



**Domínguez-Fernández, F.; Gallardo-Sanhueza, F.; Reyes-Bahamonde C.; Sáez-Aravena C. Alvarez C.; Guede Rojas F. (2026).** Efectos de videojuegos activos adicionados a rehabilitación física convencional sobre la fuerza y flexibilidad en personas mayores con osteoartritis: resultados preliminares de un ensayo aleatorizado clínico. *Journal of Sport and Health Research*. 18(2):200-212. <https://doi.org/10.58727/jshr.113700>

**Original**

## **EFFECTOS DE VIDEOJUEGOS ACTIVOS ADICIONADOS A REHABILITACIÓN FÍSICA CONVENCIONAL SOBRE LA FUERZA Y FLEXIBILIDAD EN PERSONAS MAYORES CON OSTEOARTRITIS: RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ENSAYO ALEATORIZADO CLÍNICO**

### **EFFECTS OF ACTIVE VIDEO GAMES ADDED TO CONVENTIONAL PHYSICAL REHABILITATION ON STRENGTH AND FLEXIBILITY IN OLDER PEOPLE WITH OSTEOARTHRITIS: PRELIMINARY RESULTS OF A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL**

Domínguez-Fernández F<sup>1</sup>; Gallardo-Sanhueza F<sup>1</sup>; Reyes-Bahamonde C<sup>1</sup>; Sáez-Aravena C<sup>1</sup>; Alvarez C<sup>2</sup>; Guede-Rojas F<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Escuela de Kinesiología, Carrera de Kinesiología, Universidad Andrés Bello, Chile*

<sup>2</sup> *Exercise and Rehabilitation Sciences Institute, School of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Universidad Andres Bello, Santiago, 7591538, Chile*

Correspondence to:

**Author: Álvarez C.**

Institution: Universidad Andres Bello

Address: Autopista Concepción-Talcahuano 7100, Concepción, Chile

Email: [cristian.alvarez@unab.cl](mailto:cristian.alvarez@unab.cl)

Edited by: D.A.A. Scientific Section Martos (Spain)



[editor@journalshr.com](mailto:editor@journalshr.com)

Received: 11/02/2025

Accepted: 28/08/2025



## EFFECTOS DE VIDEOJUEGOS ACTIVOS ADICIONADOS A REHABILITACIÓN FÍSICA CONVENCIONAL SOBRE LA FUERZA Y FLEXIBILIDAD DE EXTREMIDAD SUPERIOR EN PERSONAS MAYORES CON OSTEOARTRITIS DE RODILLA Y/O CADERA: RESULTADOS PRELIMINARES

### RESUMEN

**Antecedentes:** Existe escasa evidencia acerca de la utilización de videojuegos activos (VJA) adicionados a la rehabilitación de la osteoartritis (OA). Aunque la OA compromete principalmente la extremidad inferior, las funciones del tren superior como fuerza y flexibilidad son relevantes en el mantenimiento del desempeño funcional general en esta población.

**Objetivo:** Investigar los efectos preliminares de la combinación de VJA con la rehabilitación física convencional (RFC) en la mejora de la fuerza y flexibilidad de la extremidad superior en personas mayores con OA de rodilla y/o cadera.

**Métodos:** Ensayo clínico aleatorizado con un grupo control (GC) que realizó RFC (n=15) y un grupo experimental (GE) que realizó RFC y VJA (n=15), durante 20 sesiones. Se evaluaron la flexo-extensión de codo (FEC), juntar las manos tras la espalda (JMTE) y la fuerza prensil de mano (FPM) en tres momentos: Pre-0, Post-10 y Post-20.

**Resultados:** El GE mostró mejoras significativas en FEC desde la sesión 10, que se mantuvieron en la sesión 20 ( $p < 0.05$ ). En el análisis intergrupar, se observó una diferencia significativa en FEC en Post-10 ( $p = 0.007$ ) y una tendencia favorable en Post-20 aunque no significativa ( $p = 0.055$ ). No se observaron diferencias significativas en JMTE ni FPM. Adicionalmente, se identificó alta variabilidad interindividual en la respuesta a la intervención.

**Conclusión:** La combinación de RFC y VJA favoreció mejoras tempranas en la FEC, sin cambios significativos en flexibilidad ni FPM. No obstante, la alta variabilidad individual observada sugiere que ciertos participantes podrían beneficiarse más que otros. Estos hallazgos preliminares respaldan la inclusión de VJA como una alternativa innovadora y potencialmente útil en programas de rehabilitación individualizados para personas mayores con OA.

**Palabras claves:** Videojuegos activos; Exergames; Osteoartritis; Flexibilidad; Fuerza; Adultos mayores; Ejercicio físico.

## EFFECTS OF ACTIVE VIDEO GAMES ADDED TO CONVENTIONAL PHYSICAL REHABILITATION ON UPPER LIMB STRENGTH AND FLEXIBILITY IN OLDER ADULTS WITH KNEE AND/OR HIP OSTEOARTHRITIS: PRELIMINARY RESULTS

### ABSTRACT

**Background:** There is limited evidence on the use of active video games (AVGs) as an adjunct to osteoarthritis (OA) rehabilitation. Although OA primarily affects the lower limbs, upper limb functions such as strength and flexibility are essential for maintaining overall functional performance in this population.

**Objective:** To investigate the preliminary effects of combining AVGs with conventional physical rehabilitation (CPR) on upper limb strength and flexibility in older adults with knee and/or hip OA.

**Methods:** A randomized controlled trial was conducted including a control group (CG) that performed CPR (n=15) and an experimental group (EG) that performed CPR plus AVGs (n=15) over 20 sessions. Elbow flexion-extension (EFE), back scratch test (BST), and handgrip strength (HGS) were assessed at three time points: Pre-0, Post-10, and Post-20.

**Results:** The EG showed significant improvements in EFE starting at session 10, which were maintained at session 20 ( $p < 0.05$ ). Between-group analysis revealed a significant difference in EFE at Post-10 ( $p = 0.007$ ) and a favorable but non-significant trend at Post-20 ( $p = 0.055$ ). No significant differences were found in BST or HGS. Additionally, high interindividual variability in response to the intervention was observed.

**Conclusion:** The combination of CPR and AVGs led to early improvements in EFE, without significant changes in flexibility or HGS. However, the high individual variability suggests that some participants may benefit more than others. These preliminary findings support the inclusion of AVGs as an innovative and potentially useful component in individualized rehabilitation programs for older adults with OA.

