas	Grupo Control		Grupo Intervención		Valor – P*
	Media	(DE)	Media	(DE)	
Edad (años)					
IMC (kg/m <sup>2</sup> )					
FES – I					
TUG					
Test Tinetti					
10MWT					
MMSE					
Caídas (por años)					
Duración de la EA (año)					
1 – 3 años					
3 – 6 años					
6 – 10 años					
> 10 años					
Variables categóricas	N	%	N	%	
Sexo					
Hombre					
Mujer					
Medicamentos					
Antidepresivo					
Memantina					
Anticolinesterásico					
Antipsicótico					

DE: Desviación estándar. FES-I: Falls-Efficacy-Scale - International. TUG: Timed Up and Go test. 10MWT: 10 Meter Walk Test. Valor – P: Significación estáticas. \* P <0,05. IMC: Índice de masa Corporal. MMSE: Mini-Mental state examination.

En la **Tabla 5**, se describirá los valores obtenidos antes (T0), durante la intervención (T1 y T2) y al fin de la intervención (T3). Luego, los valores de los resultados de T0 se compararán con T1, T2 y T3 de los 2 grupos (ejercicio aeróbico + EAR; ejercicio aeróbico sin EAR) para determinar si hay diferencias significativas, lo que se traducirá por un valor – p < 0,05.

Se espera encontrar como resultado general que las caídas recurrentes se reduzcan en los grupos, tanto control como intervención al final de la intervención, teniendo una disminución estadísticamente significativa en el grupo intervención respecto al grupo control. Más específicamente, para los datos cinemáticos medidos con el GAITRite®, se espera que se mejoren en los dos grupos con mayor proporción significativa en el grupo intervención respecto al grupo control al final de la intervención. También, respecto a FES-I, se espera una disminución del miedo a caer significativamente mayor en el grupo intervención respecto al grupo control al final de la intervención. Además, para el TUG test se espera una mejora del equilibrio dinámico y estático en los dos grupos de manera significativa pero una mayor mejora en el grupo intervención al fin de la intervención. Por fin, los resultados del 10MWT, se espera un incremento de la velocidad de marcha significativamente mayor en el grupo intervención que en el grupo control al final de la intervención.

Si se llega a una diferencia significativa (p<0,05) al final de la intervención entre los dos grupos, se podría decir que la EAR puede ser una intervención potencial para reducir el riesgo de caídas recurrentes en pacientes con la EA y caídas recurrentes.

**Tabla 5.** Resultados de los efectos de las intervenciones sobre los diferentes grupos

Mejora respecto a T0

Variables	Grupo Control		Grupo intervención		IC95% de diferencia	Diferencia	Valor - P	Diferencia	IC 95% de diferencia	Valor - p*
	Media	DE	Media	DE	(Li; Ls)	d		d	(Li; Ls)	
Caídas (nombre)										
<i>T=0</i>										
<i>T=1</i>										
<i>T=2</i>										
<i>T=3</i>										
Fuerza EEII (Daniel)										
<i>T=0</i>										
<i>T=1</i>										
<i>T=2</i>										
<i>T=3</i>										
FES-I (puntos)										
<i>T=0</i>										
<i>T=1</i>										
<i>T=2</i>										
<i>T=3</i>										
Test Tinetti (puntos)										
<i>T=0</i>										
<i>T=1</i>										
<i>T=2</i>										
<i>T=3</i>										
TUG (puntos)										
<i>T=0</i>										
<i>T=1</i>										
<i>T=2</i>										
<i>T=3</i>										
10MWT (m/s)										
<i>T=0</i>										
<i>T=1</i>										
<i>T=2</i>										
<i>T=3</i>										
GAITRite®										
Tiempo del paso (s)										
<i>T=0</i>										
<i>T=1</i>										
<i>T=2</i>										
<i>T=3</i>										

*Amplitud del ciclo  
(cm)*

*T=0*

*T=1*

*T=2*

*T=3*

*Amplitud del paso  
(cm)*

*T=0*

*T=1*

*T=2*

*T=3*

*Tiempo del ciclo (s)*

*T=0*

*T=1*

*T=2*

*T=3*

*Ancho del paso (cm)*

*T=0*

*T=1*

*T=2*

*T=3*

*Apoyo simple (%CM)*

*T=0*

*T=1*

*T=2*

*T=3*

*Doble apoyo (%CM)*

*T=0*

*T=1*

*T=2*

*T=3*

*Fase de balanceo  
(%CM)*

*T=0*

*T=1*

T=2  
T=3

Fase de apoyo  
(%CM)

T=0  
T=1  
T=2  
T=3

Rotación del pie (°)

T=0  
T=1  
T=2  
T=3

Distancia (cm)

T=0  
T=1  
T=2  
T=3

Tiempo de la marcha  
(s)

T=0  
T=1  
T=2  
T=3

Velocidad (cm/s)

T=0  
T=1  
T=2  
T=3

Velocidad media  
normalizada (s<sup>-1</sup>)

T=0  
T=1  
T=2  
T=3

Número de paso

T=0
T=1
T=2
T=3
<i>Cadencia (paso/min)</i>
T=0
T=1
T=2
T=3
<i>Diferencial en la duración del paso (s)</i>
T=0
T=1
T=2
T=3
<i>Diferencial en la longitud del paso (cm)</i>
T=0
T=1
T=2
T=3
<i>Diferencial de tiempos de ciclo (s)</i>
T=0
T=1
T=2
T=3

DE: Desviación Estándar. FES-I: Falls-Efficacy-Scale - International. TUG: Timed Up and Go test. 10MWT: 10 Meter Walk Test. Li: Limite inferior. Ls: Limite superior. Valor - P: Significación estáticas. \* P < 0,05. IC95%: intervalo de confianza del 95%. 1= Student t-test.

