

Efectos de la actividad física sobre la capacidad de reserva cardiovascular.

Importancia de la capacidad de reserva para la promoción de salud y vida activa.

Autores:

Ocantó Juan Ignacio. IdHICS CONICET UNLP Email: juaniocanto@hotmail.com

Gibert Valentín. Cátedra de Fisiología Humana, FaHCE UNLP, IdHICS CONICET UNLP
Email: vagibert@gmail.com

Táuber Nicolás. Cátedra de Fisiología Humana, FaHCE UNLP, IdHICS CONICET UNLP
Email: tauber102@gmail.com

Bacca Luciano. Cátedra de Fisiología Humana, FaHCE UNLP, IdHICS CONICET UNLP
Email: lbacca@fahce.unlp.edu.ar

Paganini Amalia. Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires. IdIHCS UNLP. Email: elmer1963@hotmail.com

Tarducci Gabriel. Cátedra de Fisiología Humana, FaHCE UNLP, IdHICS CONICET UNLP
Email: gtarducci@fahce.unlp.edu.ar

Resumen:

Se llevó a cabo una revisión sistemática con el objetivo de relacionar la actividad física con la capacidad de reserva entendida como la posibilidad de perder capacidades y funciones sin que se afecte el rendimiento y la salud. Se puso especial atención a las enfermedades cardiovasculares. Se tuvieron en cuenta variables relacionadas influyentes como la carga externa de la prescripción de ejercicio físico/actividad física y los efectos sobre la carga interna. Se definieron los conceptos de carga externa (y sus variables), carga interna, capacidad de reserva y enfermedades cardiovasculares. Posteriormente, se presentan los resultados de estudios clínicos que permitieron ver cuales variables se tomaron en cuenta a la hora planificar un plan de actividad física/ ejercicio en personas con enfermedades cardiovasculares, conociendo los beneficios de la actividad física/ ejercicio físico sobre la capacidad de reserva cardiovascular. Se pudo ver, que tanto el ejercicio aeróbico continuo y con intervalos, mejoran la capacidad de reserva cardiovascular y que, a mayor intensidad, mayores beneficios.

Palabras clave: carga externa, carga interna, actividad física, capacidad de reserva, enfermedades cardiovasculares, promoción de la salud.

Introducción

Etimología: la RAE¹ (2022) define a capacidad como: cualidad de capaz (capacidad de un local; intelectual, etc.). Desde la física en dos definiciones, volumen (magnitud); o cociente entre carga, entre otras definiciones. Proveniente del latín *capacitas*.

Por otro lado, la definición de reserva hace referencia a: custodia que se hace de algo, o prevención de ello para que sirva a su tiempo; reservación o excepción de una ley común; prevención o cautela para no descubrir algo que se sabe o piensa, entre otras definiciones posibles. Término utilizado por distintas temáticas o disciplinas, así se puede encontrar una definición ambiental/ ecológica (reserva de la biosfera, o reserva natural); jurídica (reserva de ley); psicológico, o neurocientífico (reserva mental). Desde el campo biológico o fisiológico², se la puede entender como: capacidad biológica o bioquímica disponible para mantener la homeostasis cuando un organismo está expuesto a un cambio ambiental; la posibilidad de conseguir un rendimiento más elevado cuando la situación lo demanda. El declive de la capacidad de reserva, explica por qué las personas mayores, tienen una peor capacidad de respuesta ante eventos adversos en algún momento de sus vidas.

Numerosos autores de distintas disciplinas, han utilizado el concepto de capacidad de reserva, en la acepción o conceptualización fisiológica. Desde el campo psicológico o neurocientífico, se ha definido al concepto de reserva como: “la capacidad del cerebro para afrontar y/o tolerar los cambios cerebrales provocados por el envejecimiento normal o por un proceso neuropatológico; concepto hipotético que trata de explicar una relación no siempre directa entre un daño cerebral y su manifestación clínica” (Carrasco et al. 2017). Los principales investigadores en la temática, se han desarrollado desde punto de vista psicológico, cognitivo o neurocientífico, donde han centralizado sus investigaciones en la fragilidad en el adulto mayor. Alonso et al. (2007) plantean que, los inicios en la investigación en el campo geriátrico datan desde la década del 60, y que, a partir de la década del 90 el interés se ha centrado en la

¹ RAE, hace es la abreviatura utilizada, para referir a la Real Academia Española.

