

# Resistencia aeróbica: parámetros de prescripción del ejercicio físico con realidad virtual para personas mayores

## Aerobic endurance training: virtual reality prescription parameters for seniors

Julialba Castellanos-Ruiz<sup>1</sup> ; Lina María Montealegre-Mesa<sup>1</sup> ; Miguel Antonio Franco-Villada<sup>1</sup> ; Greys Tatiana Mejía<sup>1</sup> ; Ricardo Quechotl-Benítez<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Manizales, Facultad de Salud. Manizales - Caldas, Colombia; e-mail: jcastellanos@autonoma.edu.co; lmontealegre@autonoma.edu.co; miguel.franco@autonoma.edu.co; greyst.mejia@autonoma.edu.co

<sup>2</sup>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México; e-mail: ricardo.quechotl.benitez@gmail.com

\*autor de correspondencia: jcastellanos@autonoma.edu.co

**Cómo citar:** Castellanos-Ruiz, J.; Montealegre-Mesa, L.M.; Franco-Villada, M.A.; Mejía, G.T.; Quechotl-Benítez, R. 2024. Resistencia aeróbica: parámetros de prescripción del ejercicio físico con realidad virtual para personas mayores. Revista Digital: Actividad Física y Deporte. 10(1):e2326. <http://doi.org/10.31910/rdafd.v10.n1.2024.2326>

Artículo de acceso abierto publicado por Revista Digital: Actividad Física y Deporte, bajo una licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

**Recibido:** noviembre 3 de 2022

**Aceptado:** noviembre 15 de 2023

**Editado por:** Néstor Ordoñez Saavedra

### RESUMEN

**Introducción:** dentro de los cambios más significativos durante el proceso de envejecimiento, se pueden mencionar la disminución de la fuerza muscular, la masa muscular, la frecuencia cardíaca, el gasto cardíaco y la capacidad oxidativa, resultando en el decrecimiento de la aptitud aeróbica del adulto mayor. **Objetivo:** determinar los lineamientos de la prescripción del ejercicio de resistencia aeróbica, a través de una revisión de literatura. **Materiales y métodos:** estudio con enfoque cuantitativo; revisión de la literatura descriptiva. Se realizó búsqueda en bases de datos Pubmed, Science Direct, Lilacs, Scielo, Ebsco y WoS. Las ecuaciones de búsqueda fueron "Exercise", "Endurance Training", "Elderly", "Virtual Reality". Criterios de inclusión: artículos científicos de los últimos 10 años en personas mayores de 60 años, sanas o con condiciones de salud frecuentes, en este curso de edad. Criterios de exclusión: artículos que incluían personas con condiciones de salud específicas, como las neurológicas, cardiovasculares, cáncer, que pudiesen desmejorar su rendimiento aeróbico, referencias de libros, cartas al editor, opinión de expertos, opiniones, memorias de congreso. **Resultados y discusión:** se seleccionaron un total de 8.587 artículos, como resultado de los filtros y de la declaración PRISMA; a partir del mismo, se realizó una lista depurada de un total de 43 artículos. **Conclusiones:** el entrenamiento de resistencia aeróbica con realidad virtual en adultos mayores mejora las características cardiorrespiratorias. La dosificación propuesta, 60 minutos promedio por sesión, frecuencia 3 veces semana, con actividades combinadas de sus capacidades físicas y tener la intensidad con los distintos parámetros, para no generar adaptación.

**Palabras clave:** Actividad Física; Aptitud aeróbica; Ejercicio aeróbico; Terapia de ejercicio; Tercera edad.

### ABSTRACT

**Introduction:** Among the most relevant changes in the elderly are decrease in muscle strength, muscle mass, heart rate, cardiac output, and oxidative capacity, resulting in a decrease in aerobic fitness. **Objective:** Determine the guidelines for the prescription of aerobic endurance exercise based on a literature review. **Materials and methods.** This quantitative study with a descriptive literature review was conducted through searches in Pubmed, Science Direct, Lilacs, Scielo, Ebsco, and WoS databases. Different search equations were designed with key terms such as "Exercise," "Endurance Training," "Elderly," and "Virtual Reality." The inclusion criteria were scientific articles from the last 10 years of healthy individuals or those with frequent health conditions over 60 years of age. The exclusion criteria were articles concerning individuals with specific health conditions such as neurological disorders, cardiovascular issues, or cancer, among others, that could impair their aerobic performance. References of books, letters to the editor, expert opinion, personal opinions, and congress proceedings. **Results and discussion:** According to the established filters, a total of 8,587 articles were selected, and then from a refined list, 43 articles were selected. Type of modality (cyclic and acyclic training), intensity, training frequency, session duration, and weeks of training were the identified trends from the prescription parameters. **Conclusions:** Aerobic endurance training significantly improves

the cardiorespiratory characteristics of the elderly using virtual reality. The proposed exercise prescription of a 60-minute per session, frequency of three times per week. Combined physical capacity activities that balance intensity with different parameters are also preferable to eliminate adaptation.