# CRONOGRAMA

		MESES																								M9	M10			
		M1	M2	M3				M4				M5				M6				M7				M8						
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22			S23	S24	
Preparación de la intervención	Recogidos de los pacientes																													
	Formación sobre la utilización de la música y otros materiales																													
	Generalidades de los estudios de intervención, aspectos metodológicos y aspectos éticos																													
	Recogida de datos epidemiológicas																													
	Elaboración de los objetivos, diseño de intervención																													
	Elaboración de la metodología y de los resultados esperados																													
Implantación de la intervención y aplicación	Evaluación	Edad																												
		Sexo																												
		IMC																												
		MMSE																												
		Medicamentos																												
		Duración de la enfermedad																												
		Caídas																												
		FES-I																												
		Tinetti																												
		10MWT																												
		TUG																												
		GAITRite®																												
		Fuerza EEII																												
Análisis de datos																														
Redacción de los resultados																														
Publicación																														

## DISCUSIÓN

---

En este estudio, evaluaremos los efectos de la EAR junto a la marcha para reducir el riesgo de caídas recurrentes de los sujetos, durante una intervención de 24 semanas. La población son sujetos afectados de la EA con caídas recurrentes que participan un estudio clínico controlado, con aleatorización simple, multicéntrico y con los evaluadores cegados. Su aleatorización garantiza que la asignación se debe exclusivamente al azar, evitando así efectos sesgos de confusión y de selección.

Aunque no se encuentra una intervención en la literatura científica actual que compare la marcha con EAR y la marcha sin EAR, sobre los sujetos con la EA leve a moderado y con caídas recurrentes, se van a considerar algunos resultados obtenidos a partir de estudios relativamente similares. Se encuentran diferentes estudios, un primero que evalúa la efectividad de la EAR sobre los datos cinéticos de una población con la EA, un segundo que estudia sus efectos sobre la marcha, el equilibrio y el riesgo de caídas en personas mayores y por último un estudio que demuestra que el ejercicio aeróbico permite mejorar el equilibrio, el riesgo de caídas y la cantidad de caídas de una población anciana con demencia [38;46;47].

En general, los estudios sobre las diferentes patologías nos muestran que se reduce el miedo a caer, la incidencia de caídas y cambios en la cinemática de la marcha, obtenidos con un programa de EAR y ejercicios aeróbicos [35;36].

En primer lugar, el estudio de Wittwer JE y al, dura únicamente 4 semanas contra 24, y tampoco dos grupos de tratamientos diferentes. En efecto, comparar dos grupos con intervenciones diferentes, esto podría ser interesante para evaluar la eficacia de la EAR [46].

En este estudio a corta duración, se observa una mejora de la velocidad de marcha y la longitud del paso; pero no se presenta una reducción estadísticamente significativa en la variabilidad de la marcha, entonces no podemos asegurar que la EAR permite reducir el riesgo de caídas recurrentes de los sujetos. A contrario si se realiza un estudio a larga duración, y se presenta una mejora estadísticamente significativos de la variabilidad de la marcha, tendríamos la certitud que el EAR ha desempeñado un papel en el ejercicio aeróbico y asimismo una reducción del riesgo de caídas recurrentes [46].

Sin embargo, la capacidad de aplicar este programa a todos los grados de severidad de la patología es difícil porque es una enfermedad de evolución diferente según cada sujeto. La larga duración de la intervención podría dificultar la adherencia al tratamiento, aumentar la tasa de abandono de los participantes y tener consecuencias sobre los resultados. Entonces, un estudio de corta duración como del Wittwer JE y al, permitiría limitar estas pérdidas y evitar confusiones con respecto a los resultados.

Además, la simplicidad de la intervención facilitaría la implantación del programa en varios sitios, por ejemplo, en casa; permitiendo la prevención de las caídas. En efecto, un principio de entrenamiento desde los primeros signos de trastornos de los datos cinéticos del paso ayudará en la disminución de la incidencia del número de caídas recurrentes, el número de fracturas y los síndromes post-caídas que siempre aumenta debido a una mayor esperanza de vida [46].

Las posibles agitaciones durante los ejercicios pueden ser un riesgo en las sesiones, pero la música podría ser beneficiosa para controlar los comportamientos agitados de las personas y así motivarlos para la realización de los ejercicios. La utilización de señales musicales rítmicas se asocia con altos niveles de seguridad, cumplimiento, adherencia y satisfacción de los sujetos [48].

En segundo lugar, según el estudio de Trombetti A y al. el efecto de la EAR en las personas mayores que tienen un mayor riesgo de caídas, permite una mejora de la marcha, un mayor equilibrio y una reducción tanto de la tasa de caídas como el riesgo de sufrir caídas [38]. En efecto, se podrían estar relacionadas con tareas más automatizadas, con el desarrollo de habilidades de coordinación de tareas o con ambos. Parece ser capaz de cambiar los patrones de actividad física en personas mayores al proporcionar una fuerte motivación para el inicio y mantenimiento de la conducta de ejercicio [38;48].

En los dos estudios de Thau y al. vemos que la interrupción de la utilización de la EAR conduce a un aumento de la incidencia de riesgo de caídas [35;36]. Podemos decir que el entrenamiento de la marcha con EAR es una intervención potencial para reducir el riesgo de caídas recurrentes, ya que aborda directamente la inestabilidad temporal, que es una de las variables más perjudiciales asociadas a las caídas.