**Keywords:** Active video games; Exergames; Osteoarthritis; Flexibility; Strength; Older adults; Physical exercise.



## INTRODUCCIÓN

La artrosis u osteoartritis (OA) es una enfermedad articular degenerativa de alta prevalencia, caracterizada por la pérdida progresiva del cartílago, alteraciones subcondrales y una respuesta inflamatoria persistente que conlleva deterioro funcional y dolor crónico (1). La OA de rodilla y cadera es responsable de un número significativo de casos de discapacidad a nivel mundial (2). Según la Encuesta Nacional de Salud de Chile 2016-2017, la prevalencia estimada de OA de cadera y rodilla es de 3.1% y 5.7%, respectivamente, afectando con mayor severidad a mujeres mayores de 60 años (3,4).

La fisiopatología de la OA se caracteriza por un entorno proinflamatorio crónico, en el que participan mediadores como las interleucinas IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8 y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) (5). Estos promueven la degradación del cartílago articular y la inhibición de su reparación, generando un desequilibrio entre los procesos de síntesis y degradación de la matriz extracelular (5). Aunque una respuesta inflamatoria breve puede ser adaptativa, su persistencia contribuye a la progresión de la enfermedad (6). Además, el estrés mecánico repetitivo y el estrés oxidativo actúan sinérgicamente, afectando la función y supervivencia de los condrocitos, y favoreciendo su apoptosis, lo que acelera el deterioro estructural de la articulación (5,6).

En el abordaje de la OA, las intervenciones no farmacológicas constituyen la primera línea terapéutica para el manejo del dolor, la inflamación y la discapacidad funcional (7). Entre estas destacan la rehabilitación física, la terapia manual, la intervención cognitivo-conductual y el control del peso, las cuales buscan reducir el dolor y la rigidez articular, mejorar la función física, optimizar el equilibrio y prevenir caídas (7). La terapia manual incluye masajes, movilizaciones y manipulaciones articulares (8), mientras que la rehabilitación física se basa en ejercicio terapéutico enfocado en fuerza, resistencia, flexibilidad y balance (9). Las estrategias cognitivo-conductuales fortalecen el afrontamiento ante el dolor persistente (10), y el control del peso corporal contribuye a disminuir la carga articular, especialmente en personas con sobrepeso u obesidad (11). Como complemento, el tratamiento farmacológico se emplea principalmente para aliviar el dolor y la inflamación. Los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) son los más utilizados por su acción sobre la enzima ciclooxigenasa (COX), lo que

reduce la síntesis de prostaglandinas proinflamatorias en las articulaciones afectadas (12). Sin embargo, su uso prolongado puede provocar efectos adversos gastrointestinales, renales y cardiovasculares, por lo que su indicación debe ser individualizada y supervisada (12).

Dentro del abordaje de la OA, el ejercicio físico terapéutico desempeña un papel central por sus beneficios sobre la función articular, el dolor y la capacidad funcional (13). Al respecto, en los últimos años, los videojuegos activos (VJA) o también denominados exergames, han surgido como una herramienta innovadora para implementar ejercicio de forma atractiva y motivadora (14,15). Estos sistemas combinan elementos lúdicos con estímulos físicos a través de sensores de movimiento y cámaras que permiten la interacción corporal directa con el entorno virtual (16). Los VJA pueden adaptarse a distintas capacidades funcionales, niveles de intensidad y preferencias individuales, facilitando la adherencia al tratamiento (17). Se ha documentado su utilidad en diversas condiciones músculo-esqueléticas como fibromialgia, OA, síndrome de pinzamiento, cirugías de hombro y reconstrucciones ligamentarias, mostrando mejoras en salud percibida, calidad de vida y compromiso con la terapia (18). Además, los VJA que incorporan elementos sociales han mostrado un impacto positivo sobre variables psicosociales relevantes, como la reducción de la soledad, el aumento de la interacción interpersonal y el fortalecimiento del sentido de pertenencia, aspectos que favorecen la adherencia y el bienestar en esta población (19).

Aunque la mayoría de los estudios sobre VJA en personas mayores se han centrado en el tren inferior, evidenciando mejoras en fuerza de piernas, equilibrio y movilidad (20), existen antecedentes que sugieren que su implementación también puede inducir mejoras funcionales en el tren superior. Algunos programas incluyen movimientos repetitivos del tronco y extremidades superiores que, mediante la retroalimentación en tiempo real, pueden favorecer adaptaciones neuromusculares y articulares. Estudios recientes han reportado mejoras en fuerza prensil, rango de movimiento y coordinación tras intervenciones de VJA enfocadas en el tren superior, particularmente en personas mayores o con patologías neurológicas (21–23). Este potencial se atribuye a la combinación de estímulo mecánico moderado, demanda motora intencionada y elevada adherencia



asociada al componente lúdico del ejercicio. Considerando lo anterior, explorar el efecto de los VJA sobre fuerza y flexibilidad del miembro superior en personas con OA de tren inferior es relevante y representa un aporte en el área.

Si bien los VJA han mostrado beneficios en múltiples dominios funcionales, la evidencia sobre su efecto específico en la fuerza del tren superior aún es limitada o inconsistente (24). Esta situación adquiere relevancia en personas con OA, ya que, a pesar de que la patología afecta principalmente a la extremidad inferior, la función del tren superior desempeña un papel crucial en la prevención de caídas y el mantenimiento del equilibrio postural (25). La fuerza y flexibilidad de los brazos y hombros contribuyen al control del equilibrio dinámico y estático, y son fundamentales para apoyar actividades de movilidad como levantarse, caminar con ayudas técnicas o recuperar el balance ante perturbaciones (25,26). Por tanto, la evaluación de fuerza y flexibilidad del tren superior en personas con OA de tren inferior permite obtener una visión más integral del desempeño funcional y del impacto potencial de intervenciones complementarias como los VJA.

El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos preliminares de la combinación de VJA con la rehabilitación física convencional (RFC) sobre la fuerza y la flexibilidad del miembro superior, en comparación con la RFC sola, en personas mayores con OA de rodilla y/o cadera. Específicamente, se propuso comparar los cambios en las pruebas de flexo-extensión de codo (FEC), fuerza prensil de mano (FPM) y juntar las manos detrás de la espalda (JMTE). Se planteó como hipótesis que la incorporación de VJA a la RFC genera mayores mejoras en las variables de fuerza y flexibilidad del miembro superior en comparación con la RFC por sí sola.