**Keywords:** Aerobic exercise; Aerobic fitness; Aged; Exercise Therapy; Physical activity.

## INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un proceso fisiológico, pero es también multifactorial (biológico, psicoespiritual, social), que inicia desde la concepción y abarca todo el ciclo de vida. Según el informe del 2002 de las Naciones Unidas, el envejecimiento, a nivel mundial, estaba de un 10 %, en 1998 y se proyecta al 15 %, para el 2025 y al 19%, para el 2050. Respecto al caso de Colombia, se considera como persona mayor a aquellos que cuentan con sesenta años o más y según estimaciones del DANE (2018), para el 2019, la población mayor de 60 años en el territorio colombiano sería del 13,2 % (Cubillos Álzate *et al.* 2020).

El envejecimiento trae consigo unos cambios multisistémicos que impactan sobre los órganos y tejidos, resultando en un decrecimiento de la actividad, reflejándose en los diferentes aspectos de las actividades básicas cotidianas (Chaves-García *et al.* 2017). Además, a nivel muscular se reflejan como disminuciones en la masa, la fuerza y la capacidad oxidativa (Berger & Doherty, 2010), así como en las aptitudes cardiorrespiratorias (Gonzalez-Freire *et al.* 2018), con una reducción de los valores del volumen de oxígeno máximo (VO<sub>2</sub> máx.), frecuencia cardíaca máxima y gasto cardíaco. Otros cambios están relacionados con la capacidad aeróbica y cualidades físicas, las cuales, se reducen a medida que se avanza en edad, aproximadamente, en un 10 % por década, en personas sedentarias y un 15 %, entre las edades de 50 y 75 años.

Por lo tanto, se comprende por “resistencia aeróbica, como la capacidad aeróbica que es un factor preventivo y predictivo de enfermedades crónicas no transmisibles y el criterio de medición tradicionalmente aceptado se basa en el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) con el fin de evaluar la capacidad aeróbica, los valores del VO<sub>2</sub> máx., se expresan normalmente en relación con el peso corporal (ml/kg/min) y se vale de diferentes instrumentos para valorarla” (Aguilar Bolívar *et al.* 2021). El VO<sub>2</sub>max es un indicador para la realización de una actividad física, debido a que impacta sobre diferentes aspectos de la calidad de vida, pero, también, sobre características fisiológicas básicas, como la presión arterial, la tolerancia a la glucosa, entre otras y, además, los aspectos psicológicos, como la depresión (Landínez Parra *et al.* 2012).

En la actualidad, se ha visto la necesidad de introducir las herramientas virtuales como parte del proceso de entrenamiento; la realidad virtual, entonces, se considera como “una simulación tridimensional dinámica, en la que el usuario se siente introducido en un ambiente artificial que se percibe como real en base a estímulos a los órganos sensoriales” (Vera Ocete *et al.* 2003). La

realidad virtual es una herramienta que tiene mayor impacto en el usuario, al cumplir ciertas características, como la simulación, la interacción y la percepción. Además, al ser una herramienta versátil, dinámica, variada, divertida e interactiva ha tenido mayor aceptación, por parte de las personas (Merians *et al.* 2006).

Por otra parte, se tiene que el ejercicio físico contribuye a mantener la funcionalidad en las personas mayores (Tavoian *et al.* 2019), por lo que, desde este punto de vista, el fisioterapeuta es el profesional idóneo para llevar a cabo el proceso de rehabilitación funcional en este grupo poblacional, mediante el uso de nuevas tecnologías, como lo son la realidad virtual (RV), pues esta novedosa herramienta, puede llevar a que la intervención terapéutica sea más entretenida y que los usuarios se muestren más motivados, conduciendo a mejores resultados terapéuticos.

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente revisión de literatura pretende determinar los parámetros de la prescripción del ejercicio con realidad virtual para personas mayores, de tal manera, que permita fortalecer los procesos de rehabilitación funcional tradicional con la incorporación de nuevas tecnologías, como es, en este caso particular, la realidad virtual, que redunde en la independencia funcional y la autonomía de las personas mayores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio está enmarcado en un paradigma empírico analítico, con un enfoque cuantitativo, que corresponde a un tipo de estudio de revisión de la literatura descriptiva. Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, ScienceDirect, Lilacs, Scielo, Ebsco y WoS. Se diseñaron diferentes ecuaciones de búsqueda con términos DeSC: descriptores en ciencias de la salud (DeSC), como “Ejercicio”, “Entrenamiento de Resistencia”, “Adulto Mayor”, “Realidad Virtual” y con términos MeSH: Medical Subject Headings, como “Exercise”, “Endurance Training”, “Elderly” y “Virtual Reality”.