En tercer lugar, según el estudio de Pedrinolla y al. se demuestra que el ejercicio aeróbico permite disminuir los trastornos del equilibrio y las caídas de los pacientes con la EA. Los programas que incluyen ejercicios locomotores generalmente producen una mejora del equilibrio dinámico, una mejora de los datos cinemáticos del paso y una disminución de las caídas [49]. La utilización del trabajo de la marcha y de la EAR no padece tener una influencia negativa sobre los trastornos de la marcha.

Pero según Lamb S y al, un entrenamiento aeróbico y de la fuerza de intensidad moderada a alta no ralentiza el deterioro cognitivo, pero podría empeorarlo en personas con demencia leve a moderada. Aunque el ejercicio de intensidad moderada a alta en un entrenamiento aeróbico mejora la condición física, disminuye las caídas, mejora los datos cinéticos del paso. Este programa de ejercicios no es eficaz para controlar el deterioro cognitivo. Así, proponer un estudio donde se compara dos grupos de entrenamiento aeróbico con fuerza de intensidad moderada a alta y fuerza de leve intensidad sería necesario para comprobar la eficacia del entrenamiento aeróbico sin deteriorar el nivel cognitivo de los sujetos y así validar la utilización de la EAR con el ejercicio aeróbico [47].

### **Fortalezas y limitaciones**

La principal fortaleza es el diseño del estudio que es un ensayo clínico controlado con una aleatorización simple, multicéntrico, de momento no se encuentra estudios con este tipo de ensayo clínico. También, este estudio tiene el potencial de no utilizar la farmacología para la prevención de las caídas de las personas con demencia. En efecto, la idea de implementar intervenciones no médicas podría facilitar el acceso y mejorar la salud de los ancianos sin tener resultados confusos, debido a la toma de medicación que puede incrementar las caídas de los pacientes. Si este estudio se demuestra eficaz, se podría tener un interés clínico en la utilización de la EAR en la prevención de las caídas y de los trastornos del equilibrio estático y

dinámico de los ancianos. Asimismo, el uso de EAR parecería accesible y relevante para ser tomado en consideración en la rehabilitación de la población geriátrica.

La limitación principal de este estudio es el tamaño de la muestra. En efecto, el reclutamiento de una población anciana con edad avanzada pluripatológica, los criterios de inclusiones y de exclusiones son estrictos y el tamaño de la muestra sería pequeña. Así, tener una muestra grande ayudará en la validez de la eficacia de la EAR para reducir las caídas recurrentes de los sujetos elegidos.

Aunque, los fisioterapeutas tienen que seguir una formación sobre la utilización de la EAR y de los materiales para poner guiar una sesión, la relación de confianza profesionales – pacientes puede impactar sobre la cualidad de la realización de la intervención por parte del sujeto. Igualmente, es un estudio a simple ciego, solo se ciega los evaluadores, ya que por las características del estudio no se puede cegar los fisioterapeutas ni a los pacientes. También, la aleatorización se realizará después de haber firmado los consentimientos informados y haber recogido los datos basales para asegurarnos de que no hay diferencias entre los grupos. Pero, puede ser interesante de realizar un ciego total o un ciego parcial con la ocultación de los hipotéticos resultados, el desconocimiento de la técnica utilizada o la firma de los consentimientos informativos después de la aleatorización de los sujetos, esto podría dar más evidencia al estudio.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el material utilizado tiene un alto coste económico y es una limitación del estudio, se podría utilizar otros materiales más baratos para dar la posibilidad de implantarle dentro de otros sitios.

Para concluir, este estudio quiere demostrar que el entrenamiento a la marcha con EAR es una intervención potencial para reducir el riesgo de caídas recurrentes, ya que aborda directamente los trastornos cinéticos del paso que es una de las variables más perjudiciales asociadas a las caídas de los ancianos.

Para los estudios futuros, sería interesante de estudiar la efectividad de esta técnica en una muestra más grande con un control post-intervención y con un estudio que profundice el impacto del entrenamiento aeróbico de leve intensidad sobre la condición física sin empeoramiento del deterioro cognitivo.

## **AGRADECIMIENTOS**

---

Quiero agradecer a todas las personas que contribuyeron al desarrollo de la realización de mi trabajo fin de grado y en particular:

Mi tutora de TFG Mercè Soler Font profesora en la universidad de UManresa, por sus consejos, su disponibilidad que me ha ayudado a la reflexión de mi trabajo.

Todo el equipo docente de la universidad de UManresa y los profesionales de práctica que me han ofrecido una formación en las mejores condiciones posibles.

Mi familia y mis amigos por su apoyo y disponibilidades durante la realización de esta propuesta y que me han sostenido durante mis años de estudios.