² Definición extraída del OSMAN (Observatorio de salud y medioambiente de Andalucía, sin fecha). Disponible en: <https://www.osman.es/diccionario/definicion.php?id=11843>; <https://www.saludemia.com/-/glosario-capacidad-de-reserva>

fragilidad de los adultos mayores. Los autores definen dos tipos de envejecimientos: a) primario, intrínseco, es decir, que se observa con el devenir de la edad y los cambios fisiológicos propios de ésta. b) secundario, producto de ciertos sucesos aleatorios o selectivos, es decir, procesos crónicos, o adaptativos para conservar/ mantener el medio interno (homeostasis). En esta misma línea de análisis Calvo plantea que “la fragilidad es un estado asociado al envejecimiento que se caracteriza por una disminución de la reserva fisiológica o lo que se ha llamado una pérdida de la homeostasis. Este estado se traduciría en el aumento del riesgo de incapacidad, una pérdida de la resistencia y una mayor vulnerabilidad a eventos adversos manifestada por mayor morbilidad y mortalidad. Otros autores, lo traducen como una capacidad reducida del organismo a enfrentar el estrés” (Calvo, 2010). Los criterios que la autora utiliza para “diagnosticar o caracterizar” la fragilidad, se asocian a: pérdida de peso; agotamiento general; la capacidad reducida de caminar en velocidad; y los bajos niveles de actividad física. Así mismo, clarifica la fisiopatología de la fragilidad: 1) Sarcopenia (pérdida de masa muscular). 2) Disfunción de la regulación neuroendocrina (básicamente, una desregulación hipotalámica-pituitaria-glándula suprarrenal). 3) Disfunción inmune. Sánchez (2008) publicó un artículo, donde señala como “normal” que una persona pierda 5 a 10% de sus capacidades orgánicas a partir de los 30 años, situación que llevaría de forma inferencial a 40% de deterioros orgánicos a partir de los 70 años. Cambios que se explican a nivel cardiovascular; respiratorio; renal; nervioso; y muscular.

Desde el campo de la investigación celular, se ha utilizado el concepto de respuesta celular frente al “peligro”. Campo de producción de conocimiento iniciado en la década del 60 y que cobra cada vez más fuerza y vigencia hasta la actualidad. Básicamente se lo puede entender como: “la respuesta del peligro celular (CDR) es una respuesta metabólica celular conservada evolutivamente que se activa cuando una célula se encuentra con una amenaza química, física o microbiana que podría dañarla o matarla” (Naviaux, 2014). El autor señala que, una amenaza física incluye: calor, sal, radiación, pH, ionizantes, etc. Microbianas, virus; hongos; bacterias; etc. Químicas, metales pesados como: plomo, mercurio, arsénico, etc. Y psicológicos, los traumas (en la infancia, sobre todo) pueden desencadenar una serie de respuestas metabólicas físicas y químicas a nivel celular, produciendo inflamación crónica, y el riesgo de otros trastornos. Finalmente, la capacidad de reserva también se puede aplicar a las relaciones socioafectivas. Es decir, el concepto mismo de capacidad de reserva, es amplio y abarca todas las esferas de la persona, aunque mayormente se lo ha asociado a cuestiones biológicas. El aporte de del presente trabajo consiste señalar esta generalización del concepto de capacidad de

reserva, y particularmente, la ampliación de esta reserva a través de la actividad física y el ejercicio físico regular y sistemático.