## MATERIAL Y MÉTODOS

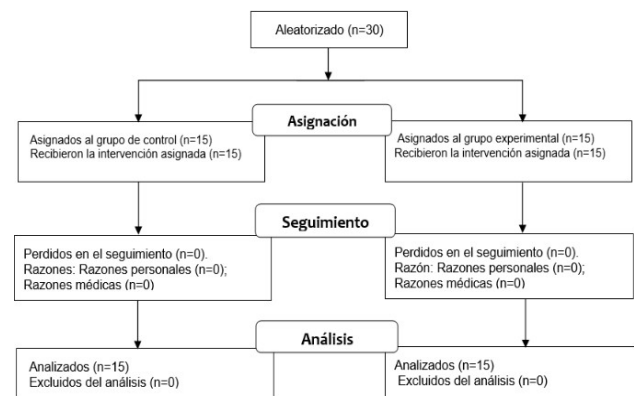
### Diseño y contexto del estudio

Se empleó un diseño de ensayo clínico aleatorizado, paralelo y de dos grupos, desarrollado conforme a los lineamientos de la declaración CONSORT. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a un grupo control (GC), que recibió RFC, o a un grupo experimental (GE), que recibió VJA adjuntos a la RFC. Ambos grupos completaron el mismo volumen de intervención, correspondiente a 50 minutos de ejercicio por sesión durante 20 sesiones distribuidas en un período de siete semanas. Fueron invitados a

participar adultos mayores con diagnóstico clínico de OA de rodilla y/o cadera de tipo leve o moderada, pertenecientes a la unidad de rehabilitación de un Centro de Salud Familiar (CESFAM). Todos los participantes fueron informados sobre los procedimientos del estudio y firmaron un consentimiento informado por escrito. Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los datos personales, conforme a la normativa nacional e internacional vigente en materia de investigación con seres humanos.

Considerando que los participantes correspondían a una población potencialmente vulnerable, se adoptaron procedimientos orientados a proteger su bienestar e integridad. Todos los sujetos fueron invitados a participar tras una evaluación clínica previa y recibieron información detallada sobre los objetivos y procedimientos del estudio. Se procuró que las personas seleccionadas contaran con plena capacidad para comprender y decidir libremente sobre su participación. Asimismo, se garantizó un seguimiento activo de su estado de salud, asegurando condiciones seguras en el marco de la intervención.

Las intervenciones implementadas son clasificadas como de riesgo mínimo, dado que se basó en ejercicios físicos orientados a la condición clínica de los participantes, bajo supervisión profesional constante y en un entorno controlado. Además, se justificó su aplicación considerando que los potenciales beneficios terapéuticos superan los riesgos asociados. El protocolo del proyecto original fue aprobado por el Comité de Ética del Servicio de Salud de Concepción (Código 22-12-59) y fue registrado en ClinicalTrials.gov (NCT05839262). La **Figura 1** muestra el flujo del participantes del estudio.



**Figura 1.** Diseño de estudio.



### Cálculo de la muestra

El tamaño de la muestra del proyecto original fue calculado a priori mediante el software G\*Power, obteniéndose un requerimiento de 50 participantes. El cálculo consideró una potencia estadística ( $1-\beta$ ) de 0.80, un nivel de significación ( $\alpha$ ) de 0.05 y un tamaño del efecto (TE) moderado de 0.51, basado en la prueba Timed Up and Go (TUG), definida originalmente como variable principal, con el objetivo de detectar una diferencia mínima clínicamente importante de 1.4 segundos. Sin embargo, para efectos del presente estudio de 'hallazgos preliminares', la muestra presentada corresponde a  $n=15$  para el GC y para el GE.

### Criterios de participación

Los criterios de inclusión fueron: a) edad  $\geq 60$  y  $\leq 84$  años, b) diagnóstico de OA leve o moderada de rodilla y/o cadera, c) capacidad de marcha independiente de al menos 15 metros. Criterios de exclusión; a) incapacidad para interactuar con VJA, b) en tratamiento con opiáceos u otros medicamentos con potencial influencia en los resultados de interés, c) presentar un valor  $< 13$  puntos en la versión abreviada del Mini-Mental State Examination (MMSE-EFAM) (27), d) OA asociada a enfermedades infecciosas, autoinmunes, fracturas o cirugía, e) participar o haber participado en otro estudio físico-cognitivo durante los últimos tres meses.

### Mediciones

Un profesional terapeuta ocupacional cegado a los grupos de estudio realizó las mediciones en un espacio especialmente adaptado del gimnasio terapéutico del CESFAM.

### Fuerza de la parte superior del cuerpo

Se realizó la prueba de flexo-extensión de codo (FEC; del original en inglés 30-s arm curl) (28,29). Esta prueba consistió en registrar el número de flexiones de codo durante 30 segundos sujetando un peso en la mano (mujeres 5 lb [2.2 kg]; hombres 8 lb [3.6 kg]). Marco temporal: Tres puntos temporales. Línea de base (pre-intervención [Pre-0]); en la semana 4 (después de 10 sesiones desde la línea de base [Post-10]); en la semana 7 (después de 20 sesiones desde la línea de base [Post-20]).

### Fuerza prensil de mano

Se evaluó la FPM como el número de kg medidos con

un dinamómetro Jamar Plus siguiendo un protocolo estandarizado (30,31). Marco temporal: Tres puntos temporales. Línea de base (pre-intervención [Pre-0]); en la semana 4 (después de diez sesiones desde la línea de base [Post-10]); en la semana 7 (después de 20 sesiones desde la línea de base [Post-20]).

### Flexibilidad de la parte superior del cuerpo

Se realizó la prueba de juntar las manos tras la espalda (JMTE, del original en inglés Back scratch) (28,29). Con una mano por encima del hombro y otra por la mitad de la espalda se mide el número de centímetros entre los dedos medios extendidos (+ o -). Marco temporal: Tres puntos temporales. Línea de base (pre-intervención [Pre-0]); en la semana 4 (después de diez sesiones desde la línea de base [Post-10]); en la semana 7 (después de 20 sesiones desde la línea de base [Post-20]).

### Intervenciones

Dos fisioterapeutas con experiencia llevaron a cabo las intervenciones, con una frecuencia de tres sesiones semanales. La intensidad del ejercicio en ambos grupos fue regulada mediante una escala subjetiva de esfuerzo de 0 a 10 puntos, clasificándose como ligera ( $< 5$ ) o moderada (5-6), y ajustándose de manera individual. La progresión de la intensidad se estructuró de la siguiente forma: i) sesiones 1 a 10, 70% del tiempo en intensidad ligera y 30% en moderada; ii) sesiones 11 a 20, 50% del tiempo en cada nivel de intensidad. Cabe destacar que las variables analizadas en este estudio corresponden únicamente a los efectos observados hasta la sesión número 20. Durante todo el período experimental se monitorearon posibles eventos adversos, cambios en la medicación y el estado general de salud. Se consideró como criterio de adherencia haber completado al menos 13 de las 20 sesiones programadas. Las características específicas de las intervenciones se detallan a continuación.

