

Efectos del Ejercicio de Alta Intensidad Funcional (HIFT) sobre la calidad de vida, calidad de sueño, la estabilidad y la depresión en adultos mayores con DCL: un ensayo controlado aleatorizado

Effects of High-Intensity Functional Training (HIFT) on quality of life, sleep quality, stability, and depression in older adults with MCI: a randomized controlled trial

*Yulieth Rivas-Campo, **Diego Fernando Afanador-Restrepo, ***Jefferson García Buitrago, ****Carlos Mario Basto-Cardona, *María Fernanda Pérez Morales

*Universidad de San Buenaventura – Seccional Cali (Colombia), **Fundación Universitaria del Área Andina - Seccional Pereira (Colombia), ***Universidad del Valle (Colombia), ****Institución Universitaria Antonio José Camacho (Colombia)

Resumen. El ejercicio es una de las intervenciones no farmacológicas más prometedoras de la actualidad para prevenir o reducir el deterioro cognitivo asociado con enfermedades neurodegenerativas o el envejecimiento. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de un programa de entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT) sobre la calidad de vida, calidad del sueño, estabilidad y niveles de depresión en una población colombiana de adultos mayores con deterioro cognitivo leve (DCL). Para esto, se llevó a cabo un ensayo clínico controlado aleatorizado con una muestra de 162 adultos mayores con DCL. El grupo intervención (GI) recibió tratamiento con HIFT por 12 semanas 3 veces a la semana, mientras que el grupo control (GC) recibió recomendaciones generales de actividad física y realizó actividades manuales. Se observó que, posterior a la intervención, hubo una mejora significativa en el GI comparado con el GC en la calidad de vida en múltiples dominios ($p < 0,05$), calidad de sueño ($p < 0,001$), estabilidad postural ($p < 0,001$) y depresión ($p < 0,001$). El análisis de covarianza multivariada mostró la influencia de la edad y los niveles de deterioro cognitivo (MMSE) sobre los resultados. Este estudio demuestra que la implementación de un programa corto de HIFT tiene un efecto positivo sobre la calidad de vida, calidad del sueño, estabilidad y niveles de depresión en adultos mayores con DCL.

Palabras clave: Ejercicio de alta intensidad funcional; Adultos mayores; Cognición; Deterioro cognitivo

Abstract. Exercise is currently one of the most promising non-pharmacological interventions to prevent or reduce cognitive decline associated with neurodegenerative diseases or aging. The objective of this study was to determine the effect of a high-intensity functional training program (HIFT) on quality of life, sleep quality, stability, and depression levels in a Colombian population of older adults with mild cognitive impairment (MCI). To this end, a randomized controlled clinical trial was conducted with a sample of 162 older adults with MCI. The intervention group (IG) received HIFT treatment for 12 weeks, 3 times a week, while the control group (CG) received general physical activity recommendations and performed manual activities. It was observed that after the intervention, there was a significant improvement in the IG compared to the CG in quality of life across multiple domains ($p < 0.05$), sleep quality ($p < 0.001$), postural stability ($p < 0.001$), and depression levels ($p < 0.001$). The multivariate covariance analysis showed the influence of age and cognitive impairment levels (MMSE) on the outcomes. This study demonstrates that the implementation of a short HIFT program has a positive effect on quality of life, sleep quality, stability, and depression levels in older adults with MCI.

Keywords: High-intensity functional exercise; Older adults; Cognition; Cognitive impairment

Fecha recepción: 05-09-24. Fecha de aceptación: 02-10-24

Diego Fernando Afanador Restrepo
dafanador4@areandina.edu.co

Introducción

El deterioro cognitivo leve (DCL) se manifiesta a través de un declive de las funciones relacionadas con la memoria, la atención, y el aprendizaje, entre otras (Alzheimer's Association, 2024). Estas alteraciones cognitivas suelen tener como origen causas subyacentes relacionadas con enfermedades neurodegenerativas o el envejecimiento, sumado a factores de riesgo como la alimentación poco saludable, la inactividad física y el consumo nocivo de alcohol y tabaco. Adicionalmente, se ha observado una posible asociación negativa entre el nivel de formación académico y el riesgo de aparición de estas enfermedades (OPS, 2020). Recientemente, la Alzheimer's Association (2024) reportó que aproximadamente entre el 12% y el 18% de las personas con 60 años o más presentan DCL, de las cuales se espera que entre el 10% y el 15% progresen a demencia cada año. Así mismo, la OMS (2023) reportó que la demencia afecta a 55 millones de personas a nivel mundial

(aproximadamente 5% de la población de adultos mayores del mundo), y que cerca del 60% de estas cifras corresponden a personas que provienen de países de medianos y bajos ingresos. En mayo de 2017, la Asamblea Mundial de Salud respaldó el plan de acción mundial sobre la respuesta de salud pública a la demencia 2017-2025, cuyo objetivo es prevenir este síndrome y coordinar esfuerzos para que las personas con demencia, así como sus cuidadores, vivan bien y reciban la atención y el apoyo necesario (WHO, 2017). Actualmente existen ocho tratamientos farmacológicos que tratan la sintomatología asociada a la enfermedad del Alzheimer, dos de ellos ralentizan el deterioro cognitivo modificando la biología subyacente de la enfermedad, y los otros seis tratan la sintomatología asociada. Sin embargo, se recomienda el ejercicio físico como tratamiento no farmacológico en adultos mayores, el cual actúa también como factor de protector contra la neurodegeneración y la disminución de la función cognitiva (Alzheimer's Association, 2024). Asimismo, se observa en la literatura actual, la efectividad de

esta intervención en la mejora de variables físicas como el equilibrio, la fuerza muscular, la coordinación, y la densidad ósea, contribuyendo de manera positiva a una mejor calidad de vida, funcionalidad y autonomía en esta población (Bherer et al., 2013; Engeroff et al., 2018; Jensen et al., 2019; Rivas-Campo et al., 2023). Este tipo de beneficios, relacionados con el ejercicio físico sobre la salud y la cognición de adultos mayores, fueron reportados por primera vez por Kramer et al. (1999). Sin embargo, aún se desconoce la relación precisa entre dosis - respuesta óptima de este tratamiento no farmacológico para obtener los beneficios terapéuticos en esta población (Patti et al., 2021; Rivas-Campo et al., 2022).