Actividad física/ejercicio físico y adaptaciones cardiovasculares

Si bien excede a este trabajo, detallar y explicar todas las adaptaciones e investigaciones realizadas en relación a este tema; es importante clarificar ciertas modificaciones que realiza el organismo, al pasar de una situación de reposo a una de esfuerzo. Así pues, es sabido que a nivel celular deben darse una serie de reacciones químicas para mantener la homeostasis – equilibrio/estabilidad del medio interno- tanto en reposo, como en esfuerzo; para ello, el organismo realiza adaptaciones agudas y crónicas. Diversos autores se han encargado de investigar y documentar los benéficos y cambios a corto y largo plazo que se dan a nivel celular, generando un nuevo estadio de posibles mejoras para incrementar los niveles de esfuerzo a través de un estímulo, a través de la actividad física y/o ejercicio físico, Wilmore y Costill (2001); Chicarro y Vaquero (2006); Calderón (2007); Bernardo (2017); entre otros.

De esta manera, una persona que pasa de una situación de reposo a una de esfuerzo, sufre una serie de cambios cardiovasculares; respiratorios y metabólicos, que pueden durar poco tiempo (adaptación aguda o ajustes), o sostenerse en el tiempo, en general con determinados fines u objetivos (adaptaciones crónicas). A nivel circulatorio, se da una redistribución sanguínea focalizada a determinados órganos, en detrimento de otros órganos y sistemas no involucrados en el estímulo. El complejo sistema neuroendocrino, se encarga de regular al organismo, ya sea en reposo o en ejercicio; en el caso del ejercicio físico/actividad física, juega un papel importante, el sistema nervioso simpático que conjuntamente con el sistema endocrino, se encargan de liberar las catecolaminas (adrenalina o noradrenalina) aumentando la frecuencia cardiaca; el volumen sistólico; el gasto cardiaco; y a su vez catabolizar los macronutrientes encargados de generar, regular, y sintetizar la energía (Wilmore y Costil, 2001). “Para satisfacer las demandas de oxígeno de los músculos en respuesta del ejercicio, se llevan una serie de cambios para permitir que el corazón bombee más sangre cada minuto para aumentar el gasto cardiaco de 3 a 6 veces” (Bernardo et al. 2017). A su vez, las variables determinantes del gasto cardiaco, son la frecuencia cardiaca y el volumen de eyección sistólico (Wilmore y Costil, 2001). En este apartado lo que interesa, son las adaptaciones a largo plazo, es decir crónicas a nivel cardiovascular, que dependerán: a) del tipo de actividad; b) intensidad; c) Duración; entre otros factores.

Chicarro y Vaquero (2006) plantean la importancia de la intensidad en la predominancia de determinados sistemas energéticos (entendidos como toda una serie de reacciones químicas encargadas de generar ATP y transferir energía), que dependerá a su vez del combustible utilizado (sustratos energéticos). Por lo tanto, parece que es de vital importancia la relación intensidad/sustrato/adaptaciones deseadas:

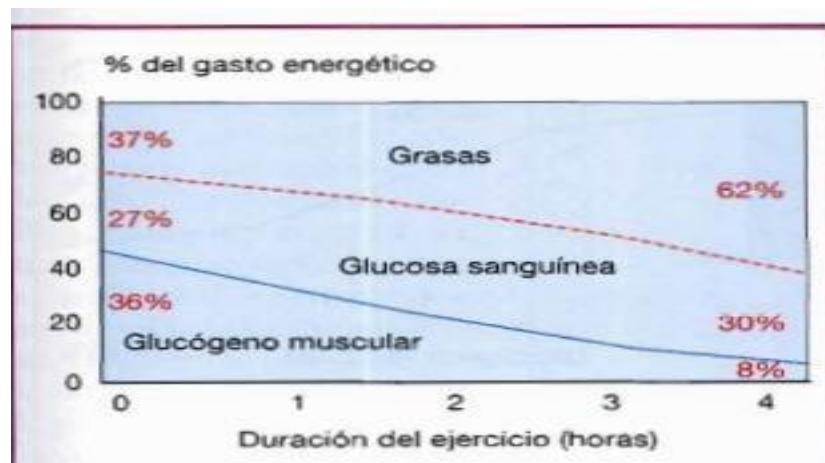


Ilustración I. Adaptado de: (Chicarro y Vaquero, 2006).