Para la búsqueda bibliográfica se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: artículos científicos del período comprendido entre el 2011 al 2021, que incluían personas mayores de 60 años, sanas o con condiciones de salud frecuentes, en este curso de edad. Los criterios de exclusión: artículos que incluyan personas con condiciones neurológicas, cardiovasculares, cáncer y otras; además, no se tuvieron en cuenta referencias de libros, cartas al editor, opinión de expertos, opiniones, y memorias de congreso.

Se adelantaron en total cuatro pasos de depuración de los artículos: 1) Se realizó la búsqueda en las bases de datos, a través de las ecuaciones de búsquedas pertinentes, según los términos MeSH y DeSC; en total se usaron 2 cajas de ecuaciones por base de datos: a) Exercise OR Exercise Protocol) AND (“Endurance Training”) AND (Elderly OR Aged) AND (“Virtual Reality”) y b) (Exercise OR Exercise Protocol) AND (“Endurance Training”) AND (Elderly OR Aged); 2) Se filtraron los artículos por título, teniendo de base los criterios de inclusión y exclusión; 3) Los artículos filtrados por título fueron analizados por su resumen y fueron aceptados o rechazados según los criterios mencionados; de igual forma, se

eliminar aquellos artículos duplicados y 4) El consolidado de artículos obtenidos fueron analizados a texto completo y utilizados para desarrollar la investigación.

La información recolectada se organizó en tablas del software de Microsoft Excel, que permitió un mayor control del flujo de los datos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda de artículos científicos en las diferentes bases de datos académicas arrojó en PubMed, 292; Scielo, 19; Web of Science,

5.988; ScienceDirect, 1.230; Ebsco, 1.052 y LILACS, 6, para un total de 8.587 artículos; de estos fueron eliminados 3.075, dejando como resultado 5.512 artículos, los cuales, fueron revisados por título y elegidos aquellos que cumplieran con los criterios de inclusión; este proceso dejó como resultado 399 artículos para su revisión por resumen, donde fueron excluidos 260, para dejar un total de 139 artículos, que fueron revisados a texto completo para su elegibilidad. Este último filtro dejó una lista depurada de un total de 43 artículos (Figura 1).

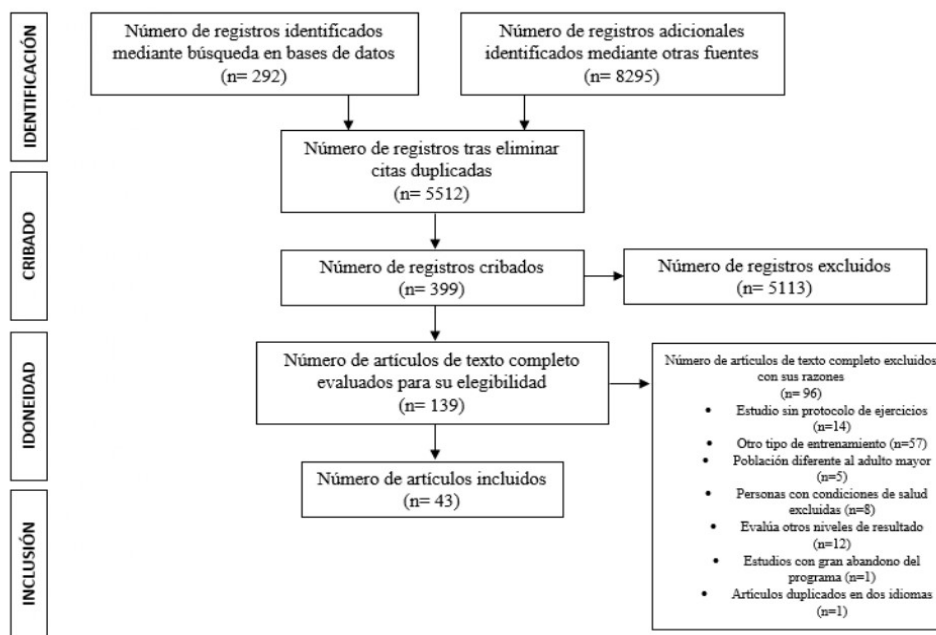


Figura 1. Flujograma declaración de elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis PRISMA (por sus siglas en inglés) (Moher *et al.* 2009).

### Tendencias en parámetros de prescripción del ejercicio (Tabla 1)

Parámetros de prescripción del ejercicio

**Tipo de modalidad.** Una de las modalidades de naturaleza cíclica elegidas para el entrenamiento de la resistencia aeróbica con personas mayores fue el cicloergómetro, debido a que potencializa la adaptación y la progresión de las diferentes variables biológicas, como el VO<sub>2</sub> Max y la frecuencia cardíaca en reposo (Miyamoto-Mikami *et al.* 2015; Fikenzer *et al.* 2018). El uso de este dispositivo mejoraba la tolerancia ortostática, debido a una mayor sensibilidad del reflejo carotídeo con una mejora subsecuente en el suministro de oxígeno al tejido cerebral, durante hipovolemia central (Xu *et al.* 2017).