Recientemente, los autores A'Naja et al. (2024) reportan para el American College of Sports Medicine (ACSM), que las opciones de programas de entrenamiento para adultos mayores han incrementado, posicionándose como el grupo poblacional especial que más participa en este tipo de actividades. Así mismo, la ACSM ubica el entrenamiento funcional como la modalidad de entrenamiento que más realiza, y a su vez, el entrenamiento de alta intensidad se ubica en la cuarta posición dentro de las modalidades. Esto sugiere, que este tipo de entrenamientos son la mayor tendencia que realizan las personas y puede ser dirigido para el grupo poblacional que más está accediendo. El Ejercicio de Alta Intensidad Funcional (HIFT, por sus siglas en inglés) es una modalidad de entrenamiento que se deriva del entrenamiento funcional y el entrenamiento de alta intensidad. Este combina ejercicios aeróbicos y de fortalecimiento muscular mediante movimientos funcionales y multiarticulares realizados a altas intensidades (Feito et al., 2018). El HIFT puede adaptarse a cualquier nivel de condición física, lo cual facilita su implementación en adultos mayores y es útil para aquellas personas que deseen iniciar un programa de entrenamiento por primera vez (Heinrich et al., 2014). Evidencias sugieren que durante el HIFT se realiza un mayor reclutamiento y activación muscular comparado con otros ejercicios aeróbicos repetitivos y contribuye a la mejora de la resistencia cardiovascular, la fuerza, la flexibilidad, disminución de grasa corporal y mejora del contenido óseo (Feito et al., 2018; Rivas-Campo et al., 2023). Además, el DCL tiene un impacto negativo sobre la autonomía con la que los adultos mayores llevan a cabo actividades de la vida diaria, lo que repercute en una disminución de los niveles de actividad física (Wardt et al., 2020) y, por ende, conlleva a un deterioro progresivo en la calidad de vida (Bossers et al., 2016). Debido a esto, se han explorado los efectos del ejercicio físico en esta población, ampliando el panorama a variables relacionadas con la salud desde un enfoque integral promoviendo el bienestar de los adultos mayores (Begde et al., 2022; Dieckelmann et al., 2023; Rivas-Campo et al., 2022; Sontáková et al., 2021). Aunque existen estudios previos que han evaluado la metodología HIFT en esta población (Lindelöf et al., 2017; Littbrand et al., 2011) estos se han enfocado en variables como la fuerza de miembros inferiores, la fuerza de

miembros superiores, la capacidad de la marcha, el equilibrio, mientras que el presente estudio busca evaluar los efectos de esta metodología sobre la atención plena, la calidad de vida, la estabilidad postural y el balance, la calidad de sueño y los niveles de depresión. Otro estudio reciente, ha examinado los efectos del HIFT en algunas de las variables del presente ECA en patologías como la esclerosis múltiple (Pasha et al., 2023), sin embargo, aún no se han realizado investigaciones específicas en población colombiana que permitan comprender cómo esta intervención se comporta en este contexto particular. La falta de estudios locales subraya la importancia de explorar cómo factores culturales y sociodemográficos podrían influir en la efectividad de este tipo de intervención, brindando una perspectiva complementaria a este tipo de intervenciones sobre la salud y el bienestar de esta población.

Metodología

Diseño del estudio

El presente ensayo clínico controlado aleatorizado (NCT04638322) con mediciones pre y post intervención se realizó conforme a las pautas establecidas en los Estándares Consolidados para la Presentación de Ensayos (CONSORT), contando con la aprobación del Comité de Ética Institucional de la Universidad de Jaén (sep-2020).

Participantes

Los participantes se captaron en visitas directas a las instituciones donde se presentó el proyecto. Todos los participantes tuvieron la opción de decidir sobre su participación en este estudio, en caso de querer hacerlo se les solicitó firmar un consentimiento informado. Los participantes que cumplían con los siguientes criterios de inclusión fueron admitidos: (a) tener 65 años de edad o más, (b) aceptar y firmar el consentimiento informado, y (c) tener autonomía suficiente para realizar actividades físicas y seguir instrucciones. Los siguientes fueron los criterios de exclusión para este estudio: (a) personas que estuvieron en algún otro programa de ejercicio, (b) si tienen restricción de ejercicio, (c) consumo de betabloqueadores (d) si se tiene deterioro cognitivo moderado o grave y si posee comorbilidades de insuficiencia cardíaca, pulmonar o renal.

El tamaño de la muestra y la aleatorización se determinó por medio del aplicativo estadístico Epidat 4,2, en el caso del cálculo del tamaño de la muestra se hizo teniendo en cuenta el 95% del nivel de confiabilidad, potencia del 90% con una mejoría esperada del 20% resultando 132 personas (66 por grupo). Se ajustó a un porcentaje de pérdida del 20%, calculando 159 personas requeridas y se aleatorizaron por medio del algoritmo del software. Para asegurar la adherencia a la intervención se llevó asistencia de los participantes en cada sesión, además, al ser pacientes institucionalizados, se hizo fácil el corroborar los motivos de inasistencia.

Evaluación inicial

Las variables cuantitativas estaban relacionadas al abordaje de la atención plena que se refiere a una atención receptiva y una conciencia de los eventos y experiencias presentes, sin juzgarlos (Kabat-Zinn, 2003) a través de la Mindful Attention Awareness Scale (MAAS) (Hepburn et al., 2021).

La calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) se evaluó a través del cuestionario SF-36 el cual contempla asuntos relacionados con la salud en las últimas cuatro semanas. Este instrumento se compone por 36 ítems que se agrupan para su análisis en ocho dimensiones (función física, rol físico, dolor corporal, salud general, vitalidad, función social, rol emocional, salud mental, transición de salud) y estas a su vez, en dos medidas resumen. En Colombia, fue adaptado culturalmente en una población del área metropolitana de Medellín, demostrando fiabilidad para evaluar la CVRS posterior a la adaptación lingüística en adultos colombianos (Lugo et al., 2006).

La valoración de la calidad de sueño se realizó con el Índice de calidad del sueño de Pittsburgh (ICSP) (Buysse et al., 1989) compuesto por un total de 24 preguntas, a partir de la cual genera una puntuación total y 7 dominios o subescalas: Subjetivo calidad del sueño, latencia del sueño, duración del sueño, eficiencia habitual del sueño, alteraciones del sueño, uso de medicamentos para dormir y disfunciones durante el día. Los puntajes más altos indican un sueño más deficiente. Se encuentra validado para la población colombiana y geriátrica (Escobar-Córdoba & Eslava-Schmalbach, 2005).

Mientras que las variables cualitativas estaban enfocadas a la valoración de la estabilidad postural y balance a partir de la Escala de Berg, la cual se basa en realizar actividades motoras funcionales y busca determinar la posibilidad de caídas a partir de un punto de corte de 45. Esta escala, ha sido aplicada previamente en Colombia (Cobo & Hernandez, 2004) y es conformada por 14 subtest que se califican cada uno de 0 a 4, siendo 0 la imposibilidad para realizar la actividad indicada y 4 es la realización satisfactoria de la misma.

La variable depresión se valoró por medio de la Escala de Yesavage, la cual se centra en aspectos cognitivo-conductuales relacionados con las características especiales de la depresión en población geriátrica. Contiene respuestas dicotómicas (SI ó NO) para las cuales se suman todas las respuestas. Puntajes de 00 a 05 indican un tamizaje Normal, 06 a 10 tamizaje Depresión moderada y 11 a 15 Tamizaje con depresión severa (Yesavage et al., 1982). Tiene validación en Colombia para su aplicación en adulto mayor desde 2005 (Bacca et al., 2005).

Todas las pruebas físicas fueron realizadas por fisioterapeutas o educadores físicos mientras que las psicológicas fueron evaluadas por una psicóloga entrenada. Los evaluadores no conocían el grupo al que fueron asignados los participantes.

Procedimientos

Grupo Intervención

El protocolo de intervención consistió en un programa

HIFT con ejercicios dirigidos a un durante 12 semanas, realizando 3 sesiones (de 45 minutos cada una) por semana. El programa de ejercicio tuvo tres fases: primero, un calentamiento de 10 minutos para la movilidad articular general; la segunda fase constó de 25 minutos dividida en 4 intervalos, a una intensidad del 80–85% de su frecuencia cardíaca máxima desarrollando un protocolo de ejercicio que abarcan simulación de pedaleo de bicicletas desde una posición sentada, flexiones de brazos con apoyo en pared desde bipedestación, sentadillas en silla, estocadas laterales combinadas con lanzamientos de balón. Este protocolo tenía variación cada 3 semanas para elevar la dificultad. Los ejercicios fueron ejecutados por 30 segundos y lo más rápido posible evitando impacto articular; con descanso de 15 segundos. Los intervalos se programaron para 4 minutos con un descanso activo de 3 minutos al 50–70% de la frecuencia cardíaca máxima. La tercera fase consta de 10 minutos de regreso a la calma con estiramientos musculares y control respiratorio. El control de la intensidad mediada por la frecuencia se logró con los sensores y la vigilancia constante de los licenciados en educación física, fisioterapia y auxiliares de enfermería.

Grupo Control (GC)

El grupo control contó con el acompañamiento de terapeutas ocupacionales que orientaron actividades de desarrollo manual (pintura y tejidos). Igualmente se dieron capacitaciones donde se especifican los beneficios de la actividad física pero no se ofertó programa de entrenamiento. Las actividades se agendaron durante 12 semanas, a una frecuencia de 3 sesiones por semana con duración de 45 minutos.

Análisis Estadístico

Los supuestos de homogeneidad de varianzas fueron verificados utilizando la prueba de Levene, la cual confirmó la homogeneidad en todos los casos ($p > 0,05$). Asimismo, se verificó la normalidad de las variables mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,05$). Como resultado, se confirmó que los datos cumplían con los requisitos para aplicar estadística paramétrica en el análisis. Se midieron las condiciones de base para evaluar la comparabilidad de los grupos (t-test y χ^2 según el tipo de variable). Se presentaron las variables cuantitativas con media y desviación estándar mientras que las variables cualitativas se representaron por frecuencias y porcentajes. El análisis de diferencia de medias entre grupos se realizó prueba ANOVA evaluando el factor grupo y tiempo. La comparabilidad intra-grupos se calculó con prueba t pareada. Por su parte, para evaluar diferencias entre grupos al final de la intervención en las variables categóricas (riesgo de caída y depresión) trabajo con χ^2 . Finalmente se corrió un modelo MANCOVA con análisis de confusión e interacción. Dado que el análisis se realizó por tratamiento efectivo, la adherencia de los participantes al protocolo de intervención fue controlada mediante un registro de asistencia y participación en

Componente3	1,37 (01,05)	1,60 (01,09)	0,166	1,37 (1,050)	1,22 (907)	0,330	0,151	-0,154	0,457	0,15	8,99	0,32	0,159	10,94	1,001	0,019	8,34	0,362	0,003
Componente4	1,73 (01,08)	1,74 (01,05)	0,917	1,73 (1,079)	1,41 (859)	0,042	0,315	0,011	0,620	0,32	5,556	0,338	0,168	22,14	0,538	0,068	14,681	0,044	0,002
Componente5	1,71 (01,09)	1,38 (1,10)	0,067	1,80 (1,050)	1,10 (975)	< ,001	0,695	0,380	1,010	0,69	21,5	< ,001	0,187	4,156	< ,001	0,118	256	< ,001	9,146
Componente6	1,79 (1,11)	1,88 (01,06)	0,563	1,83 (1,085)	1,76 (956)	0,634	0,076	-0,241	0,395	0,07	21,5	< ,001	0,187	115,7	0,036	0,422	0,112	0,738	0,000
Componente7	1,61 (01,03)	1,67 (01,09)	0,721	1,51 (963)	1,36 (925)	0,305	0,152	-0,140	0,446	0,16	-0,059	0,002	0,197	3,645	0,025	0,001	0,201	0,655	0,001
ICSP Global	11,64 (3,65)	11,56 (03,04)	0,882	11,92 (3,398)	9,29 (2,769)	< ,001	26,218	16,557	3,588	0,84	-0,656	0,003	0,206	7,945	< ,001	0,039	71,6	< ,001	10,714