Asimismo, en la relación al tipo de actividad, intensidad y duración, existen factores clave para entender, que sustratos se utilizan para utilizar la energía, y cuál es el sistema energético predominante que, en líneas generales puede ser: oxígeno dependiente (sistema oxidativo u aeróbico) y oxígeno independiente (más conocido como glucólisis rápida; citoplasmática; u anaerobio, y el sistema energético de fosfágenos).

En líneas generales, se puede identificar adaptaciones crocinas centrales, “que se caracterizan al llamado síndrome del corazón del deportista” (Chicharro y Vaquero, 2006). Donde se las cataloga de la siguiente manera: a) Disminución de FC de reposo; b) Aumento del volumen de las cavidades cardíacas y el grosos de los espesores parietales; c) Aumento del volumen del sistólico; d) Mejora de la perfusión miocárdica. Y adaptaciones crónicas periféricas, “Las adaptaciones vasculares se pueden clasificar en términos generales como funcionales (cambios en el control vasomotor) y estructural (angiogénesis)” (Bernardo et al. 2017).

La biogénesis mitocondrial (formación de nuevas mitocondrias, verdaderas “centrales energéticas” celulares) es central para la producción de energía, “las mitocondrias juegan un papel clave para la producción de energía (ATP) control redox (producción y eliminación de

ROS) calcio, homeostasis, contractibilidad, gradiente de iones, expresión de genes nucleares y destino celular (supervivencia/muerte celular) (Bernardo et al. 2017).

En la misma línea, “Las mejoras en la resistencia que acompañan al entrenamiento aeróbico diario (trote o natación, por ejemplo) son el resultado de muchas adaptaciones al estímulo del entrenamiento. Algunas se producen dentro de los músculos, y muchas consisten en cambios en los sistemas energéticos” (Wilmore y Costill, 2001). Los autores hablan de los cambios en la potencia aeróbica de manera general, esto es, la posibilidad de mantener un ejercicio sub máximo por un tiempo prolongado y la posibilidad de mejorar la potencia aeróbica máxima (VO₂ Max). A su vez, a nivel muscular, los cambios tienen que ver con el tipo de fibra muscular que predomine en el estímulo, el aporte capilar, el contenido de mioglobina, la función mitocondrial y las enzimas oxidativas. A grandes rasgos, se puede hablar de dos tipos de fibras musculares bien diferenciadas: las fibras ST (“Slow twitch”, fibras de color rojizo por el contenido de mioglobina y de contracción lenta) y las FT (“Fast twitch”, blancas por la falta de mioglobina y de contracción rápida, que a su vez se dividen en a y b). El aporte capilar, es sustancial como adaptación crónica para mejorar la potencia aeróbica general, “Tener más capilares permite un mayor intercambio de gases, calor, desechos, nutrientes entre la sangre y las fibras musculares activas” (Wilmore y Costill, 2001). El contenido de mioglobina, es crucial para el transporte del oxígeno en las células musculares; la mioglobina es compuesto muy similar a la hemoglobina que contiene hierro, y permite el transporte del oxígeno de las membranas celulares hasta las mitocondrias (Wilmore y costil, 2001) Y por último, cambios enzimáticos, que optimizan el funcionamiento mitocondrial en la producción de ATP y utilización de energía.

Carga externa e interna, y principios en la prescripción del ejercicio físico/actividad física

Mujica (2013) hace referencia a la importancia de la cuantificación de la carga para medir los efectos obtenidos a nivel orgánico. “La información precisa sobre la cuantificación del ejercicio es absolutamente necesaria, ya que la manipulación de un programa de entrenamiento es la base de muchos estudios en nuestro campo” (Mujica, 2013). Lo que aquí interesa, es la diferenciación que hace entre la carga externa y la interna; a la interna se la puede entender como el estrés biológico al cual se somete el organismo mediante la aplicación de una carga externa. Esto es, toda una serie de cambios a nivel metabólicos/ orgánicos que se producen para mantener la homeostasis durante la actividad. Mientras que, la carga externa hace referencia, a la resistencia que se debe vencer.