Finalmente, esta propuesta es la expresión de la afección y un testimonio a mis abuelas; Ida que ha tenido la EA durante 8 años y nos ha dejado el 10 abril 2021 de una agravación de su patología, y Josiane que es diagnosticada de la Angiopatía Amiloidea Cerebral desde el inicio del año 2021.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [1]. Haute Autorité Santé. Recommandation de bonnes pratiques professionnelles: Évaluation et prise en charge des personnes âgées faisant des chutes répétées. [Internet]. 2009 [citado el 10 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-06/chutes\\_repetees\\_personnes\\_agees\\_-\\_recommandations.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-06/chutes_repetees_personnes_agees_-_recommandations.pdf)
- [2]. Rose DJ. Equilibrio y movilidad con personas mayores. 2nd ed: Paidotribo Editorial; 2014.
- [3]. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Horsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56(3):146-56.
- [4]. Mourey F, Manckoundia P. Les démences: quels troubles de la marche? Quelles perspectives en rééducation? *Kinesithér rev*. 2009;9(85-86):80.
- [5]. Thélot B, Lasbeur L, Pédrone G. La surveillance épidémiologique des chutes chez les personnes âgées. *Bull Epidémiol Hebd*. 2017;(16-17):328-335.
- [6]. Haute Autorité Santé. ARGUMENTAIRE: Réponse à la saisine du 3 juillet 2012 en application de l'article L.161-39 du code de la sécurité sociale: Référentiel concernant l'évaluation du risque de chutes chez le sujet âgé autonome et sa prévention. [Internet]. 2012 [citado el 10 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-04/referentiel\\_concernant\\_levaluation\\_du\\_risque\\_de\\_chutes\\_chez\\_le\\_sujet\\_age\\_autono\\_et\\_sa\\_prevention.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-04/referentiel_concernant_levaluation_du_risque_de_chutes_chez_le_sujet_age_autono_et_sa_prevention.pdf)
- [7]. Rubén López L, Eladio Mancilla S, Alicia Villalobos C, Patricio Herrera V. Manual de prevención de caídas en el adulto mayor. Gob Chile Minist salud. 2015;1-66.
- [8]. Manckoundia P, Mourey F, Tavernier-Vidala B, Pfitzenmeyer P. Syndrome de desadaptation psychomotrice. *Rev Med Interne*. 2007;28(2):79-85.
- [9]. Giber F. Manual para la prevención de caídas en personas mayores. 2a ed. Buenos Aires: delhospital ediciones. 2014;4: 17-19.
- [10]. Gutiérrez Robledo LM, García Peña C, Roa Rojas PA, Martínez Ruiz A. La enfermedad de Alzheimer y otras demencias como problema nacional de salud: Documento de postura. Academia Nacional de Medicina de México. CONACYT. [Internet]. 2017 [citado el 10 noviembre 2020]. Disponible en: [https://www.anmm.org.mx/publicaciones/ultimas\\_publicaciones/ANM-ALZHEIMER.pdf](https://www.anmm.org.mx/publicaciones/ultimas_publicaciones/ANM-ALZHEIMER.pdf)

- [11]. Graafmans WC, Ooms ME, Hofstee HM, Bezemer PD, Bouter LM, Lips P. Falls in the elderly: A prospective study of risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol*. 1996;143(11): 1129-36.
- [12]. Morris JC, Rubin EH, Morris EJ, Mandel SA. Senile dementia of the alzheimer's type: an important risk factor for serious falls. *J Gerontol*. 1987;42(4):412-7.
- [13]. Tinetti ME, Doucette J, Claus E, Marottoli R. Risk factors for serious injury during falls by older persons in the community. *J Am Geriatr Soc*. 1995;43(11):1214-21.
- [14]. Tinetti ME., Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med*. 1988;319(26):1701-7.
- [15]. Shaw FE, Kenny RA. Can falls in patients with dementia be prevented? *Age Ageing*. 1998;27(1):7-9.
- [16]. Puisieux F, Pardessus V, Bombois S. Démences et chutes, deux problèmes liés chez la personne âgée. *Psychol Neuropsychiat Vieil*. 2005;3(4):271-79.
- [17]. Waite LM, Broe GA, Grayson DA, Creasey H. Motor function and disability in the dementias. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2000;15(10):897-903.
- [18]. Franssen EH, Somen LE, Torossia CL, Reisberg B. Equilibrium and limb coordination in mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease. *J Am Geriatr Soc*. 1999;47(4):463-9.
- [19]. Allan LM, Ballard CG, Burn DJ, Kenny RA. Prevalence and severity of gait disorders in Alzheimer's and non-Alzheimer's dementias: Gait disorders in dementia. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(10):1681-7.
- [20]. Manckoundia P, Mourey F, Pfitzenmeyer P. Marche et démences. *Ann Readap Med Phys*. 2008;51(8):692-700.
- [21]. Lanea CA, Hardyb J, Schotta JM. Alzheimer's Disease. *Eur J Neurol*. 2018;25(1): 59-70.
- [22]. Bondi MW, Edmonds EC, Salmon DP. Alzheimer's disease: past, present, and future. *J Int Neuropsychol Soc*. 2017;23(9-10):818-31.
- [23]. Chertkow H. Diagnosis and treatment of dementia: introduction. Introducing a series based on the Third Canadian Consensus Conference on the Diagnosis and Treatment of Dementia. *CMAJ*. 2008;178(3):316-21.
- [24]. Haute Autorité Santé. Recommandation de bonne pratique Maladie d'Alzheimer et maladies apparentées : diagnostic et prise en charge. [Internet]. 2011 [citado el 20 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011->

12/recommandation\_maladie\_d\_alzheimer\_et\_maladies\_apparentees\_diagnostic\_et\_prsie\_en\_charge.pdf

[25]. Fédération Nationale des Centres Mémoire de Ressources et de Recherche. Diagnostic et prise en charge de la maladie d'Alzheimer et des pathologies apparentées: recommandations. [Internet]. 2012 [citado el 20 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.cmrr-nice.fr/doc/recommandations-FCMRR-fevrier2012.pdf>

[26]. World Federation of Music Therapy. [Internet]. Disponible en: <https://www.wfmt.info/WFMT/Home.html>

[27]. Sequera-Martín M, Miranda-Pereda C, Masegú-Serra C, Pablos-Hernández C, González-Ramírez A. Musicoterapia en la demencia del paciente anciano: fundamentos, aplicaciones y evidencia científica actual. *Psicogeriatría*. 2015;5(3):93-100.