**Grupo control (GC):** Este grupo realizó una rutina estructurada en cuatro bloques de ejercicios convencionales (50 minutos por sesión): aeróbico, fortalecimiento muscular, equilibrio postural y flexibilidad. Cada sesión incluyó una fase inicial de calentamiento general (movilidad articular y marcha en el lugar) y una fase final de enfriamiento con estiramientos suaves. Además, se aplicaron agentes físicos estandarizados antes y después de la rutina (electroterapia y termoterapia superficial). El



componente aeróbico consistió en bicicleta ergométrica y marcha continua con desplazamientos variados. El fortalecimiento muscular del tren superior incluyó ejercicios como flexo-extensión de codo con mancuernas, empuje de balón terapéutico contra la pared, y tracción con banda elástica. El equilibrio postural se trabajó mediante ejercicios de apoyo unipodal, desplazamientos laterales y uso de superficies inestables (BOSU® o colchonetas). La flexibilidad fue abordada con estiramientos estáticos de cadenas musculares del tren superior, incluyendo pectorales, deltoides y tríceps.

**Grupo experimental (GE):** Este grupo realizó los mismos procedimientos que el GC, con la diferencia

**Tabla 1** Características sociodemográficas basales de los participantes.

	GC (n = 15)	GE (n = 15)	p-value
Edad (años)	68.8 ± 1.4	68.7 ± 1.3	0.974
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	30.4 ± 0.7	29.6 ± 1.1	0.569
Peso (kg)	72.6 ± 2.8	70.3 ± 3.0	0.593
Talla (m)	1.54 ± 0.0	1.54 ± 0.0	0.932
Fármacos (n°)	2.5 ± 1.5	2.3 ± 1.5	0.675
Comorbilidad (n°)	1.2 ± 0.8	1.2 ± 0.9	0.889

Los datos son descritos como media y ( $\pm$ ) desviación estándar. GC Grupo control, GE Grupo experimental, IMC Índice de masa corporal, n° número.

de que la rutina de ejercicio convencional se redujo a 30 minutos. Posteriormente, completaron una intervención de 20 minutos con VJA, manteniendo así un tiempo total de 50 minutos por sesión. La semana previa al inicio de la intervención, los participantes recibieron una sesión de familiarización con el entorno virtual. La rutina de VJA se realizó utilizando el juego Ring Fit Adventure®, disponible para la consola Nintendo Switch® y proyectado en un televisor de 43 pulgadas para una adecuada visualización. Este juego requiere del uso de un anillo de ejercicio denominado Ring-Con®, el cual es sostenido con ambas manos y permite ejecutar acciones como agarre, compresión y tracción del anillo, lo que facilita la movilidad y activación muscular del tren superior. Se incorporaron un total de 16 ejercicios seleccionados, incluyendo actividades como Rotación dorsal, Rotación en

inclinación, Elevación de rodillas, Sentadillas, Zancada con rotación, Inclinación lateral, Sentadillas con extensión, así como posturas de control inspiradas en Yoga como El guerrero, La silla y Luna creciente con giro. Además, se integraron dinámicas de desplazamiento como Equilibrismo, Balanceo troncal, Sendero del Corroteo, Guardia de los monstruos y Puente del Trote, que exigieron control dinámico, coordinación y esfuerzo aeróbico. La selección de estas actividades respondió a criterios de especificidad funcional, con el objetivo de estimular fuerza dinámica, flexibilidad funcional y control motor, en concordancia con los objetivos terapéuticos del estudio. La **Figura 2** muestra el desarrollo de una sesión con VJA. Las características basales de los participantes se muestran en la **Tabla 1**.



**Figura 2.** Sesión con videojuegos activos

#### Análisis estadísticos

Los datos se muestran en media y  $\pm$  desviación estándar. Se aplicó el test de Shapiro-Wilk para testear la normalidad de la distribución de cada variable. Se calcularon los valores delta ( $\Delta$ ) entre el Pre-0 y Post-10 sesiones, y entre Pre-0 y Post-20 sesiones en cada variable. Se aplicó el análisis de varianza ANOVA de medidas repetidas de 2 vías (Grupo x tiempo) para conocer las modificaciones intra-grupo, mientras que con el test de post hoc de Tukey se testeó las diferencias entre grupos. El TE se determinó mediante la *d* de Cohen categorizado como:  $<0.2$  = insignificante,  $0.2-0.49$  = pequeño,  $0.5-0.79$  = moderado;  $\geq 0.8$  = grande. Todos los análisis se



realizaron en el software R v.4.1.2 y secundariamente en el software GraphPad Prism v.8.0 (USA). Se consideró un error alfa de  $p < 0.05$  para determinar la significancia estadística.

## RESULTADOS

La distribución por sexo fue equilibrada entre los grupos, con 13 mujeres y 2 hombres en cada uno. Asimismo, no se observaron diferencias significativas en las características generales de la muestra incluyendo edad, talla, peso, IMC, número de comorbilidades y fármacos utilizados, tal como se presenta en la Tabla 1.

Ambos grupos fueron adherentes a las intervenciones. El promedio de sesiones realizadas en el GC fue de  $16.3 \pm 5.5$  sesiones y en el GE fue de  $16.0 \pm 6.5$  sesiones. Además, no se registraron eventos adversos. El GC, no presentó cambios significativos en la variable FEC desde el tiempo Pre-0 al tiempo Post-10 ( $11.5 \pm 3.0$  vs.  $12.0 \pm 2.9$  reps.,  $p = 0.993$ ) (Tabla 2).

Tampoco reportó cambios significativos desde el tiempo Pre-0 al tiempo Post-20 ( $11.5 \pm 3.0$  vs.  $12.9 \pm 2.9$  reps.,  $p = 0.542$ ) (Tabla 2).

En el GE, existió un incremento significativo en la variable FEC en el tiempo Pre-0 vs. el tiempo Post-10 ( $12.8 \pm 2.9$  vs.  $16.2 \pm 3.3$  reps.,  $p = 0.002$ ) (Tabla 2).