Otra de las modalidades cíclicas usadas fue la marcha, debido a que esta tiene un efecto positivo sobre las condiciones psicosociales

de los adultos mayores, pues el aumento de la capacidad aeróbica mostrado en las investigaciones, potencializó la dimensión psicológica, en cuanto a variables, como la sensación de vitalidad y la satisfacción personal; además, otros efectos en la economía metabólica con relación al acto motor y la disposición bioenergética son relevantes de este tipo de modalidad, ya que la adaptación al ejercicio genera cambios importantes, a nivel fisiológico, como el aumento del número de mitocondrias en fibras musculares, la hipertrofia de las mismas, el reclutamiento de la placa motora, entre otras, las cuales, potencializaban los patrones motores, la acción motora y los componentes de habilidad motora (Solberg *et al.* 2012; Chomiuk *et al.* 2013; Gomeñuka *et al.* 2020).

Respecto a los diferentes programas de entrenamiento usados para mejorar la condición aeróbica de la población objetivo, se evidenció que, en diversos estudios, se utilizaron varios programas de entrenamiento, para determinar el proceso de adaptabilidad al

ejercicio en adultos mayores, en donde se dividió la población de adultos mayores en diferentes grupos con distintos protocolos de ejercicios, por lo general, en grupos de entrenamiento aeróbico, en el que, principalmente, se mejoraron variables cardiorrespiratorias, como la resistencia, la frecuencia cardíaca en reposo, entre otros. Y de entrenamiento aeróbico combinado con fuerza muscular, donde las adaptaciones del adulto mayor al ejercicio fueron considerables y representaron un incremento en el beneficio a la salud, a través de lo mencionado.

En cuanto al análisis de las variables que se entrenaron, se pudo determinar que el entrenamiento en conjunto de la resistencia aeróbica y de la fuerza muscular tiene mejores beneficios, ya que dichos tipos de entrenamiento generan una mayor adaptación al ejercicio y aumenta la capacidad funcional, para la realización de actividades de la vida diaria (Karavirta *et al.* 2011; Minett *et al.* 2020).

Tabla 1. Parámetros de prescripción del ejercicio aeróbico en personas mayores (\*).

Tipo de modalidad de entrenamiento	Intensidad	Prescripción del ejercicio
<b>Modalidades cíclicas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Cicloergómetro</li> <li>● Banda sin fin</li> <li>● Marcha nórdica</li> <li>● Caminata ecológica</li> <li>● Step-Ups</li> <li>● Subir y bajar escaleras</li> <li>● Pedaleo estático</li> <li>● Trotar</li> </ul>	<b>VARIABLES FISIOLÓGICAS</b> <b>FC Máx</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 40-59%</li> <li>● 60-79%</li> </ul> <b>FC Reserva</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● &lt;60%</li> <li>● 60-80%</li> </ul> <b>VO2 Máx</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 60-85%</li> </ul>	<b>Frecuencia de entrenamiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Dos veces por semana</li> <li>● Tres veces por semana</li> <li>● Cuatro veces por semana</li> <li>● Cinco veces por semana</li> </ul>
<b>Modalidades relacionadas con el medio acuático</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Programa de aquafitness</li> <li>● Kayak</li> <li>● Entrenamiento en medio acuático continuo y por intervalos</li> <li>● Remo</li> </ul>	<b>Umbrales aeróbicos o anaeróbicos</b>  <b>Medidas subjetivas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Escala de Borg</li> <li>● MET</li> </ul>	<b>Duración de la sesión</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Menor a 60 minutos</li> <li>● Mayor o igual a 60 minutos</li> </ul>
<b>Aeróbicos/Danzas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Danza Khon (Danza tailandesa)</li> <li>● Baile</li> <li>● Indoor aerobics</li> <li>● Step aeróbico</li> </ul>		<b>Semanas de entrenamiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Menor a 12 semanas de entrenamiento</li> <li>● Igual a 12 semanas de entrenamiento</li> <li>● Mayor a 12 semanas de entrenamiento</li> </ul>
<b>Programa de ejercicios variados</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Entrenamiento con banda elástica</li> <li>● Entrenamientos mixtos</li> </ul>		

Nota: Tabla construida a partir de la revisión bibliográfica.

Prescripción con base a la Frecuencia Cardíaca Máxima - FC Máx. La intensidad es comprendida como “la cantidad de trabajo que se realiza o a la magnitud del esfuerzo necesario para realizar una actividad o un ejercicio” (Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2018), por lo tanto, la intensidad se debe medir con base a la FC Máx. Magistro *et al.* (2014) indican una intensidad inicial del 45 al 60 % de la FC Máx, para adultos mayores; estos autores diseñaron un programa de entrenamiento ecológico, que hace referencia a un programa que promueve la salud, a nivel comunitario, además de estar basado en sistemas individuales y del contexto; este se llevó a cabo dos veces por semana, en sesiones de 75 minutos, con entrenamiento de tipo aeróbico, mediante caminata, además de incorporar ejercicios de equilibrio y trabajo de fuerza para los músculos principales de los miembros inferiores.