Existen los principios de individualidad, especificidad, desuso, sobrecarga progresiva y periodización. Por otro lado, Jiménez Gutiérrez (2005) ha

conceptualizado todos los componentes de la carga externa, y entiende a la intensidad como la cantidad de trabajo producido por unidad de tiempo; al volumen, como la cantidad de trabajo realizado (que puede relacionarse con cantidad de repeticiones realizadas); la duración, se refiere al tiempo en el cual se aplican los estímulos -puede hacer referencia al tiempo total de entrenamiento o al tiempo de carga sobre un determinado o determinados grupos musculares-; a la densidad, como la relación de la duración del esfuerzo y la pausa; y la frecuencia como el número de veces que se entrena un grupo muscular, o grupos musculares, en la semana en un periodo de tiempo. Al mismo tiempo, que entiende a la carga interna como la carga real de trabajo. A su vez, este autor -como tantos otros- se ha encargado de detallar como medir los componentes de la aptitud física (la fuerza muscular; VO₂máx. o consumo máximo de oxígeno; la flexibilidad; y la composición corporal).

Siguiendo a Jiménez Gutiérrez (2005), es importante medir las intensidades con las que se efectúan las actividades para seguir o controlar los efectos deseados, y reducir al mínimo los indeseados -ya se ha visto cómo se relaciona la variable intensidad-sistemas energéticos- sustratos utilizados, para re sintetizar o generar la molécula de adenosín trifosfato y las posibles adaptaciones crónicas-. Wilmore y Costill (2001) hablan de ejercicios o actividades, donde la intensidad se mantiene en valores estables una vez empezada la actividad (ejercicio o actividad

continua) o pueden tener intensidades variables (actividades o ejercicios con intervalos) con picos de alta intensidad y momentos de pausa. Aquí conciernen dos tipos de actividad, las actividades aeróbicas o llamadas de resistencia, y las de fuerza, que son las más recomendadas para el tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles y en particular las cardiovasculares.

La frecuencia cardiaca, es de crucial importancia para medir la intensidad, y al mismo tiempo permite una estimación del consumo máximo de oxígeno. Sin embargo, caben algunas aclaraciones, “aunque se puede establecer una relación, los porcentajes de FC Max no se corresponde con los porcentajes de VO₂Max. Si son equivalentes las mediciones llamadas de reserva de uno y de otro” (Jiménez, 2005). Por otra parte, por consumo máximo de oxígeno se entiende: la capacidad del organismo de captar parte de los gases de la atmósfera -en particular el oxígeno- y utilizarlo en una serie de funciones metabólicas para la generación de energía, llamada respiración celular, que se produce en las mitocondrias (Chicharro y Vaquero, 2006).

Wilmore y costil (2001) hablan de “fases” de la frecuencia cardiaca: a) anticipatoria, los autores plantean que, una frecuencia cardiaca en reposo oscila entre los 60 a 80 latidos en personas no entrenadas, y en personas sumamente entrenadas entre 28 a 40 latidos. En cualquier caso, antes de la actividad, se genera un aumento

de FC regulado por los neurotransmisores noradrenalina y por la hormona adrenalina de la glándula suprarrenal. b) La respuesta de FC durante el ejercicio, puede llegar o no, dependiendo de la intensidad, a valores máximos. La frecuencia cardiaca máxima, puede ser calculada a partir de la fórmula: 220-la edad. Jiménez Gutiérrez (2005) presenta otra fórmula basada en la edad: $207 - (0,7 \times \text{edad})$, entre otras fórmulas posibles.

c) Cuando el ejercicio se mantiene a una cierta intensidad, la FC sube de ligera manera, hasta estabilizarse. Dicho esto, la frecuencia cardiaca no es la única manera de medir la intensidad de una actividad, hay otros métodos, denominados subjetivos que permiten medir la carga interna: "Existen escalas que clasifican las intensidades entre 60 y 20 o entre 0 y 10, desarrolladas por Gunnar Borg. Los valores de la primera se basan en que multiplicados por 10 son aproximativos a la FC que puede llevar el sujeto de mediana edad cuando aprende a usar la escala y señala su valor (Jiménez Gutiérrez, 2005).