Similarmente, en este grupo existió un incremento significativo en el tiempo Pre-0 vs. el tiempo Post-20 ( $12.8 \pm 2.9$  vs.  $16.2 \pm 3.4$  reps.,  $p = 0.002$ ) (Tabla 2).

En la comparación intergrupala, se observó una diferencia estadísticamente significativa en la FEC entre el GE y el GC en Post-10 ( $p = 0.007$ ). En Post-20, la diferencia entre grupos se mantuvo, aunque sin alcanzar significación estadística ( $p = 0.055$ ).

**Tabla 2.** Resultados de los efectos de un programa de 20 sesiones de RFC (GC) y un grupo de RFC más VJA (GE) sobre la variable FEC.

Tiempo	GC	GE	Baseline GC vs GE
Pre-0	$11.5 \pm 3.0$	$12.8 \pm 2.9$	$p = 0.852$
Post-10	$12.0 \pm 2.9$	$16.2 \pm 3.3^*$	$p = 0.007$
Post-20	$12.9 \pm 2.9$	$16.2 \pm 3.4^*$	$p = 0.055$
Pre-0 vs. Post-10	$p = 0.993$	$p = 0.002$	
Pre-0 vs. post-20	$p = 0.542$	$p = 0.002$	

Datos son descritos como media y ( $\pm$ ) desviación estándar. GC Grupo control, GE Grupo experimental, \* Denota diferencias significativas entre Pre-0 vs. el tiempo comparado.

El GC, no presentó cambios significativos la variable JMTE desde el tiempo Pre-0 al tiempo Post-10 ( $-15.7 \pm 13.4$  vs.  $-15.2 \pm 9.9$  cm,  $p = 1.000$ ) (Tabla 3).

Tampoco existió un cambio significativo desde el tiempo Pre-0 al tiempo Post-20 ( $-15.7 \pm 13.4$  vs.  $-12.9 \pm 11.6$  cm,  $p = 0.730$ ) (Tabla 3).

En el GE, no existió un cambio en la variable JMTE en el tiempo Pre-0 vs. el tiempo Post-10 ( $-13.7 \pm 18.8$  vs.  $-14.9 \pm 12.9$  cm,  $p = 0.991$ ) (Tabla 3).

Similarmente, no existió un cambio significativo en el tiempo Pre-0 vs. el tiempo Post-20 ( $-13.7 \pm 18.8$  vs.  $-13.7 \pm 13.0$  cm,  $p = 1.000$ ) (Tabla 3).



**Tabla 3.** Resultados de los efectos de un programa de 20 sesiones de RFC (GC) y un grupo de RFC más VJA (GE) sobre la variable JMTE.

Tiempo	GC	GE	Baseline GC vs GE
Pre-0	-15.7 ± 13.4	-13.7 ± 18.8	$p = 0.998$
Post-10	-15.2 ± 9.9	-14.9 ± 12.9	$p = 1.000$
Post-20	-12.9 ± 11.6	-13.7 ± 13.0	$p = 1.000$
Pre-0 vs. Post-10	$p = 1.000$	$p = 0.991$	
Pre-0 vs. Post-20	$p = 0.730$	$p = 1.000$	

Datos son descritos como media y ( $\pm$ ) desviación estándar. GC Grupo control, GE Grupo experimental, \* Denota diferencias significativas entre Pre-0 vs. el tiempo comparado.

El GC, no presentó cambios significativos en la variable FPM desde el tiempo Pre-0 al tiempo Post-10 ( $20.7 \pm 1.6$  vs.  $20.4 \pm 1.5$  kg,  $p = 0.999$ ) (Tabla 4). Tampoco existió un cambio significativo desde el tiempo Pre-0 al tiempo Post-20 ( $20.7 \pm 1.6$  vs.  $22.2 \pm 1.8$  kg,  $p = 0.666$ ) (Tabla 4).

En el GE, no existió un incremento en la variable FPM en el tiempo Pre-0 vs. el tiempo Post-10 ( $23.4 \pm 2.4$  vs.  $23.3 \pm 2.3$  kg,  $p = 1.000$ ) (Tabla 4). Similarmente, no existió un cambio significativo en el tiempo Pre-0 vs. el tiempo Post-20 ( $23.4 \pm 2.4$  vs.  $22.1 \pm 2.2$  kg,  $p = 0.739$ ) (Tabla 4).

**Tabla 4.** Resultados de los efectos de un programa de 20 sesiones de RFC (GC) y un grupo de RFC más VJA (GE) sobre la variable FPM.

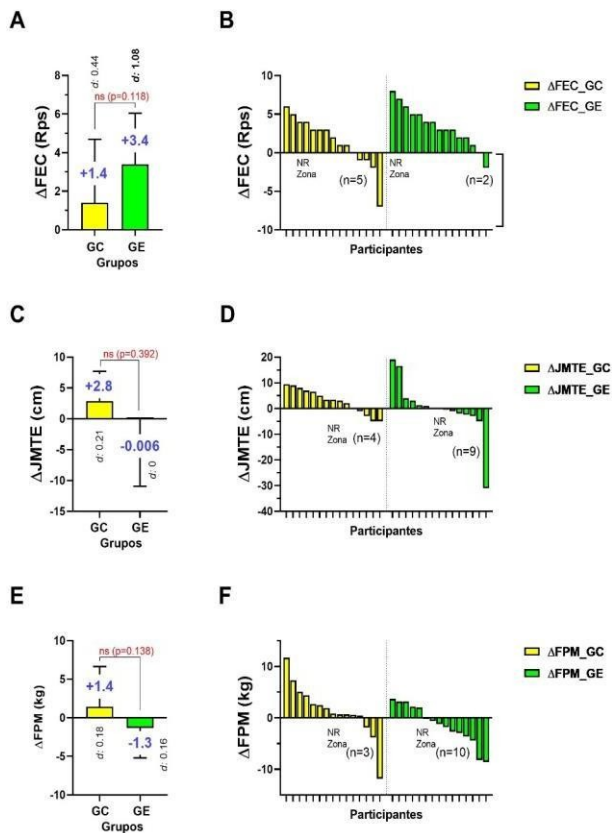
Tiempo	GC	GE	Baseline GC vs GE
Pre-0	20.7 ± 1.6	23.4 ± 2.4	$p = 0.936$
Post-10	20.4 ± 1.5	23.3 ± 2.3	$p = 0.908$
Post-20	22.2 ± 1.8	22.1 ± 2.2	$p = 1.000$
Pre-0 vs. Post-10	$p = 0.999$	$p = 1.000$	
Pre-0 vs. Post-20	$p = 0.666$	$p = 0.739$	

Datos son descritos como media y ( $\pm$ ) desviación estándar. GC Grupo control, GE Grupo experimental, \* Denota diferencias significativas entre Pre-0 vs. el tiempo comparado.