MAAS: Mindful Attention Awareness Scale; PCS: Sumatorio del componente físico; MCS: Sumatorio del componente mental; ICSP: Índice de calidad del sueño de Pittsburgh; DE: Desviación estándar; GC: Grupo Control; GI: Grupo Intervención; En negrita se encuentran los datos estadísticamente significativos (< 0,05)

Calidad de vida

Los resultados revelaron cambios significativos ($p < 0,001$) tanto entre grupos como intragrupos, así como una interacción significativa entre grupo y tiempo en los dominios de la calidad de vida. Específicamente, se observaron diferencias estadísticamente significativas en los siguientes dominios: dolor corporal ($F= 254$), Salud general ($F= 71,4$), Vitalidad ($F= 255$), Función social ($F= 69,0$), Rol emocional ($F= 71,5$), Transición de salud ($F= 69,1$), PCS ($F= 34,99$), y MCS ($F= 4,10$). Estos hallazgos sugieren un impacto sustancial de la intervención en múltiples aspectos de la calidad de vida de los participantes.

Calidad de sueño

Tras la intervención, se llevó a cabo una comparación entre los grupos GI y GC en relación con diversos componentes del ICSP y su puntuación global. Se encontraron diferencias altamente significativas en el Componente 1, Duración del sueño ($p < 0,001$), y el Componente 5, Impacto diurno ($p < 0,001$), entre los grupos GI y GC. Además, se observaron diferencias significativas en el Componente 2, Latencia del sueño ($p = 0,003$), y el Componente 4, Calidad del sueño ($p = 0,042$). En cuanto a la puntuación global del ICSP, se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) entre los grupos.

Los resultados del análisis de interacción grupo x tiempo revelaron igualmente diferencias significativas en esos componentes específicos y en la puntuación global del ICSP. En el Componente 1, Dolor corporal ($F= 254,8$, $p < 0,001$), y el Componente 5, Transición de salud ($F= 71,6$, $p < 0,001$), mientras que el Componente 2, Salud general, también mostró diferencias significativas ($F= 8,6$, $p = 0,014$). Asimismo, se registraron diferencias en el Componente 4, Función social ($F= 14,68$, $p = 0,044$). Estos resultados indican un efecto considerable de la intervención en múltiples aspectos del sueño evaluados, lo que subraya la eficacia del HIFT para mejorar la calidad del sueño en los adultos mayores con deterioro cognitivo leve.

Análisis de Covarianza Multivariada

Un análisis de covarianza multivariada (MANCOVA) fue llevado a cabo para evaluar los efectos de varias variables independientes, incluyendo escolaridad, sexo, y edad, así como sus interacciones, en los resultados cuantitativos relacionados con la atención plena, calidad de vida y calidad de sueño (Tabla 3).

Se encontró que la influencia general de escolaridad, según lo indicado por el valor de lambda de wilks ($p = 0,087$), no

alcanzó significancia estadística ($p > 0,05$). Respecto al sexo, tanto la lambda de wilks como el valor ($p = 0,796$) no demostraron un efecto significativo en los resultados cognitivos. Las interacciones entre grupo y sexo, escolaridad y sexo, y grupo, escolaridad y sexo no resultaron significativas ($p > 0,05$), indicando que estas variables no ejercen un efecto conjunto relevante en los resultados de atención plena, calidad de vida y calidad de sueño. En contraste, se observó un efecto altamente significativo de la edad ($p < 0,001$) y del MMSE ($p < 0,001$).

Estos reportes indican que pertenecer al grupo de intervención si tiene un impacto significativo en los resultados, y que la edad y las puntuaciones del MMSE que presenten los participantes pueden influir en el tamaño del efecto, mientras que los efectos se mantienen independientemente del nivel de escolaridad y del sexo que cuente la población.

Tabla 3
Análisis MANCOVA de las cognición en interacción con sexo, edad y escolaridad.

	Lambda de Wilks value	F	p value
Grupo	0,133	62,922	< ,001
Escolaridad	0,670	1,379	0,087
Sexo	0,938	0,63	0,796
Grupo * Escolaridad	0,635	1,580	0,026
Grupo * Sexo	0,932	0,71	0,730
Escolaridad * Sexo	0,906	0,49	0,976
Grupo * Escolaridad * Sexo	0,835	0,91	0,579
Edad	0,746	3,285	< ,001
MMSE	0,698	4,174	< ,001

Estabilidad

Para la escala BERG, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de riesgo de caídas entre los grupos pre y postintervención ($p < 0,001$). En el GC, el porcentaje de individuos con riesgo bajo de caídas aumentó de 6,8% a 8,6%, mientras que en el GI, este aumento fue más notable, pasando de 10,5% a 35,8%. Además, se observó una disminución significativa en el riesgo de caídas y el riesgo medio de caídas en el GI postintervención ($p < 0,001$).

Depresión

En cuanto a la escala YESAVAGE, se encontraron diferencias significativas en la prevalencia de la depresión moderada entre los grupos pre y postintervención ($p = 0,002$). En el grupo GC, el porcentaje de individuos con depresión moderada disminuyó ligeramente del 22,2% al 21,0%, mientras que en el GI, se mantuvo en un 21,0% después de la intervención. Sin embargo, hubo una disminución significativa en la prevalencia de la depresión severa en el GI postintervención ($p < 0,001$), con una reducción del 11,1% al 4,9%. Además, se observaron cambios menores en el estado de depresión normal en ambos grupos postintervención.