Ilustración II. Adpatado de: (Jiménez Gutiérrez, 2005)

El trabajo tiene por objetivo principal conocer la relación entre la actividad física y la capacidad de reserva cardiovascular, y algunos factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. Al mismo tiempo busca conceptualizar la capacidad de reserva, y su relación con las enfermedades cardiovasculares, así como conocer cuales variables se tuvieron en cuenta, y que resultados se obtuvieron en ensayos clínicos vinculados a la capacidad de reserva cardiovascular, en personas

Metodología

Se realizó una revisión sistemática de ensayos clínicos, que han implementado actividad física/ ejercicio físico en personas con enfermedades cardiovasculares, analizando los efectos sobre la capacidad de reserva cardiovascular. Observándose los factores de la carga externa que se han tenido en cuenta, y los efectos documentados de dicha relación.

El rastreo bibliográfico se llevó a cabo desde la National library of medicine (PubMed). Los criterios de inclusión fueron: ensayos clínicos de no más de diez años de antigüedad, donde los artículos sean de libre acceso y estén completos en pdf -posibilitando la visualización de todo el estudio-, sin exclusión de idiomas. Las palabras claves que guiaron la búsqueda se estructuran en relación a 4 variables, que se relacionan unas con otras: 1) Cardiovascular reserve capacity and cardiovascular diseases/ and exercise; 2) Cardiovascular reserve capacity and cardiovascular disease/ and physical activity. 3) Cardiovascular reserve capacity and cardiovascular diseases/ and METs. 4) Cardiovascular reserve capacity and cardiovascular diseases/ and VO₂máx.

Resultados

Siguiendo los criterios de búsqueda, y de inclusión y exclusión se encontraron 7 estudios (por cuestiones de extensión, se muestran solo cuatro. El resto puede ver en el trabajo completo). Los mismos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen de los estudios que superaron los criterios de exclusión.

Búsqueda:	Resultado:	Carga externa	Grado de asociación

<p>Cardiovascular reserve capacity and cardiovascular diseases/ and exercise.</p>	<p>1) Kerrigan et al. (2014). "Cardiac rehabilitation improves functional capacity and patient-reported health status in patients with continuous-flow left ventricular assist devices: the Rehab-VAD randomized controlled trial".</p> <p>Se estudió, los efectos de un programa de rehabilitación cardiaca sobre la capacidad funcional y el estado de salud en pacientes con asistencia ventricular izquierda, recién implantados.</p> <p>Los sujetos inscriptos: (n= 26; 7 mujeres; edad 55 ± 13 años) con fracción de eyeccción $21 \pm 8\%$. Que completaron una prueba de ejercicio cardiopulmonar limitada por síntomas (Kansas City cardiomyopathy Questionnari); una prueba de caminata de 6 minutos; y una prueba de fuerza isocinética de una sola pierna.</p>	<p>Las personas, se sometieron a 18 sesiones de ejercicio aeróbico, entre el (60%) al (80%) de la frecuencia cardiaca de reserva.</p>	<p>Fuerte: en el grupo que participó del programa rehabilitación cardiaca se pudo ver: A) aumento del consumo máximo de oxígeno (10%); B) el tiempo en la cinta de correr (3,1 min); C) la puntuación del cuestionario (14,4%); D) en la prueba de caminada (52,3 M); E) la fuerza de las piernas (17%).</p> <p>En conclusión, los indicadores de la capacidad funcional y el estado de salud mejoran en pacientes con asistencia ventricular izquierda, que acuden a la rehabilitación cardiaca. A su vez, los investigadores plantean que es necesario investigar las causas de estas mejoras.</p>
---	--	---	--