[28]. Fédération Française de Musicothérapie. Musicothérapeute: référentiel métier. [Internet]. 2016 [citado el 20 septiembre 2020]. Disponible en: [https://www.musicotherapie-federationfrancaise.com/wp-content/uploads/2018/02/Référentiel\\_Métier\\_Musicothérapeute.pdf](https://www.musicotherapie-federationfrancaise.com/wp-content/uploads/2018/02/Référentiel_Métier_Musicothérapeute.pdf)

[29]. Ducourneau G. *Eléments de musicothérapie*. Dunod; 2014.

[30]. Toca RP. *Introducción a la musicoterapia uso de la música grabada*. Aula Mentor del Ministerio de Educación. 2010.

[31]. Guétin S, Charras K, Bérard A, Arbus C, Berthelon P, Blanc F, Blayac JP, Bonté F, Bouceffa JP, Clément S, Ducourneau G, Gzil F, Laeng N, Lecourt E, Ledoux S, Platel H, Thomas-Antérion C, Touchon J, VraixvFX, Léger JM. An overview of the use of music therapy in the context of Alzheimer's disease: a report of a French expert group. *Dementia (London)*. 2013;12(5):619-34.

[32]. Camacho P. Musicoterapia: culto al cuerpo y la mente. En: Giró J, editor. *La Rioja: Universidad de la Rioja*; 2006. p. 155-188.

[33]. Konoike N, Kotozaki Y, Miyachi S, Miyauchi CM, Yomogida Y, Akimoto Y, Kuraoka K, Sugiura M, Kawashima R, Nakamura K. Rhythm information represented in the fronto-parieto-cerebellar motor system. *Neuroimage*. 2012;63(1):328-38.

[34]. Thaut MH, Hoemberf V. *Handbook of Neurologic Music Therapy*. OUP Oxford; 2014. P. 6-96.

[35]. Thaut MH, Rice RR, Braun Janzen T, Hurt-Thaut CP, McIntosh GC. Rhythmic auditory stimulation for reduction of falls in Parkinson's disease: a randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 2019;33(1):34-43.

- [36]. Thaut MH, McIntosh GC, Prassas SG, et al. Effect of rhythmic auditory cuing on temporal stride parameters and EMG patterns in hemiparetic gait of stroke patients. *J Neuro rehab.* 1993; 7:9-16.
- [37]. Cat A. Calculadora [Internet]. Disponible en: <https://www.imim.es/ofertadeserveis/software-public/granmo/>.
- [38]. Trombetti A, Hars M, Herrmann FR, Kressig RW, Ferrari S, Rizzoli R. Effect of music-based multitask training on gait, balance, and fall risk in elderly people: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 2011;171(6):525-33.
- [39]. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12(3):189-98.
- [40]. Daniels L, Worthingham C. *Muscle testing: Techniques of manual examination.* Philadelphia: W. B. Saunders; 1980.
- [41]. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986;34(2):119-26.
- [42]. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "up & go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.
- [43]. Salbach NM, Mayo NE, Higgins J, Ahmed S, Finch LE, Richards CL. Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(9):1204-12.
- [44]. Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age Ageing.* 2005;34(6):614-9.
- [45]. GAITRite | World Leader in Temporospatial Gait Analysis [Internet]. Disponible en: <https://www.gaitrite.com>
- [46]. Wittwer JE, Winbolt M, Morris ME. Home-Based Gait Training Using Rhythmic Auditory Cues in Alzheimer's Disease: Feasibility and Outcomes. *Front Med (Lausanne).* 2020; 6:335.
- [47] Lamb SE, Sheehan B, Atherton N, Nichols V, Collins H, Mistry D, Dosanjh S, Slowther AM, Khan I, Petrou S, Lall R. Dementia And Physical Activity (DAPA) trial of moderate to high intensity exercise training for people with dementia: randomised controlled trial. *BMJ.* 2018;361:k1675.
- [48]. Sung HC, Chang SM, Lee WL, Lee MS. The effects of group music with movement intervention on agitated behaviours of institutionalized elders with dementia in Taiwan. *Complement Ther Med.* 2006;14(2):113-9.

[49]. Pedrinolla A, Venturelli M, Fonte C, Munari D, Benetti MV, Rudi D, Tamburin S, Muti E, Zanolla L, Smania N, Schena F. Exercise Training on Locomotion in Patients with Alzheimer's Disease: A Feasibility Study. *J Alzheimers Dis.* 2018;61(4):1599-609.