Adherencia

La adherencia a la intervención fue del 100%, esta adherencia se logró gracias a que los participantes pertenecían a instituciones de cuidado del adulto mayor. Adicionalmente, es importante reconocer que no se presentó ningún efecto adverso a causa de la intervención.

Discusión

Actualmente, los tratamientos no farmacológicos como el ejercicio son un tema relevante de investigación sobre el DCL, debido a que han demostrado efectos favorables no solamente a nivel físico sino también cognitivo (Venegas-Sanabria et al., 2022). En el presente ECA, se evaluaron los efectos de un programa de 12 semanas de HIFT sobre la atención plena, la calidad de vida, la calidad de sueño, la estabilidad y el nivel de depresión de adultos mayores con DCL. Para asegurar la fiabilidad y validez de los resultados obtenidos, se realizó un análisis de las variables de línea base, en donde no se observaron diferencias significativas entre el GC y el GI. Posterior a la intervención, se encontró que no hubo diferencias significativas entre el GC y el GI para la variable Atención Plena. Sin embargo, para las variables Calidad de Vida, Calidad de Sueño, Estabilidad Postural y Depresión, se obtuvieron mejoras significativas, demostrando que el programa puede ser eficaz para mejorar estos aspectos en adultos mayores con DCL.

En este programa se alcanzaron intensidades de entrenamiento entre el 80-85% de la frecuencia cardiaca y de recuperación entre el 50-70% a través de sensores y supervisión de profesionales. Dos revisiones sistemáticas independientes (Song et al., 2018; Zheng et al., 2016) reportan que el ejercicio aeróbico con intensidades entre el 60-80%, es el más eficiente para aumentar el rendimiento cognitivo. Sin embargo, solamente en (Song et al., 2018) reportaron estudios que trataron las variables calidad de vida y depresión.

Para la variable depresión, los resultados reportados en Song et al. (2018) son mixtos, indicando que un programa de 12 meses de ejercicios multimodales reduce la depresión significativamente. Al comparar este resultado con el programa HIFT de este ECA, en donde las intensidades de entrenamiento son mayores, se torna relevante como en población con DCL se obtienen diferencias significativas para esta variable en un tiempo de intervención menor. Según Li et al. (2024), estas intensidades de entrenamiento producen mejoras significativas sobre síntomas depresivos, ya que estos se asocian a niveles altos de TNF- α , un factor contribuyente a la neurodegeneración y progresión de enfermedades como el Alzheimer. Esto sugiere que intervenciones dirigidas a través de programas de entrenamiento de alta intensidad, puede ser más efectivo para tratar la depresión en personas con DCL en comparación con otro tipo de ejercicios con intensidades diferentes.

El DCL está asociado con un mayor riesgo de exposición a ENT debido a la inactividad física y estilos de vida no saludable adoptada por población, los cuales afectan de la calidad de vida de las personas (WHO, 2017). Así mismo, a medida que progresa, se afecta la calidad de vida relacionada con la salud de las personas y sus cuidadores, dado que, en la evolución del deterioro cognitivo hacia la enfermedad, hay un aumento en la dependencia en estas personas y de carga en sus cuidadores (Aye et al., 2023). Debido a esto, es imperativo intervenir de manera oportuna a esta población a través de que influyan en su calidad de vida. En esta variable, los autores Song et al. (2018) indican que no hay diferencias significativas para programas de actividad física con intensidades bajas. Por otro lado, el presente ECA, revela cambios significativos para esta variable en dominios que abarca la salud física, mental y social, el cual está alineado con (Li et al., 2024) que indica que el rango de intensidad más importante para mejorar indicadores fisiológicos y de salud en personas mayores son ejercicios de alta intensidad (≥ 6 METs).

El presente ECA reporta cambios altamente significativos para la variable calidad de sueño de manera global tras la intervención. Este resultado se asocia con los que presenta (Kredlow et al., 2015), el cual indica que el ejercicio de manera regular, a diferencia del ejercicio practicado ocasionalmente y a intensidades menores, mejora de manera general la calidad, el tiempo total, la eficiencia, el tiempo de latencia del sueño y especialmente la somnolencia diurna. Esta mejora de la calidad de sueño se da a través de procesos fisiológicos que abarca el sistema nervioso central, el sistema endocrino, el metabolismo y la regulación de la temperatura corporal en (Kredlow et al., 2015). El DCL está relacionado con problemas en la calidad de sueño, el cual a su vez, afecta el rendimiento cognitivo, la salud y el bienestar de las personas (Randhi et al., 2023). Debido a esto, este tipo de intervenciones parecen contribuir positivamente en esta variable y contribuye a mitigar algunos de los impactos negativos asociados con el DCL, promoviendo así un mejor funcionamiento cognitivo y una mayor calidad de vida en las personas.

Según Creswell (2017) y Tang (2017), la atención plena influye en la salud física, emocional y cognitiva de las personas, ya que ha demostrado reducir los niveles de cortisol y presión arterial en las personas. También se ha relacionado con una mayor conectividad funcional y actividad de regiones prefrontales del cerebro, así como la reducción de marcadores inflamatorios como la proteína C-reactiva y la interleucina 6, entre otras. Además, proporciona resiliencia psicológica al reducir el estrés y el afecto negativo los cuales están relacionadas con síntomas depresivos y se encuentran en individuos en riesgo de desarrollar Alzheimer y otras demencias relacionadas (MacAulay et al., 2022). Debido a esto, influir de manera positiva sobre la atención plena en poblaciones con DCL puede contribuir a la disminución del riesgo de progresión ha-

cia etapas más avanzadas de deterioro cognitivo. Los resultados de la intervención a través de HIFT, sugiere que no se encontraron diferencias significativas tras la intervención, sin embargo, el valor de eta cuadrado (η^2) sugiere que hay una modesta influencia de la interacción entre el grupo y el tiempo en los puntajes de la escala MAAS, aunque no alcanza la significancia estadística convencional. Este resultado podría explicarse por varios factores. En primer lugar, el HIFT, al ser un entrenamiento de alta intensidad, no logra abordar directamente los componentes atencionales y de conciencia que se desarrollan en prácticas de mindfulness, lo que podría limitar su impacto en la atención plena (Heinrich et al., 2014). Y en segundo lugar, se ha sugerido que las mejoras en la atención plena requieren intervenciones específicas de mindfulness y un tiempo de práctica más prolongado para manifestarse de manera significativa (Tang, 2017; Tang et al., 2015).