En cuanto al entrenamiento de resistencia aeróbica, a lo largo de las 16 semanas que duró el estudio, la intensidad llegó a progresar

hasta un 70 % FC Máx, parámetro diseñado para el estudio, basado en ejercicios reconocidos en la literatura. Al final de este, se pudo comprobar que el programa fue efectivo para producir cambios en la resistencia aeróbica, pues existió una mayor distancia recorrida en la prueba de caminata de 6 minutos, mejoró la fuerza de extremidades inferiores, con mejoras en el número de veces en la prueba de soporte de silla de 30 segundos y en la movilidad con mejoras en la prueba Timed Up and Go, incentivando el funcionamiento físico en personas mayores sedentarias.

Prescripción con base al Volumen de Oxígeno Máximo - VO2 máx. Cuando se habla de consumo máximo de oxígeno o VO2 máx., se hace referencia a un parámetro para valorar el rendimiento cardiovascular, que representa la capacidad máxima de oxígeno transportada y utilizada en el metabolismo celular cuando una persona realiza ejercicio máximo (Pérez Sierra & Rojas Beltrán, 2014); se expresa como el porcentaje de la capacidad aeróbica de

un individuo, entendida como una intensidad relativa, que se ajusta a la capacidad de ejercicio de la persona (Ferguson, 2014).

Se han descrito diversas formas de evaluar el VO<sub>2</sub> máx., las cuales, pueden ser analizadas, a través de pruebas de laboratorio; una de ellas es la ergoespirometría, que evalúa directamente la capacidad aeróbica de la persona. Otras pruebas, que también se observaron en estas revisiones, fueron las de campo, como la Carrera de la Universidad de Montreal, prueba de escalón del Queen's College, prueba de Rockport Fitness Walking, Prueba de 1,5 millas, prueba aeróbica de 1.000 metros, course navette de 20 metros (20 m-SRT), también conocida como prueba 20m shuttle run o prueba de ida y vuelta de 20 metros y otra que se adicionó fue la denominada prueba de lanzadera cuadrada (SST) (García-García *et al.* 2016).

En cuanto a las relaciones entre la intensidad y el tiempo de duración de los protocolos, Irving *et al.* (2008) encontraron que el ejercicio de alta intensidad durante 16 semanas redujo significativamente la grasa abdominal total y la grasa subcutánea y plantearon que esto se da, debido a que el entrenamiento de alta intensidad induce la secreción de hormonas lipolíticas y favorece un mayor balance energético negativo en comparación con el ejercicio de baja intensidad. Con esto, se puede evidenciar que, aunque en el primer estudio se producen cambios metabólicos con la disminución del tejido adiposo visceral, tanto la intensidad como la duración de este, al parecer, aún no son suficientes para producir cambios mayores.

Semanas de entrenamiento. De acuerdo con la relación del número de semanas de entrenamiento de los estudios revisados, se encontró que una manera de clasificar los mismos sería a través de tres categorías; menor a 12 semanas de entrenamiento, igual a 12 semanas de entrenamiento y mayor a doce semanas de entrenamiento.

El estudio de Chutimakul *et al.* (2018) buscaba determinar el efecto del ejercicio, a través de la adaptación de los movimientos de la danza tradicional tailandesa Khon, que procura desarrollar actividades físicas, que involucran desestabilizaciones, actividades de fuerza muscular, resistencia aeróbica y flexibilidad sobre la capacidad funcional, en personas mayores de entre 60 a 65 años. Este efecto fue evaluado por medio de la batería de la prueba Senior Fitness, antes y después del protocolo de entrenamiento; al finalizar el estudio, los datos obtenidos sugirieron que el ejercicio basado en la danza Khon mejoró la fuerza y la flexibilidad de los músculos de las extremidades inferiores, el equilibrio y la resistencia aeróbica, que optimizó en adaptación fisiológica al ejercicio. Respecto a lo anterior, el estudio incorporó las recomendaciones dadas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte ACSM (2021) (por sus siglas en inglés), en donde se establecían una intensidad moderada, durante 30 minutos, 3 veces a la semana y, los cuales, se ven reflejado luego de tres meses de entrenamiento o doce semanas, así como en el presente estudio.

En contraste con lo anterior, se debe mencionar que se encontraron estudios, como los de Xu *et al.* (2017), en donde la duración de sus protocolos de entrenamiento fue notablemente mayor,

que consistió en un año de entrenamiento, donde se buscaba comprobar si el entrenamiento de ejercicios aeróbicos aumentaba la aptitud aeróbica sin comprometer la tolerancia ortostática en adultos mayores con desacondicionamiento físico, comprobándose que este programa de ejercicios de un año de duración, de intensidad moderada y realizado tres veces por semana, fue eficaz para mejorar la tolerancia al ejercicio y al estrés ortostático; estos cambios, según plantean los autores, se deben a una mejora en la reserva cardíaca y a una mayor sensibilidad del reflejo carotídeo, respectivamente. Lo anterior, también puede ir en consonancia con adaptaciones inducidas por el entrenamiento crónico sobre los sistemas cardiorrespiratorio y musculoesquelético; sumado a esto, la duración de este fue la suficientemente para producir los efectos fisiológicos del entrenamiento, producto de la adaptación.