<p>2) Stoller et al. (2015). "Efficacy of Feedback-Controlled Robotics-Assisted Treadmill Exercise to Improve Cardiovascular Fitness Early After Stroke: A Randomized Controlled Pilot Trial". En este estudio piloto, se investigó la eficacia y la viabilidad del ejercicio en cinta rodante asistido por robótica y controlado por retroalimentación (FC-RATE) para la rehabilitación cardiovascular, en personas con discapacidades graves poco después de un accidente cerebrovascular.</p> <p>Participaron: veinte individuos (edad 61 ± 11 años; 52 ± 31 días después del accidente cerebrovascular) con limitaciones motoras severas. Terminaron la intervención: (14), que a su vez se los dividió en dos grupos (7 por grupo). Las medidas de resultado se centraron en: los parámetros máximos del rendimiento cardiopulmonar, la intensidad del</p>	<p>Los sujetos reclutados, realizaron ejercicio convencional en cinta rodante asistido por robot (RATE) 4 semanas de 3 sesiones, de 30 minutos/semana.</p> <p>La intensidad del entrenamiento fue medida a través de la frecuencia cardiaca de reserva (no especifican porcentajes).</p>	<p>Fuerte: La aptitud cardiovascular aumento significativamente en ambos grupos, con un aumento del consumo máximo de oxígeno de (14,6 a 17,7 ml.kg.min.) (17,8%). Después de 4 semanas, aumento la capacidad aeróbica de (45,8% - 55,7%). La intensidad del entrenamiento (% de reserva de frecuencia cardíaca) fue significativamente mayor para FC-RATE ($40\% \pm 3\%$) que para RATE convencional ($14\% \pm 2\%$).</p> <p>Los autores plantean que, si bien se observaron aumentos sustanciales en los principales parámetros del rendimiento cardiopulmonar, no hubo diferencias significativas entre el FC rate y el rate convencional. El ejercicio en cinta rodante asistido por robot y controlado por retroalimentación, aumento significativamente la intensidad del ejercicio, pero los niveles de intensidad recomendados para el entrenamiento cardiovascular no se alcanzaron de manera consistente.</p>
---	--	---

	entrenamiento y la viabilidad.		
--	--------------------------------	--	--

	<p>3) Ivey et al. (2015). "Higher Treadmill Training Intensity to Address Functional Aerobic Impairment after Stroke".</p> <p>Donde se propuso investigar, hasta qué punto son posibles mayores mejoras en el VO₂máx después de un accidente cerebrovascular, a través de un protocolo en cinta rodante con énfasis en la progresión de la intensidad, en comparación con un protocolo sin progresiones en la intensidad.</p> <p>Se utilizó un diseño aleatorio, comparando sobrevivientes de un accidente cerebrovascular, que realizaron entrenamientos en cinta rodante de mayor intensidad, con aquellos que se sometieron a un entrenamiento de menor intensidad.</p> <p>Los resultados medidos fueron: el cambio en el VO₂Máx; la distancia de caminata de</p>	<p>El entrenamiento de mayor intensidad (HI-TM, n=18), se realizó al (80%) de la frecuencia cardiaca de reserva. Mientras que pacientes que lo realizaron a menor intensidad (LO-TM, n=16), lo hicieron al (50%) de la frecuencia cardiaca de reserva. A su vez, estos últimos entrenaron durante un tiempo más prolongado por sesión, en un esfuerzo por igualar la carga de trabajo y el gasto calórico.</p>	<p>Fuerte: los participantes HI-TM tuvieron ganancias significativamente mayores en el VO₂ PICO (+34%) que los participantes LO-TM (+5%), durante el periodo de intervención de 6 meses. Así mismo, no se observaron diferencias significativas entre los grupos en los cambios para 6MWD, 30WT, 48 SC.</p> <p>Concluyendo que, el HI-T es mucho más eficaz que LO-TM para mejorar el VO₂Máx, después de un accidente cerebrovascular incapacitante. La magnitud de la mejora relativa para HI-TM fue el doble en comparación de los informes de los investigadores en sus laboratorios.</p>
--	--	--	--