Al comparar la variable delta FEC-GC vs delta FEC-GE, no se reportaron diferencias significativas entre grupos ( $+1.4$  vs.  $+3.4$  reps,  $p = 0.118$ ) (Figura 3A). Sin embargo, el incremento de la variable delta FEC-GE mostró un TE grande mediante la prueba Cohen  $d$  1.08. En la variabilidad inter-individual por grupo, el GC reportó una mayor cantidad de no respondedores vs. el GE ( $n = 5$  vs.  $n = 2$  sujetos) (Figura 3B).

Al comparar la variable delta JMTE-GC vs delta JMTE-EG, no se reportaron diferencias significativas entre grupos ( $+2.8$  vs.  $-0.006$  cm,  $p = 0.392$ ) (Figura 3C). En la variabilidad inter-individual por grupo, el GC reportó una menor cantidad de no respondedores vs. el GE ( $n = 4$  vs.  $n = 9$  sujetos) (Figura 3D).

Al comparar la variable delta delta FPM-GC vs delta FPM-GE, no se reportaron diferencias significativas entre grupos ( $+1.4$  vs.  $-1.3$  kg,  $p = 0.138$ ) (Figura 3E). En la variabilidad inter-individual por grupo, el GC reportó una menor cantidad de no respondedores vs. el GE ( $n = 3$  vs.  $n = 10$  sujetos) (Figura 3F).



**Figura 3.** Cambios delta ( $\Delta$ ) pre-post en media y de manera inter-individual en las tres variables de estudio. GC Grupo control, GE Grupo experimental. Variables son descritas como:  $\Delta$ FEC,  $\Delta$ JMTE, y  $\Delta$ FPM. NR no respuesta.

## DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio de resultados preliminares fue investigar la eficacia de la combinación de VJA con RFC en la mejora de la fuerza y flexibilidad de la extremidad superior en personas mayores con OA de rodilla y/o cadera. Se identificaron cuatro hallazgos principales: i) el GE mostró mejoras significativas en la FEC, con incrementos observados desde la sesión 10 y al cabo de 20 sesiones, mientras que en el GC no se registraron cambios significativos; ii) se observaron diferencias intergrupales a favor del GE en ambos momentos de evaluación; iii) no hubo cambios significativos en la FPM y JMTE y iv) se constató una alta variabilidad interindividual en la magnitud de respuesta, especialmente en el GE.

Estos resultados tienen implicancias clínicas relevantes para la rehabilitación de personas mayores

con OA. La mejora significativa observada en la fuerza de FEC en el GE podría traducirse en beneficios funcionales concretos, tales como facilitar actividades cotidianas que requieren fuerza y estabilidad del tren superior, incluyendo el uso de ayudas técnicas, tareas domésticas y actividades que implican levantarse o recuperar el equilibrio ante situaciones de inestabilidad (32). Por otro lado, la ausencia de cambios significativos en FPM y flexibilidad podría indicar la necesidad de ajustar la selección o la dosis específica de ejercicios en futuras intervenciones para obtener efectos más amplios sobre estas variables. Finalmente, la alta variabilidad interindividual observada resalta la importancia de la evaluación y prescripción personalizada del ejercicio terapéutico, destacando que no todas las personas mayores responderán de manera similar a una intervención estándar, por lo que estrategias individualizadas podrían optimizar los beneficios clínicos en esta población (33).

Existe una estrecha relación entre la cognición y el desempeño motor, particularmente relevante en personas mayores, donde el envejecimiento cognitivo puede afectar directamente la capacidad de aprendizaje y ejecución de tareas motoras debido a la dependencia mutua entre funciones cognitivas y motoras, especialmente en aspectos como la memoria de trabajo, atención y funciones ejecutivas (34). En este contexto, los VJA, al combinar de manera simultánea demandas físicas y cognitivas, podrían generar beneficios adicionales mediante mecanismos neuroplásticos específicos. Estas actividades duales pueden facilitar procesos corticales mediados por factores neurotróficos clave como el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), factor de crecimiento similar a la insulina 1 (IGF-1) y factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), fortaleciendo las redes neuronales involucradas tanto en el control motor como en la cognición (35). Así, al mejorar la función cognitiva mediante estos mecanismos, los VJA podrían influir favorablemente sobre el aprendizaje y el desempeño motor, optimizando tanto las capacidades físicas como cognitivas en adultos mayores.

En un metaanálisis que incluyó la revisión de 48 estudios, se analizaron un total de 1.099 participantes en el grupo de ejercicio mediante VJA y 1.098 en el grupo control. Se destacó que los VJA lograron mejorar, con un TE moderado, el equilibrio, la fuerza muscular del tren inferior y la resistencia aeróbica



(36). Sin embargo, los autores no reportaron los efectos de los VJA sobre el desempeño del tren superior. La mejora del equilibrio postural resulta especialmente interesante, considerando que se ha demostrado que el tren superior desempeña un rol fundamental en el mantenimiento del equilibrio durante la marcha (25,26). Además, la activación de los músculos del tren superior contribuye a la estabilización del torso, lo que a su vez puede favorecer la propiocepción y la respuesta motora (Nekar et al., 2024).

Resultados similares han sido reportados en un estudio que combinó terapia convencional con exergames (CPT+ExG), donde se observaron mejoras significativas en fuerza del tren superior y pruebas de movilidad general. En dicho estudio, se registraron efectos positivos en la prueba de pararse-sentarse (30-second chair stand) ( $p = 0.031$ ; TE = moderado), FEC ( $p < 0.001$ ; TE = grande), JMTE ( $p = 0.026$ ; TE = moderado) y agilidad-equilibrio (8-foot up-and-go) ( $p = 0.006$ ; TE = grande). En contraste, el grupo que recibió solo terapia convencional mostró mejoras únicamente en la FEC, con efectos pequeños o despreciables en las demás pruebas. El análisis intergrupar mostró una interacción significativa solo en dicha prueba ( $p = 0.018$ ; TE = medio), lo que refuerza el efecto adicional atribuible al componente VJA (37). Un estudio experimental en pacientes con enfermedad de Parkinson reportó un incremento de 4.46 kg en la FPM tras participar en un programa de ejercicios con realidad virtual (VJA) compuesto por 24 sesiones distribuidas en ocho semanas (23). De manera similar, otro estudio informó una mejora de 3.2 kg en la FPM luego de 12 semanas de intervención con VJA, a razón de tres sesiones semanales de 50 minutos cada una (22). Estos resultados sugieren que, cuando los VJA logran proporcionar un estímulo mecánico efectivo al tren superior, pueden inducir mejoras en la fuerza muscular. Estas ganancias no necesariamente responden a un aumento en la masa muscular, sino que podrían explicarse por adaptaciones neuromusculares, como una mayor eficiencia en la coordinación intra e intermuscular, lo que incrementa la activación muscular funcional (38). Estos hallazgos coinciden parcialmente con los resultados del presente estudio, donde también se observaron mejoras significativas en FEC en el GE desde la sesión 10, así como una tendencia a favor del mismo grupo en los análisis intergrupales. Sin embargo, no se evidenciaron cambios significativos en