## ANEXOS

### Anexo 1. Diagrama de flujo

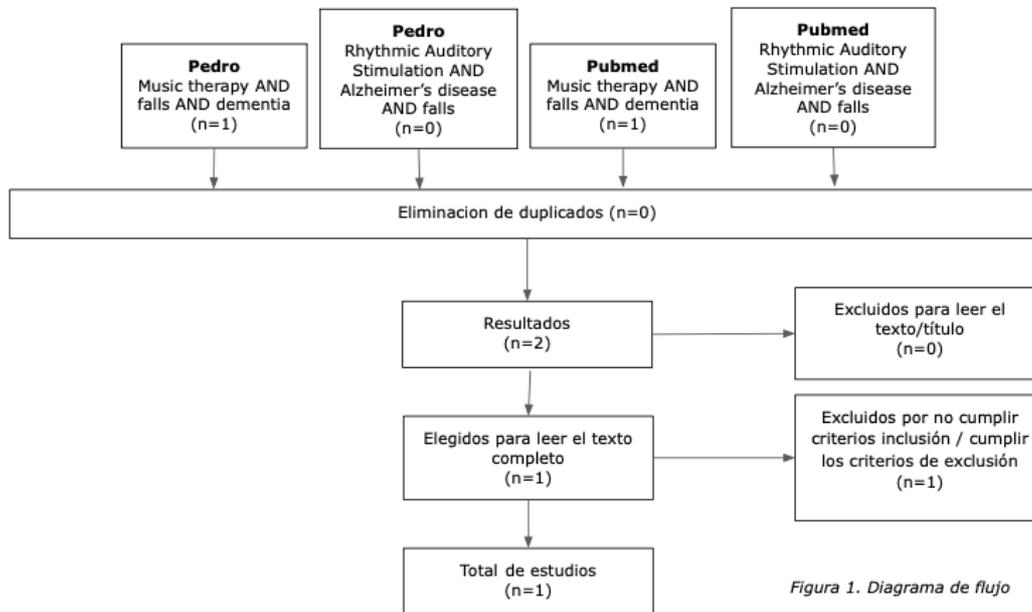


Figura 1. Diagrama de flujo

## Anexo 2. Calculadora de la muestra

**Medias : Medias apareadas (repetidas en dos grupos)**

Riesgo Alfa:  0.05  0.10  Otro

Tipo de contraste:  unilateral  bilateral

Riesgo Beta:  0.20  0.10  0.05  0.15  Otro

Desviación estándar común:

Diferencia a detectar entre grupos en la media de los cambios:

Proporción prevista de pérdidas de seguimiento:

Correlación entre la primera y segunda medidas:

Razón entre el número de sujetos del grupo 1 respecto al grupo 2:

**calcula**  Limpia resultados  Limpia todo  Selecciona todo  Imprimir

**06/05/2020 17:48:03 Medias apareadas (repetidas en dos grupos) (Medias)**

Aceptando un riesgo alfa de 0.05 y un riesgo beta de 0.2 en un contraste bilateral, se precisan **19** sujetos en el primer grupo y **19.0** en el segundo para detectar una diferencia igual o superior a 1 unidades. Se asume que la desviación estándar común es de 1.1 y un coeficiente de correlación entre la medida inicial y final de 0.65. Se ha estimado una tasa de pérdidas de seguimiento del 30%.

### Anexo 3. Letra de información del protocolo

#### Letra de información del protocolo

Efectividad de la estimulación auditiva rítmica (musicoterapia) para reducir el riesgo de caídas recurrentes de los pacientes con la enfermedad de Alzheimer.

Señora, Señor,

Como parte de mi Trabajo de Final de Grado (TFG) en fisioterapia, usted sugiere que participe a un ensayo clínico controlado con una aleatorización simple. El objetivo es de determinar la efectividad de la estimulación auditiva rítmica en comparación con un trabajo aeróbico para reducir el riesgo de caídas recurrentes en pacientes con la enfermedad de Alzheimer y caídas recurrentes.

Antes de aceptar de participar, quiero que leen con el fin que entienden las informaciones del protocolo. Me pongo a usted disposición para todas informaciones complementarias antes o durante la investigación.

#### - **Modalidad del estudio**

La totalidad del estudio se pasará en un EPAD en una sala de readaptación.

➔ Durante un periodo de 24 semanas, 3 veces por semana (del lunes al viernes) se organizará una sesión de 30 minutos. Un protocolo de estimulación auditiva rítmica va a proponerse a un grupo y por otro grupo un trabajo aeróbico durante las sesiones de fisioterapia. Cada grupo utilizará un programa de rehabilitación de la marcha que consistirá a reducir las caídas recurrentes y obtener un mejor equilibrio dinámico.

La estimulación auditiva rítmica permite dar una indicación temporal al movimiento gracias al ritmo de la música. La cadencia de la música será adaptada a su ritmo. Por eso, sus equilibrios dinámico y estático van a ser evaluados 4 veces, al inicio, dos durante la intervención y al final.

#### - **Resultados esperados**

El papel de este estudio es que la utilización de la estimulación auditiva rítmica permitirá reducir el riesgo de caídas recurrentes y mejorar su marcha, los datos cinéticos en pacientes con la EA y caídas recurrentes.

#### - **Participación**

La participación es de manera voluntaria. Usted tiene la posibilidad de suspender, romper o quitar el protocolo en cualquier momento sin deber explicar su decisión. En este caso, todas sus informaciones serán destruidos inmediatamente.

#### - **Confidencialidad**

En el estudio, los datos utilizados serán solamente los resultados de las pruebas que van a tener. Todas las informaciones serán conservadas de manera anónima. Además, será posible de tener sus propios resultados a cualquier momento de la intervención.

Marine ASCENCIO

Lima.....de.....del.....

Nombre y firma del investigador

Firma del sujeto

**Anexo 4.** Consentimiento informado

**Formulario de consentimiento informado**

Efectividad de la estimulación auditiva rítmica (musicoterapia) para reducir el riesgo de caídas recurrentes de los pacientes con la enfermedad de Alzheimer.