La marcha es un patrón motor complejo que permite la estabilidad y la movilidad de los individuos en diferentes entornos. Esta, depende del equilibrio y la locomoción, los cuales requieren la interacción de los sistemas sensoriales, el sistema nervioso central y la respuesta muscular (Viel, 2002). Borges et al. (2015) establecieron que cerca del 60% de adultos mayores con DCL y demencia experimentan por lo menos una caída cada año, siendo el doble en comparación con adultos mayores cognitivamente saludables. Esto quiere decir, que el DCL se establece como un factor de riesgo significativo para la inestabilidad y las caídas entre adultos mayores (Lach et al., 2017). Según Bellafiore et al. (2011) y Skelton et al. (2005), no todos los tipos de programas de actividad física pueden mejorar el equilibrio hasta el punto de prevenir caídas. Sin embargo, nuestro actual programa de entrenamiento HIFT demostró una reducción significativa en el riesgo de caídas y riesgo medio de caídas en los individuos. Esto, es debido a que en de la metodología planteada en nuestro programa, se encuentran ejercicios funcionales para que estimulen el cuádriceps, los glúteos, los isquiotibiales, el abdomen y la espalda, los cuales ayudan al desarrollo de la fuerza, la coordinación motriz y la postura, que a su vez, se han identificado como ejercicios para reducir las caídas (Patti et al., 2021).

Finalmente, aunque este estudio presenta grandes fortalezas como es el hecho de ser aleatorizado, contemplar una amplia muestra y el bajo índice de abandono, también es importante reconocer sus limitaciones. Primero, los efectos evaluados en esta intervención se enfocaron únicamente a los producidos posterior a 12 semanas de intervención, por lo que nuevos estudios de mayor duración son recomendados. Segundo, el estudio se llevó a cabo únicamente con adultos mayores de la ciudad de Cali, Colombia; por tanto, los hallazgos no son del todo generalizables. Se hace necesario que nuevas investigaciones surjan en diferentes poblaciones para posteriormente ser analizadas a través de revisiones sistemáticas con meta-análisis que permitan determinar la extrapolación de los hallazgos. Tercero, no se consideró la coexistencia de

otras condiciones médicas que pudieran intervenir sobre los resultados obtenidos. Es por esto que se sugiere que las investigaciones que continúen por este camino busquen establecer aspectos como la dosis-respuesta de la intervención o la posible inclusión de subgrupos usando como variable de agrupación comorbilidades que podrían afectar los efectos de la intervención.

Conclusiones

A partir de los hallazgos generados por este estudio es posible concluir que el HIFT realizado por al menos 12 semanas con una frecuencia de 3 veces por semana, es capaz de producir efectos favorables sobre la calidad del sueño, la estabilidad postural y los niveles de depresión en adultos mayores colombianos con DCL. Aunque estos resultados son prometedores, es importante resaltar que se requieren más investigaciones sobre el tema que permitan establecer la dosis-respuesta óptima del ejercicio, además de abordar comparativas entre diferentes intervenciones de manera que se pueda determinar la intervención ideal para esta población.

Referencias

- A'Naja, M. N., Reed, R., Sansone, J., Batrakoulis, A., McAvoy, C., & Parrott, M. W. (2024). 2024 ACSM worldwide fitness trends: future directions of the health and fitness industry. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 28(1), 14–26. <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000933>
- Alzheimer's Association. (2024). *Deterioro Cognitivo Leve (DCL)*. Recuperado de https://www.alz.org/demencia-alzheimer/que-es-demencia/condiciones_relacionados/deterioro-cognitivo-leve
- Aye, S., Bouteloup, V., Tate, A., Wimo, A., Handels, R., Jean, D., Winblad, B., & Jönsson, L. (2023). Health-related quality of life in subjective cognitive decline and mild cognitive impairment: a longitudinal cohort analysis. *Alzheimer's Research & Therapy*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12913-021-06525-8>
- Bacca, A. M., González, A., & Rodríguez, A. F. U. J. P. p. (2005). Validación de la Escala de Depresión de Yesavage (versión reducida) en adultos mayores colombianos. *Pensamiento Psicológico*, 1(5), 53-64. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/801/80112046006.pdf>.
- Bellafiore, M., Battaglia, G., Bianco, A., Paoli, A., Farina, F., & Palma, A. (2011). Improved postural control after dynamic balance training in older overweight women. *Ageing clinical and experimental research*, 23(5-6), 378–385. <https://doi.org/10.1007/BF03337762>
- Bherer, L., Erickson, K. I., & Liu-Ambrose, T. (2013). A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *Journal of*