las pruebas de JMTE ni en FPM, lo que podría estar relacionado con diferencias en la dosificación, la selección de ejercicios o las características de la muestra. Estos resultados sugieren que el impacto de los VJA sobre el tren superior podría depender del tipo de tarea motora específica entrenada, así como del grado de participación activa requerida por el dispositivo.

### Limitaciones y fortalezas

Este estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. En primer lugar, el tamaño muestral reducido y centrado en un único centro de atención primaria limita la generalización de los hallazgos. Además, al tratarse de un análisis preliminar, no se alcanzó la muestra estimada por el cálculo de potencia estadística, lo que podría afectar la robustez de algunas comparaciones intergrupales. En segundo lugar, aunque se controlaron posibles eventos adversos y se registró una adherencia adecuada, no se evaluaron aspectos psicosociales ni mecanismos neurofisiológicos que podrían haber aportado mayor comprensión sobre los efectos observados. Finalmente, la alta variabilidad interindividual sugiere que algunos participantes no respondieron a la intervención, lo cual resalta la necesidad de enfoques personalizados. No obstante, entre las fortalezas se destacan el diseño experimental aleatorizado, la inclusión de una intervención con potencial innovador en el contexto de atención primaria, la rigurosidad en los procedimientos de evaluación, y la ausencia de eventos adversos, lo cual refuerza su aplicabilidad clínica segura.

### CONCLUSIÓN

Los resultados preliminares de este ensayo clínico aleatorizado sugieren que la incorporación de VJA a la RFC mejora la fuerza dinámica del tren superior en personas mayores con OA de rodilla y/o cadera. Estos efectos se observaron desde la décima sesión y se mantuvieron al finalizar la intervención. No se evidenciaron cambios en la FPM ni flexibilidad, lo que indica la necesidad de ajustar la selección o intensidad de los ejercicios. La alta variabilidad interindividual resalta la importancia de estrategias personalizadas. Este estudio aporta evidencia inicial sobre la utilidad clínica de los VJA en contextos comunitarios, recomendando futuras investigaciones con mayor tamaño muestral y seguimiento a largo plazo.



## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los participantes del presente proyecto. Además, a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile (Fondo de Investigación y Desarrollo en Salud [FONIS SA22I0092] 2022, Subdirección de investigación aplicada, FONDEF).

## REFERENCIAS

1. Yue L, Berman J. What Is Osteoarthritis? *JAMA*. 5 de abril de 2022;327(13):1300.
2. Hall M, van der Esch M, Hinman RS, Peat G, de Zwart A, Quicke JG, et al. How does hip osteoarthritis differ from knee osteoarthritis? *Osteoarthritis Cartilage*. 1 de enero de 2022;30(1):32-41.
3. Blümel JE, Aedo S, Arteaga E, Vallejo MS, Chedraui P, Blümel JE, et al. Risk factors for the development of osteoarthritis in middle-aged women. *Rev Médica Chile*. enero de 2022;150(1):46-53.
4. Ministerio de Salud (MINSAL). Resultados Encuesta Nacional de Salud 2016-2017 [Internet]. 2017 [citado 3 de marzo de 2022]. Disponible en: [https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/01/2-Resultados-ENS\\_MINSAL\\_31\\_01\\_2018.pdf](https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/01/2-Resultados-ENS_MINSAL_31_01_2018.pdf)
5. Mobasher A, Batt M. An update on the pathophysiology of osteoarthritis. *Ann Phys Rehabil Med*. 1 de diciembre de 2016;59(5):333-9.
6. van den Bosch MHJ, Blom AB, van der Kraan PM. Inflammation in osteoarthritis: Our view on its presence and involvement in disease development over the years. *Osteoarthritis Cartilage*. 1 de abril de 2024;32(4):355-64.
7. Moseng T, Vlieland TPMV, Battista S, Beckwée D, Boyadzhieva V, Conaghan PG, et al. EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis: 2023 update. *Ann Rheum Dis*. 1 de junio de 2024;83(6):730-40.
8. Feng T, Wang X, Jin Z, Qin X, Sun C, Qi B, et al. Effectiveness and safety of manual therapy for knee osteoarthritis: An overview of systematic reviews and meta-analyses. *Front Public Health* [Internet]. 24 de febrero de 2023 [citado 9 de junio de 2025];11. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2023.1081238/full>
9. Bhore P, Shinde S. Effect of multi-component exercises program on pain-related gait adaptations among individuals with osteoarthritis of the knee joint. *J Educ Health Promot*. abril de 2023;12(1):138.
10. Pardos-Gascón EM, Narambuena L, Leal-Costa C, van-der Hofstadt-Román CJ. Differential efficacy between cognitive-behavioral therapy and mindfulness-based therapies for chronic pain: Systematic review. *Int J Clin Health Psychol*. 1 de enero de 2021;21(1):100197.
11. Wood G, Neilson J, Cottrell E, Hoole SP. Osteoarthritis in people over 16: diagnosis and management—updated summary of NICE guidance. *BMJ*. 24 de enero de 2023;380:p24.
12. Richard MJ, Driban JB, McAlindon TE. Pharmaceutical treatment of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 1 de abril de 2023;31(4):458-66.
13. Kong H, Wang XQ, Zhang XA. Exercise for Osteoarthritis: A Literature Review of Pathology and Mechanism. *Front Aging Neurosci*. 3 de mayo de 2022;14:854026.
14. Pacheco TBF, de Medeiros CSP, de Oliveira VHB, Vieira ER, de Cavalcanti FAC. Effectiveness of exergames for improving mobility and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev*. 18 de julio de 2020;9(1):163.
15. Song X, Ali NM, Mhd Salim MH, Rezaldi MY. A Literature Review of Virtual Reality Exergames for Older Adults: Enhancing Physical, Cognitive, and Social Health. *Appl Sci*. enero de 2025;15(1):351.