1. Yo, Sra./Sr. ....  
declara que he leído el documento informativo del protocolo y acepto de participar al estudio del estudiante Marine Ascencio (Estudiante de fisioterapia en Umanresa, Manresa, Catalunya)
2. He tenido las explicaciones necesarias a la realización del protocolo. He entendido su natura, su tiempo, su objetivo y sus modalidades de participación. Soy consciente de mi papel en este estudio. Tengo una copia del formulario de consentimiento informativo firmado así una letra explicativa del protocolo.
3. Vuelvo al estudio de manera autónoma y voluntaria. Soy libre de participar o no a las pruebas y puedo interrumpir mi participación a cualquier momento sin ninguna justificación y desventajas.
4. Acepto que mis documentos médicos y mis informaciones personales se pongo a la disposición del estudio y estoy informado de mi derecho de acceso y de rectificación de mis datos
5. Acepto que mis resultados al estudio pueden ser esposados de manera anónima a la autoridad de la salud y los científicos respetando el código deontológico de la comunidad científica
6. Mi aceptación no descarga los organizadores de sus responsabilidades. Conservo todos mis derechos garantías de la ley.
7. Sra. ASCENCIO Marine, puede ser contactado por mail (marine.ascencio@correu.umanresa.cat) por cualquier solicitud durante el tiempo del estudio.
8. Se entrega al sujeto una copia de este consentimiento.

Lima.....de.....del.....

Nombre y firma del investigador

Firma del sujeto

## Anexo 5. Mini Mental State Examination de Forlstrein (MMSE)

### The Mini-Mental State Exam

---

Patient \_\_\_\_\_ Examiner \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Maximum      Score

5      ( )

#### Orientation

What is the (year) (season) (date) (day) (month)?

5      ( )

Where are we (state) (country) (town) (hospital) (floor)?

#### Registration

3      ( )

Name 3 objects: 1 second to say each. Then ask the patient all 3 after you have said them. Give 1 point for each correct answer. Then repeat them until he/she learns all 3. Count trials and record.  
Trials \_\_\_\_\_

#### Attention and Calculation

5      ( )

Serial 7's. 1 point for each correct answer. Stop after 5 answers. Alternatively spell "world" backward.

#### Recall

3      ( )

Ask for the 3 objects repeated above. Give 1 point for each correct answer.

#### Language

2      ( )

Name a pencil and watch.

1      ( )

Repeat the following "No ifs, ands, or buts"

3      ( )

Follow a 3-stage command:

"Take a paper in your hand, fold it in half, and put it on the floor."

1      ( )

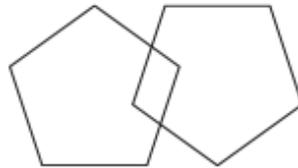
Read and obey the following: CLOSE YOUR EYES

1      ( )

Write a sentence.

1      ( )

Copy the design shown.



\_\_\_\_\_ Total Score

ASSESS level of consciousness along a continuum \_\_\_\_\_  
Alert Drowsy Stupor Coma

---

\*MINI-MENTAL STATE.\* A PRACTICAL METHOD FOR GRADING THE COGNITIVE STATE OF PATIENTS FOR THE CLINICIAN. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3): 189-198, 1975. Used by permission.

---

## **Anexo 6.** Escala Daniel

0	El musculo no se contrae, parálisis completa
1	El musculo se contrae, pero no hay movimiento. La contracción puede palparse o visualizarse sin movimiento
2	El musculo se contrae, efectúa el movimiento en completo, sin resistencia ni gravedad
3	El musculo efectúa el movimiento contra gravedad sin resistencia
4	El musculo se contrae y efectúa el movimiento contra gravedad y resistencia manual moderada
5	El musculo se contrae y efectúa el movimiento contra gravedad y resistencia manual máxima

## Anexo 7. Test de Tinetti

<b>Equilibrio</b>		
<b>1. Equilibrio sentado</b>		
Se inclina o se desliza de la silla		0
Esta estable, seguro		1
<b>2. Levantarse de la silla</b>		
Es incapaz sin ayuda		0
Se debe ayuda con los brazos		1
Se levanta sin usar los brazos		2
<b>3. En el intento de levantarse</b>		
Es incapaz sin ayuda		0
Es capaz, pero necesita > 1 atento		1
Es capaz 1 intento		2
<b>4. Inmediato equilibrio de pie (los primeros 5 segundos)</b>		
Inestable		0
Estable, pero con ayudas		1
Estable sin ayudas		2
<b>5. Equilibrio de pie</b>		
Inestable		0
Estable, pero con base de apoyo amplia o ayudas		1
Estable con base de apoyo estrecha		2
<b>6. Romberg (ojos abiertos)</b>		
Comienza a caer		0
Oscilación, pero se endereza solo		1
Estable		2
<b>7. Romberg (ojos cerrados)</b>		
Inestable		0
Estable		1
<b>8. Girar a 360°</b>		
Pasos discontinuos		0
Pasos continuos		1
Inestable		0
Estable		1
<b>9. Sentarse</b>		
Inseguro		0
Usa los brazos, movimientos discontinuos		1
Seguro, movimientos continuos		2
Puntaje equilibrio: _____/16		

<b>Marcha</b>	
<u>10. Inicio de la deambulaci3n</u>	
Inseguridad, intento	0
Ninguna inseguridad	1
<u>11. Longitud &amp; Altura del paso</u>	
Pie derecho	
No supera el I, pie de apoyo	0
Supera el I, pie de apoyo	1
No se levanta completamente del suelo	0
Se levanta completamente del suelo	1
Pie izquierdo	
No supera el D, pie de apoyo	0
Supera el D, pie de apoyo	1
No se levanta completamente del suelo	0
Se levanta completamente del suelo	1
<u>12. Simetría del paso</u>	
D y I, el paso no es igual	0
D y I, el paso es igual	1
<u>13. Continuidad del paso</u>	
Interrumpido o discontinuo entre pasos	0
Continuo	1
<u>14. Trayectoria</u>	
Marcada desviaci3n	0
Leve/Moderado desviaci3n o necesita ayudas	1
Ausencia de desviaci3n con ayudas	2
<u>15. Tronco</u>	
Balanceo marcado o necesita ayudas	0
Ning3n balanceo, pero flexi3n de rodillas, espaldas, O abre los brazos durante la marcha	1
Ning3n balanceo ni flexi3n de rodilla, ni uso de brazo o ayudas	2
<u>16. Movimiento en la deambulaci3n</u>	
Los talones est3n separados	0
Los talones se tocan	1

Puntaje marcha: \_\_\_\_\_/1

Puntaje equilibrio y marcha: \_\_\_\_\_/28

**Anexo 8. Timed Up and Go (TUG)**

La persona puede usar su calzado habitual y puede usar cualquier dispositivo de asistencia que use normalmente.