Un punto importante a tener en cuenta es que en el estudio de Magistro *et al.* (2014), se mencionaba que para que un entrenamiento sea más efectivo, se debe realizar tres veces por semana y debería durar entre 24 a 32 semanas, lo que concuerda con lo hallado en el metaanálisis realizado por Huang *et al.* (2020), el cual, pretendía medir la dosis-respuesta cuantitativa para mejorar el VO<sub>2</sub> máx., en adultos mayores sanos y sedentarios; en el mismo, se evidenció que se necesitan, al menos, de 20 a 24 semanas, para empezar a obtener mejoras en el VO<sub>2</sub> máx. y que el entrenamiento de 32-36 semanas es lo ideal, para tener una ganancia máxima del VO<sub>2</sub> máx; sin embargo, también es importante mencionar que, según la OMS (2020), los adultos mayores deben realizar actividad física de manera regular, de tal manera, que los cambios inducidos por la misma se mantengan, ya que uno de los principios de entrenamiento es el de la continuidad, que se refiere a mantener un entrenamiento a largo plazo, con el fin de tener un elevado rendimiento (Bernal-Reyes *et al.* 2014).

Frecuencia de entrenamiento y duración de la sesión. Teniendo en cuenta las recomendaciones del ACSM (2021), la OMS (2020) y de acuerdo con Cadore *et al.* (2012), se puede indicar que se tienden a mantener similares parámetros relacionados con la frecuencia y la duración del ejercicio aeróbico. Se halló, además, en algunos de los protocolos de resistencia aeróbica, combinaciones de ejercicios, que involucran actividades relacionadas con el balance, la fuerza y el equilibrio.

Cadore *et al.* (2012) y Leandro *et al.* (2019) presentaron una dosificación de la actividad aeróbica similar a las determinaciones de la OMS (2020) y el ACSM (2021), donde la actividad se efectuó desde las 3 sesiones por semana, con una duración promedio de 60 minutos, alternando entre una actividad puramente aeróbica y en modalidad combinada.

Por otro lado, Minett *et al.* (2020), especificaron un protocolo de entrenamiento combinado, donde el trabajo efectivo de resistencia aeróbica se mantuvo entre los 20 y 30 minutos de una sesión completa de 60 minutos, respectivamente, realizando la actividad 5 veces por semana.

## CONCLUSIONES

La realidad virtual se viene usando en la actualidad en diferentes grupos poblacionales; en las personas mayores es poco lo que se ha trabajado, por lo que lo encontrado ha sido relacionado con un componente multimodal; sin embargo, se debe tener en cuenta la prescripción en estas personas, de tal manera, que se estimule su realización de actividades de la vida diaria.

El trabajo de resistencia aeróbica permite diversos cambios endógenos, dentro de lo que se encuentran: influencias a nivel hormonal, en los procesos de oxidación celular, facilitando los procesos metabólicos de oxidación-reducción; también, se observan cambios en las fibras musculares cuando se combina el trabajo de resistencia aeróbica con la resistencia muscular, influenciando el control postural de forma positiva, disminuyendo el riesgo de caídas.

Uno de los tipos de modalidades más usados para la prescripción del ejercicio físico en cuanto al trabajo de la resistencia aeróbica en adultos mayores son las modalidades cíclicas, que corresponden a todas aquellas actividades en las que el patrón de movimiento se repite continuamente, en un periodo de tiempo prolongado. Estas actividades presentan un gran beneficio a la hora de trabajar el componente aeróbico del adulto mayor, porque permiten la implementación de una prescripción adecuada para generar procesos de adaptación y sobrecarga fisiológica del componente cardiorrespiratorio de la persona mayor, siendo, entonces pertinente para todo aquel trabajo que quiera contribuir a la resistencia aeróbica de esta población específica, las cuales, requieren de personal entrenado, como lo son los entrenadores físicos, fisioterapeutas o afines a la rama de actividad física y deporte.

Por último, la escasa disponibilidad de estudios para el entrenamiento de la capacidad de resistencia aeróbica hace que sea relevante fomentar los diferentes estudios en torno al tema propuesto, debido al aumento de la población mayor.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen al programa DELFIN, a los integrantes del semillero TAMIF, a Mónica Naranjo Ruiz del centro de traducción UAM, por traducir el resumen al inglés y a Gregory Wallace Amos, por su revisión. **Financiación:** Las fuentes de financiación fueron la Universidad Autónoma de Manizales. **Conflicto de intereses:** Los autores declaramos que no tenemos conflictos de interés personales ni financieros que pudieran haber influido en la elaboración de esta revisión.