16. Perrot A, Maillot P. Factors for optimizing intervention programs for cognition in older adults: the value of exergames. *Npj Aging*. 29 de marzo de 2023;9(1):1-7.
17. Rytterström P, Strömberg A, Jaarsma T, Klompstra L. Exergaming to Increase Physical Activity in Older Adults: Feasibility and Practical Implications. *Curr Heart Fail Rep*. 1 de agosto de 2024;21(4):439-59.
18. Alfieri FM, da Silva Dias C, de Oliveira NC, Battistella LR. Gamification in Musculoskeletal Rehabilitation. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 1 de diciembre de 2022;15(6):629-36.
19. Chan G, Banire B, Anukem S, Imran M, Meena S, Nwagu C, et al. Social Exergames in Health and Wellness: A Systematic Review of Trends, Effectiveness, Challenges, and Directions for Future Research. *Int J Human-Computer Interact*. 19 de mayo de 2025;41(10):5894-925.
20. Hernandez-Martinez J, Ramos-Espinoza F, Muñoz-Vásquez C, Guzman-Muñoz E, Herrera-Valenzuela T, Branco BHM, et al. Effects of active exergames on physical performance in older people: an overview of systematic reviews and meta-analysis. *Front Public Health*. 9 de abril de 2024;12:1250299.
21. Çetin B, Kılınç M, Çakmaklı GY. The effects of exergames on upper extremity performance, trunk mobility, gait, balance, and cognition in Parkinson's disease: a randomized controlled study. *Acta Neurol Belg*. 1 de junio de 2024;124(3):853-63.
22. Cuesta-Gómez A, Sánchez-Herrera-Baeza P, Oña-Simbaña ED, Martínez-Medina A, Ortiz-Comino C, Balaguer-Bernaldo-de-Quirós C, et al. Effects of virtual reality associated with serious games for upper limb rehabilitation in patients with multiple sclerosis: randomized controlled trial. *J NeuroEngineering Rehabil*. 13 de julio de 2020;17(1):90.
23. Hashemi Y, Taghizadeh G, Azad A, Behzadipour S. The effects of supervised and non-supervised upper limb virtual reality exercises on upper limb sensory-motor functions in patients with idiopathic Parkinson's disease. *Hum Mov Sci*. 1 de octubre de 2022;85:102977.
24. Béraud-Peigné N, Maillot P, Perrot A. The effects of a new immersive multidomain training on cognitive, dual-task and physical functions in older adults. *GeroScience*. 1 de abril de 2024;46(2):1825-41.
25. Matuszewska A, Syczewska M. Analysis of the movements of the upper extremities during gait: Their role for the dynamic balance. *Gait Posture*. 1 de febrero de 2023;100:82-90.
26. Wiśniowska-Szurlej A, Ćwirlej-Sozańska A, Wołoszyn N, Sozański B, Wilmowska-Pietruszyńska A. Association between Handgrip Strength, Mobility, Leg Strength, Flexibility, and Postural Balance in Older Adults under Long-Term Care Facilities. *BioMed Res Int*. 2019;2019:1042834.
27. Jiménez D, Lavados M, Rojas P, Henríquez C, Silva F, Guillón M, et al. Performance of an abbreviated mini mental examination to detect dementia in older people. *Rev Médica Chile*. julio de 2017;145(7):862-8.
28. Jiang G, Tan X, Wang H, Xu M, Wu X. Exploratory and confirmatory factor analyses identify three structural dimensions for measuring physical function in community-dwelling older adults. *PeerJ*. 21 de abril de 2023;11:e15182.
29. Rikli RE, Jones CJ. Development and Validation of Criterion-Referenced Clinically Relevant Fitness Standards for Maintaining Physical Independence in Later Years. *The Gerontologist*. 1 de abril de 2013;53(2):255-67.
30. Fess E. Grip Strength. In *Clinical Assessment Recommendations*; Casanova, J.S., 2nd Ed.; American Society of Hand Therapists: Chicago, IL, USA; pp. 41–45. 1992.
31. Vermeulen J, Neyens JCL, Spreeuwenberg MD, van Rossum E, Hewson DJ, de Witte LP. Measuring Grip Strength in Older Adults: Comparing the Grip-ball With the Jamar Dynamometer. *J Geriatr Phys Ther*. septiembre de 2015;38(3):148.



32. Pang J, Tu F, Han Y, Zhang E, Zhang Y, Zhang T. Age-related change in muscle strength, muscle mass, and fat mass between the dominant and non-dominant upper limbs. *Front Public Health* [Internet]. 23 de noviembre de 2023 [citado 11 de junio de 2025];11. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2023.1284959/full>
33. Collado-Mateo D, Lavín-Pérez AM, Peñacoba C, Del Coso J, Leyton-Román M, Luque-Casado A, et al. Key Factors Associated with Adherence to Physical Exercise in Patients with Chronic Diseases and Older Adults: An Umbrella Review. *Int J Environ Res Public Health*. enero de 2021;18(4):2023.
34. Ren J, Wu YD, Chan JSY, Yan JH. Cognitive aging affects motor performance and learning. *Geriatr Gerontol Int*. enero de 2013;13(1):19-27.
35. Yang Y, Wang K, Liu S, Liu H, Zhang T, Luo J. Exergames improve cognitive function in older adults and their possible mechanisms: A systematic review. *J Glob Health*. 2023;13:04177.
36. Hai L, Hou HY, Zhou C, Li HJ. The Effect of Exergame Training on Physical Functioning of Healthy Older Adults: A Meta-Analysis. *Games Health J* [Internet]. 2 de junio de 2022 [citado 30 de junio de 2022]; Disponible en: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/g4h.2021.0173>
37. Guede-Rojas F, Medel-Gutiérrez MJ, Cárcamo-Vargas M, Soto-Martínez A, Chiroso Ríos LJ, Ramirez-Campillo R, et al. Effects of Exergames and Conventional Physical Therapy on Functional Physical Performance in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Games Health J*. octubre de 2023;12(5):341-9.
38. Barón ACB, Ortega JAF, Rojas DAC. Efectos de dos programas de entrenamiento de fuerza sobre la capacidad física funcional y activación muscular en un grupo de adultos mayores (Effects of two strength training programs on functional physical capacity and muscle activation in a group of older adults). *Retos*. 1 de enero de 2024;51:741-8.