1. Haga que la persona se siente en la silla con la espalda apoyada en la silla y los brazos apoyados en los reposabrazos.
2. Pídale a la persona que se levante de una silla estándar y camine una distancia de 10 pies (3 m).
3. Haga que la persona se dé la vuelta, regrese a la silla y vuelva a sentarse.

El tiempo comienza cuando la persona comienza a levantarse de la silla y termina cuando regresa a la silla y se sienta.

La persona debe recibir 1 prueba de práctica y luego 3 prueba real. Se promedian los tiempos de los tres ensayos reales.

Resultados predictivos

Clasificación de segundos

<10 Librementemente móvil

<20 Mayoritariamente independiente

20-29 Movilidad variable

> 20 Movilidad alterada

### **Anexo 9. 10-Meter Walk Test (10MWT)**

DESCRIPCIÓN: Esta prueba consiste en medir el tiempo necesario para caminar 10 metros a una velocidad cómoda. Se realiza sobre un recorrido de 10 metros donde se prevén 2 metros no contados al inicio del recorrido para alcanzar una velocidad constante. Los siguientes 10 metros son, por tanto, los que permiten establecer el rendimiento locomotor (duración o velocidad de marcha). Finalmente, el cono que indica la línea de meta se colocará a una distancia de 2 metros del final del recorrido para evitar que el cliente disminuya la velocidad durante la caminata de 10 metros.

#### MATERIAL:

- un cronómetro
- Un recorrido marcado de 10 metros con 2 metros no contados al inicio y al final del recorrido.
- Dos conos

#### PROCEDIMIENTO DE SOLICITUD:

El sujeto recibe las siguientes instrucciones:

1. Esta prueba consiste en caminar una distancia de 10 metros a una velocidad cómoda.
2. La prueba comienza después del recuento de "1, 2, 3, adelante" y termina cuando le digo que se detenga.
3. Puede usar su accesorio para caminar durante la prueba si es necesario.
4. Durante la prueba, no te daré ánimos.
5. ¿Tiene alguna pregunta?

- Al inicio de la prueba, el evaluador se coloca en la línea de salida que se encuentra 2 metros después del inicio del recorrido (1er cono), con un cronómetro en la mano y comienza este último cuando el sujeto cruza la línea de salida.
- El evaluador sigue al sujeto a lo largo del recorrido y detiene el cronómetro cuando este último cruza la línea de meta (2 metros antes del final del recorrido).
- A lo largo del viaje, el evaluador debe evitar alentar al sujeto.
- El evaluador debe anotar en el formulario el uso de la ayuda ambulatoria, los zapatos que usa el cliente al realizar la prueba, el resultado de la prueba y comentarios si es necesario.

**Anexo 10.** Falls-Efficacy-Scale - International (FES-I)

**FES-I**

Now we would like to ask some questions about how concerned you are about the possibility of falling. Please reply thinking about how you usually do the activity. If you currently don't do the activity (e.g. if someone does your shopping for you), please answer to show whether you think you would be concerned about falling IF you did the activity. For each of the following activities, please tick the box which is closest to your own opinion to show how concerned you are that you might fall if you did this activity.

		<i>Not at all concerned</i> 1	<i>Somewhat concerned</i> 2	<i>Fairly concerned</i> 3	<i>Very concerned</i> 4
1	Cleaning the house (e.g. sweep, vacuum or dust)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
2	Getting dressed or undressed	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
3	Preparing simple meals	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
4	Taking a bath or shower	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
5	Going to the shop	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
6	Getting in or out of a chair	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
7	Going up or down stairs	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
8	Walking around in the neighbourhood	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
9	Reaching for something above your head or on the ground	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
10	Going to answer the telephone before it stops ringing	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
11	Walking on a slippery surface (e.g. wet or icy)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
12	Visiting a friend or relative	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
13	Walking in a place with crowds	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
14	Walking on an uneven surface (e.g. rocky ground, poorly maintained pavement)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
15	Walking up or down a slope	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
16	Going out to a social event (e.g. religious service, family gathering or club meeting)	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>

**Anexo 11.** Los varios precios del **GAITRite®**

<b>GAITRite 472P</b>	Longitud activa 4.27m – Longitud de la pista 5.18m	26775 € HT
<b>GAITRite 488P</b>	Longitud activa 4.88m – Longitud de la pista 5.79m	29775 € HT
<b>GAITRite 610P</b>	Longitud activa 6.10m – Longitud de la pista 7.01m	35775€ HT
<b>GAITRite 793P</b>	Longitud activa 7.93m – Longitud de la pista 8.84m	44775€ HT

OPCIONES:

		Precio
<b>Software GAITRite RawData</b>		1500€
<b>Extensión de garantía</b>		
	1 año más	11% del precio del sistema
	2 años más	10% del precio del sistema