## REFERENCIAS

1. AGUILAR BOLIVAR, A.; FLOREZ VILLAMIZAR, J.A.; SAAVEDRA CASTELBLANCO, Y. 2021. Capacidad aeróbica: Actividad física musicalizada, adulto mayor, promoción de la salud. *Retos*. 39(2021):953-960. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.67622>
2. AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE, ACSM. 2021. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 11 Ed. LWW. p.541.
3. BERGER, M.J.; DOHERTY, T.J. 2010. Sarcopenia: prevalence, mechanisms, and functional consequences. *Interdisciplinary Topics in Gerontology*. 37:94-114. <https://doi.org/10.1159/000319997>
4. BERNAL-REYES, F.; PERALTA-MENDÍVIL, A.; GAVOTTO-NOGALES, H.H.; PLACENCIA-CAMACHO, L. 2014. Principios de entrenamiento deportivo para la mejora de las capacidades físicas. *Biotecnía*. 16(3):42-49.
5. CADORE, E.L.; IZQUIERDO, M.; ALBERTON, C.L.; PINTO, R.S.; CONCEIÇÃO, M.; CUNHA, G.; RADAELLI, R.; BOTTARO, M.; TRINDADE, G.T.; KRUEL, L.F. 2012. Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. *Experimental Gerontology*. 47(2):164-169. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2011.11.013>
6. CHAVES-GARCÍA, M.; SANDOVAL-CUELLAR, C.; CALERO-SAA, P. 2017. Asociación entre capacidad aeróbica y calidad de vida en adultos mayores de una ciudad colombiana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*. 34(4):672-676. <http://dx.doi.org/10.17843/rpmpesp.2017.344.2522>
7. CHOMIUK, T.; FOLGA, A.; MAMCARZ, A. 2013. The influence of systematic pulse-limited physical exercise on the parameters of the cardiovascular system in patients over 65 years of age. *Archives of Medical Science*. AMS. 9(2):201-209. <https://doi.org/10.5114/aoms.2013.34559>
8. CHUTIMAKUL, L.; SUKONTHASAB, S.; KRITPET, T.; VANNALEE, C. 2018. Effect of modified Khon dance performance on functional fitness in older Thai persons. *Journal of Health Research*. 32(6):432-439. <https://doi.org/10.1108/JHR-05-2018-0009>
9. CUBILLOS ÁLZATE, J.C.; MATAMOROS CÁRDENAS, M.; PEREA CARO, S.A. 2020. Boletines poblacionales: personas adultas mayores de 60 años. Oficina de Promoción Social Ministerio de Salud y Protección Social I-2020. MinSalud. Bogotá, Colombia. Disponible desde Internet en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/280920-boletines-poblacionales-adulto-mayorI-2020.pdf>
10. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, DANE. 2018. Censo Nacional de Población y Vivienda. Disponible desde Internet en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>