- aging research, 2013, 657508. <https://doi.org/10.1155/2013/657508>
- Borges, S.deM., Radanovic, M., & Forlenza, O. V. (2015). Fear of falling and falls in older adults with mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neuropsychology, development, and cognition. Section B, Aging, neuropsychology and cognition*, 22(3), 312–321. <https://doi.org/10.1080/13825585.2014.933770>
- Buysse, D. J., Reynolds, C. F., 3rd, Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*, 28(2), 193–213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
- Cobo, E., & Hernandez, E. J. R. A. (2004). Aplicación del test de balance de Berg en un grupo de adultos mayores en la sede asistencial Ricaurte del Hospital Centro Oriente de la ciudad de Bogotá Estudio Piloto. *Revista ASCOFI*. 49, 28-36. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Elisa-Cobo-Mejia/publication/304663095_Aplicacion_del_test_de_balance_de_Berg_en_un_grupo_de_adultos_mayores_e_n_la_sede_asistencial_Ricaurte_de_la_sede_Centro_-_Oriente_de_la_ciudad_de_Bogota_Estudio_piloto/links/57766c8c08ae4645d60d757b/Aplicacion-del-test-de-balance-de-Berg-en-un-grupo-de-adultos-mayores-en-la-sede-asistencial-Ricaurte-de-la-sede-Centro-Oriente-de-la-ciudad-de-Bogota-Estudio-piloto.pdf
- Creswell J. D. (2017). Mindfulness Interventions. *Annual review of psychology*, 68, 491–516. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-042716-051139>
- Engeroff, T., Ingmann, T., & Banzer, W. (2018). Physical Activity Throughout the Adult Life Span and Domain-Specific Cognitive Function in Old Age: A Systematic Review of Cross-Sectional and Longitudinal Data. *Sports Medicine*, 48(6), 1405–1436. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0920-6>
- Escobar-Córdoba, F., & Eslava-Schmalbach, J. (2005). Validación colombiana del índice de calidad de sueño de Pittsburgh [Colombian validation of the Pittsburgh Sleep Quality Index]. *Revista de neurología*, 40(3), 150–155. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15750899/>
- Feito, Y., Heinrich, K. M., Butcher, S. J., & Poston, W. S. C. (2018). High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. *Sports (Basel, Switzerland)*, 6(3), 76. <https://doi.org/10.3390/sports6030076>
- Heinrich, K. M., Patel, P. M., O'Neal, J. L., & Heinrich, B. S. (2014). High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: an intervention study. *BMC public health*, 14, 789. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-789>
- Hepburn, S. J., Carroll, A., & McCuaig, L. (2021). The Relationship between Mindful Attention Awareness, Perceived Stress and Subjective Wellbeing. *International journal of environmental research and public health*, 18(23), 12290. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312290>
- Jensen, C. S., Simonsen, A. H., Siersma, V., Beyer, N., Frederiksen, K. S., Gottrup, H., Hoffman, K., Høgh, P., Frikke-Schmidt, R., Sobol, N. A., Waldemar, G., Wermuth, L., & Hasselbalch, S. G. (2019). Patients with Alzheimer's disease who carry the APOE ε4 allele benefit more from physical exercise. *Alzheimer's and Dementia: Translational Research and Clinical Interventions*, 5, 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.trci.2019.02.007>
- Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-based interventions in context: Past, present, and future. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 10(2), 144–156. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bpg016>
- Kramer, A. F., Hahn, S., Cohen, N. J., Banich, M. T., McAuley, E., Harrison, C. R., Chason, J., Vakil, E., Bardell, L., Boileau, R. A., & Colcombe, A. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, 400(6743), 418–419. <https://doi.org/10.1038/22682>
- Kredlow, M. A., Capozzoli, M. C., Hearon, B. A., Calkins, A. W., & Otto, M. W. (2015). The effects of physical activity on sleep: a meta-analytic review. *Journal of Behavioral Medicine*, 38, 427–449. <https://doi.org/10.1007/s10865-015-9617-6>
- Lach, H. W., Harrison, B. E., & Phongphanngam, S. (2017). Falls and fall prevention in older adults with early-stage dementia: an integrative review. *Research in Gerontological Nursing*, 10(3), 139–148. <https://doi.org/10.3928/19404921-20160908-01>
- Li, B., Jiang, W., Han, S., Ye, Y., Li, Y., Lou, H., & Zhang, J. (2024). Influence of moderate-to-high intensity physical activity on depression levels: a study based on a health survey of Chinese university students. *BMC Public Health*, 24(1), 1023. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18433-w>
- Lindelöf, N., Lundin-Olsson, L., Skelton, D. A., Lundman, B., & Rosendahl, E. (2017). Experiences of older people with dementia participating in a high-intensity functional exercise program in nursing homes: "While it's tough, it's useful". *PLoS one*, 12(11), e0188225. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188225>
- Littbrand, H., Carlsson, M., Lundin-Olsson, L., Lindelöf, N., Håglin, L., Gustafson, Y., & Rosendahl, E. (2011). Effect of a High-Intensity Functional Exercise Program on Functional Balance: Preplanned Subgroup Analyses of a Randomized Controlled Trial in Residential Care Facilities. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59, 1274–1282. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03484.x>
- Lugo A, Luz Helena, García G, Héctor Iván, & Gómez R,

- Carlos. (2006). Confiabilidad del cuestionario de calidad de vida en salud SF-36 en Medellín, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 24(2), 37-50. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2006000200005&lng=en&tlng=es
- MacAulay, R. K., Halpin, A., Andrews, H. E., & Boeve, A. (2022). Trait mindfulness associations with executive function and well-being in older adults. *Aging & mental health*, 26(12), 2399–2406. <https://doi.org/10.1080/13607863.2021.1998352>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Demencia*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dementia>
- OPS. (2020). Reducción de los Riesgos de Deterioro Cognitivo y Demencia. Directrices de laOMS. Recuperado de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52426/9789275322574_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pasha, P., Mohammadi, Z. F., & Baghbanian, M. (2023). Comparing Two Protocols of Exercise on Physical Fitness and Psychological Factors of Mild to Moderate Multiple Sclerosis Patients. *Asian Journal of Sports Medicine*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.5812/asjms-127947>
- Patti, A., Zangla, D., Sahin, F. N., Cataldi, S., Lavanco, G., Palma, A., & Fischietti, F. (2021). Physical exercise and prevention of falls. Effects of a Pilates training method compared with a general physical activity program: A randomized controlled trial. *Medicine*, 100(13), e25289. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000025289>
- Randhi, B., Gutlapalli, S. D., Pu, J., Zaidi, M. F., Patel, M., Atluri, L. M., Gonzalez, N. A., Sakhamuri, N., Athiyaman, S., & Hamid, P. (2023). Sleep Disorders in Mild Cognitive Impairment. *Cureus*, 15(3), e36202. <https://doi.org/10.7759/cureus.36202>
- Rivas-Campo, Y., Aibar-Almazán, A., Afanador-Restrepo, D. F., García-Garro, P. A., Vega-Ávila, G. C., Rodríguez-López, C., Castellote-Caballero, Y., Carcelén-Fraile, M. del C., & Lavilla-Lerma, M. L. (2023). Effects of High-Intensity Functional Training (HIFT) on the Functional Capacity, Frailty, and Physical Condition of Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A Blind Randomized Controlled Clinical Trial. *Life*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/life13051224>
- Rivas-Campo, Y., García-Garro, P. A., Aibar-Almazán, A., Martínez-Amat, A., Vega-Ávila, G. C., Afanador-Restrepo, D. F., León-Morillas, F., & Hita-Contreras, F. (2022). The Effects of High-Intensity Functional Training on Cognition in Older Adults with Cognitive Impairment: A Systematic Review. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 10(4), 670. <https://doi.org/10.3390/healthcare10040670>
- Skelton, D., Dinan, S., Campbell, M., & Rutherford, O. (2005). Tailored group exercise (Falls Management Exercise -- FaME) reduces falls in community-dwelling older frequent fallers (an RCT). *Age and ageing*, 34(6), 636–639. <https://doi.org/10.1093/ageing/afi174>
- Song, D., Yu, D. S. F., Li, P. W. C., & Lei, Y. (2018). The effectiveness of physical exercise on cognitive and psychological outcomes in individuals with mild cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 79, 155–164. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.01.002>
- Tang, YY., Hölzel, B. & Posner, M. The neuroscience of mindfulness meditation. *Nat Rev Neurosci* 16, 213–225 (2015). <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Tang, Y.-Y. (2017). The Neuroscience of Mindfulness Meditation. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46322-3>
- Venegas-Sanabria, L. C., Caverro-Redondo, I., Martínez-Vizcaino, V., Cano-Gutierrez, C. A., & Álvarez-Bueno, C. (2022). Effect of multicomponent exercise in cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 22(1), 617. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-03302-1>
- Asencio, G., Viel, E., Faig Martí, J., Germán Romero, A., Asencio, G., & Asencio, G. (2002). *La marcha humana, la carrera y el salto: biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones*. Masson. Recuperado de https://books.google.com.co/books/about/La_Marcha_Humana_la_Carrera_y_el_Salto.html?hl=es&id=XBDYQoJwAaAC&redir_esc=y
- WHO. (2017). Global action plan on the public health response to dementia. <http://apps.who.int/bookorders>.
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *Journal of psychiatric research*, 17(1), 37–49. [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(82\)90033-4](https://doi.org/10.1016/0022-3956(82)90033-4)
- Zheng, G., Xia, R., Zhou, W., Tao, J., & Chen, L. (2016). Aerobic exercise ameliorates cognitive function in older adults with mild cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 50(23), 1443. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095699>
- Alzheimer's Association. (2024). 2024 ALZHEIMER'S DISEASE FACTS AND FIGURES. *Alzheimer's & Dementia*, 20(5), 3708–3821. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38689398/>
- A'Naja, M. N., Reed, R., Sansone, J., Batrakoulis, A., McAvoy, C., & Parrott, M. W. (2024). 2024 ACSM worldwide fitness trends: future directions of the health and fitness industry. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 28(1),

- 14–26.
- Lindelöf, N., Lundin-Olsson, L., Skelton, D. A., Lundman, B., & Rosendahl, E. (2017). Experiences of older people with dementia participating in a high-intensity functional exercise program in nursing homes: “While it’s tough, it’s useful”. *PLoS ONE*, *12*(11), 1–14. <https://unijc.metaproxy.org/UNIAJC?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=126391012&site=ehost-live&scope=site>
- Littbrand, H., Carlsson, M., Lundin-Olsson, L., Lindelöf, N., Håglin, L., Gustafson, Y., & Rosendahl, E. (2011). Effect of a High-Intensity Functional Exercise Program on Functional Balance: Preplanned Subgroup Analyses of a Randomized Controlled Trial in Residential Care Facilities. *Journal of the American Geriatrics Society*, *59*, 1274–1282. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03484.x>
- Pasha, P., Mohammadi, Z. F., & Baghbanian, M. (2023). Comparing Two Protocols of Exercise on Physical Fitness and Psychological Factors of Mild to Moderate Multiple Sclerosis Patients. *Asian Journal of Sports Medicine*, *14*(1), 1–9. <https://doi.org/10.5812/asj-sm-127947>
- Patti, A., Zangla, D., Sahin, F. N., Cataldi, S., Lavanco, G., Palma, A., & Fischietti, F. (2021). Physical exercise and prevention of falls. Effects of a Pilates training method compared with a general physical activity program: A randomized controlled trial. *Medicine*, *100*(13), e25289.
- Rivas-Campo, Y., García-Garro, P. A., Aibar-Almazán, A., Martínez-Amat, A., Vega-Ávila, G. C., Afanador-Restrepo, D. F., León-Morillas, F., & Hita-Contreras, F. (2022). The Effects of High-Intensity Functional Training on Cognition in Older Adults with Cognitive Impairment: A Systematic Review. *Health Care*, *10*(4), 670. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9025277/>
- Tang, Y.-Y. (2017). *The Neuroscience of Mindfulness Meditation*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-46322-3>
- Tang, Y.-Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, *16*(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>

Datos de los/as autores/as:

Yulieth Rivas-Campo	yrivasc@usbcali.edu.co	Autor/a
Diego Fernando Afanador-Restrepo	Dafanador4@areandina.edu.co	Autor/a
Jefferson García Buitrago	jeffersongb@gmail.com	Autor/a
Carlos Mario Basto-Cardona	cmbasto@profesores.unijc.edu.co	Autor/a
María Fernanda Pérez Morales	Mfperez2@usbcali.edu.co	Autor/a