11. FERGUSON, B. 2014. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription 9th Ed. 2014. The Journal of the Canadian Chiropractic Association. 58(3):328.
12. FIKENZER, K.; FIKENZER, S.; LAUFS, U.; WERNER, C. 2018. Effects of endurance training on serum lipids. *Vascular pharmacology*. 101:9-20. <https://doi.org/10.1016/j.vph.2017.11.005>
13. GARCÍA-GARCÍA, A.M.; RAMOS-BERMÚDEZ, S.; AGUIRRE, O.D. 2016. Calidad científica de las pruebas de campo para el cálculo del VO<sub>2</sub>max. Revisión sistemática. *Revista Ciencias de la Salud*. 14(2):247-260. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.12804/revsalud14.02.2016.09>
14. GOMEÑUKA, N.A.; OLIVEIRA, H.B.; DA SILVA, E.S.; PASSOS-MONTEIRO, E.; DA ROSA, R.G.; CARVALHO, A.R.; COSTA, R.R.; PAZ, M.C.; PELLEGRINI, B.; PEYRÉ-TARTARUG, L.A. 2020. Nordic walking training in elderly, a randomized clinical trial. Part II: Biomechanical and metabolic adaptations. *Sports Medicine - Open*. 6(1). <https://doi.org/10.1186%2Fs40798-019-0228-6>
15. GONZALEZ-FREIRE, M.; SCALZO, P.; D'AGOSTINO, J.; MOORE, Z.A.; DIAZ-RUIZ, A.; FABBRI, E.; ZANE, A.; CHEN, B.; KEVIN, G.G.; LEHRMANN, E.; ZUKLEY, L.; CHIA, C.W.; TANAKA, T.; COEN, P.M.; BERNIERM, M.; CABO, DE R.; FERRUCCI, L. 2018. Skeletal muscle ex vivo mitochondrial respiration parallels decline in vivo oxidative capacity, cardiorespiratory fitness, and muscle strength: The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Aging cell*. 17(2). <https://doi.org/10.1111/acel.12725>
16. HUANG, G.; WANG, R.; CHEN, P.; HUANG, S.C.; DONNELLY, J.E.; MEHLFERBER, J.P. 2020. Dose-response relationship of cardiorespiratory fitness adaptation to controlled endurance training in sedentary older adults. *European Journal of Preventive Cardiology*. 23(5):518-529. <https://doi.org/10.1177/2047487315582322>
17. IRVING, B.A.; DAVIS, C.K.; BROCK, D.W.; WELTMAN, J.Y.; SWIFT, D.; BARRETT, E.J.; GAESSER, G.A.; WELTMAN, A. 2008. Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 40(11):1863-1872. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181801d40>
18. KARAVIRTA, L.; HÄKKINEN, K.; KAUKANEN, A.; ARIJABLÁZQUEZ, A.; SILLANPÄÄ, E.; RINKINEN, N.; HÄKKINEN, A. 2011. Individual responses to combined endurance and strength training in older adults. *Medicine and science in sports and exercise* 43(3):484-490. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181f1bf0d>
19. LANDINEZ PARRA, N.S.; CONTRERAS VALENCIA, K.; CASTRO VILLAMIL, Á. 2012. Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Revista Cubana de Salud Pública*. 38(4):562-580.
20. LEANDRO, M.P.G.; DE MOURA, J.L.S.; BARROS, G.W.P.; DA SILVA FILHO, A.P.; FARIAS, A.C.; CARVALHO, P.R.C. 2019. Effect of the aerobic component of combined training on the blood pressure of hypertensive elderly women. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 25(6):469-473. <https://doi.org/10.1590/1517-869220192506214228>
21. MAGISTRO, D.; LIUBICICH, M.E.; CANDELA, F.; CIAIRANO, S. 2014. Effect of ecological walking training in sedentary elderly people: Act on aging study. *The Gerontologist*. 54(4):611-623. <https://doi.org/10.1093/geront/gnt039>
22. MERIANS, A.S.; POIZNER, H.; BOIAN, R.; BURDEA, G.; ADAMOVICH, S. 2006. Sensorimotor training in a virtual reality environment: does it improve functional recovery poststroke? *Neurorehabilitation and neural repair*. 20(2):252-267. <https://doi.org/10.1177/1545968306286914>
23. MINETT, M.M.; BINKLEY, T.L.; HOLM, R.P.; RUNGE, M.; SPECKER, B.L. 2020. Feasibility and effects on muscle function of an exercise program for older adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 52(2):441-448. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002152>
24. MIYAMOTO-MIKAMI, E.; SATO, K.; KURIHARA, T.; HASEGAWA, N.; FUJIE, S.; FUJITA, S.; SANADA, K.; HAMAOKA, T.; TABATA, I.; IEMITSU, M. 2015. Endurance training-induced increase in circulating irisin levels is associated with reduction of abdominal visceral fat in middle-aged and older adults. *PloS one*. 10(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120354>
25. MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D.G.; PRISMA GROUP. 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*. 6(7):e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
26. NACIONES UNIDAS. 2002. Informe de la Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento. Madrid. Disponible desde Internet en: <https://www.un.org/es/conferences/ageing/madrid2002>
27. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, OMS. 2020. Directrices de la OMS sobre actividad física y hábitos sedentarios. Disponible desde Internet en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240014886>

28. PÉREZ SIERRA, J.L.; ROJAS BELTRÁN, M. 2014. Efecto de un plan de entrenamiento físico en el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) y el peso en pacientes hipertensos adultos mayores adscritos a la IPS CAJASAN (Bucaramanga). *Lúdica Pedagógica*. 1(19):27-38. <https://doi.org/10.17227/01214128.19ludica27.38>
29. PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE. 2018. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report. Washington, DC. p.779
30. SOLBERG, P.A.; HOPKINS, W.G.; OMMUNDSEN, Y.; HALVARI, H. 2012. Effects of three training types on vitality among older adults: A self-determination theory perspective. *Psychology of Sport and Exercise*. 13(4):407-417. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.01.006>
31. TAVOIAN, D.; RUSS, D.W.; LAW, T.D.; SIMON, J.E.; CHASE, P.J.; GUSEMAN, E.H.; CLARK, B.C. 2019. A randomized clinical trial comparing three different exercise strategies for optimizing aerobic capacity and skeletal muscle performance in older adults: Protocol for the DART study. *Frontiers*. 22(6):236. <https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00236>
32. VERA OCETE, G.; ORTEGA CARRILLO, J.A.; BURGOS GONZÁLEZ, M.Á. 2003. La realidad virtual y sus posibilidades didácticas. *Etic@net: Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*. (2):12.
33. XU, D.; WANG, H.; CHEN, S.; ROSS, S.; LIU, H.; OLIVENCIA-YURVATI, A.; RAVEN, P.B.; SHI, X. 2017. Aerobic exercise training improves orthostatic tolerance in aging humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 49(4):728-735. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001153>