	6 minutos (MWD); los tiempos de		
--	---------------------------------	--	--

	<p>caminata de 30 pies (30 WT); y el conteo de pasos de 48 horas (48 SC).</p> <p>Los pacientes fueron asignados al azar con estratificación, según la edad y la capacidad inicial para caminar.</p>		
	<p>4) Jones et al. (2014). “Safety and efficacy of aerobic training in patients with cancer who have heart failure: an analysis of the HF-ACTION randomized trial”.</p> <p>Se propuso investigar, la eficacia y seguridad del entrenamiento aeróbico en pacientes con cáncer e insuficiencia cardiaca, medicamente estable. Se realizó un análisis retrospectivo de 90 pacientes con cáncer que tenían insuficiencia cardiaca, y fueron asignados a entrenamientos aeróbicos (AT, n=47) o atenciones basadas en guías (UC n=43).</p> <p>El criterio de valoración principal fue la mortalidad por todas las causas y la hospitalización. Los criterios de valoración secundarios fueron, seguridad y cambio</p>	<p>La seguridad y eficacia del entrenamiento aeróbico consistió en: tres sesiones supervisadas por semana de 20 a 45 minutos, a una intensidad del (60%) al (70%) de la frecuencia cardiaca de reserva. Durante 12 semanas, seguidas de sesiones en el hogar durante 4 a 12 meses.</p>	<p>Débil: la incidencia de mortalidad cardiovascular u hospitalización cardiovascular, fue significativamente mayor en el grupo de AT vs UC (41% vs 67%). No se encontraron diferencias en el VO2 Pico o de la calidad de vida.</p> <p>Si se pudo ver -basado en el cumplimiento de la TA-, la mortalidad por todas las causas y la hospitalización: fueron del (66%) en los pacientes que cumplieron (≥ 90 minutos por semana) en comparación con el (84%) en los pacientes que no cumplieron (< 90 minutos por semana).</p> <p>Como conclusión, en los análisis ITT, la AT no mejoró los resultados clínicos en pacientes con cáncer que padecían insuficiencia cardiaca.</p>

	en la capacidad de ejercicio (VO2 PICO) y la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS).		
--	---	--	--

Conclusión

Los resultados obtenidos muestran que existe una relación positiva entre la cantidad de ejercicio físico y las adaptaciones cardiovasculares. La intensidad resultó una variable que incide en el resultado del programa preventivo, pero no está disociada de la duración. Por lo tanto, una combinación entre intensidad y duración adecuadas, resultarían en la optimización de los resultados del programa de actividad física para la salud. La carga externa condiciona, en términos relativos, los resultados del programa y la respuesta de la carga interna.

La capacidad de reserva se ve aumentada cuando se realizan ejercicios físicos de moderada intensidad al menos durante 16 semanas. El aumento de la capacidad de reserva es, tal vez, uno de los principales motivos para que las personas sanas (y también quienes tienen afectación cardiovascular) abandonen la vida sedentaria y se vuelquen una vida activa.

Se necesitan más estudios acerca de la capacidad de reserva, pero se especula que el aumento de la reserva impactaría sustancialmente sobre la prevención de enfermedades, alejaría la posibilidad de infarto y otras enfermedades circulatorias, así como retrasaría las pérdidas de capacidades y funciones manteniendo por mas tiempo la salud plena.

Referencias

Alonso-Galbán, P., Sansó-Soberats, F. J., Díaz-Canel, N., Ana María, C., García, M. y Oliva, T. (2007). Envejecimiento poblacional y fragilidad en el adulto mayor. *Revista Cubana de Salud Pública*, 33(1). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662007000100010&lng=es&tlang=es

Bernardo, B.C., Ooi, J.Y.Y., Weeks, K.L., Patterson, N.L. y McMullen, J.R. (2018). Understandig Key Mechanisms of Exercise-Induced Cardiac Protection to Mitigate Diseases: Current Knowledge and Emergin Cocepts. *Physol Rev.* 2018 Jan 1; 98(1): 419-475. doi: 10.1152/physrev.00043.2016

Benito-Peinado., P., Díaz-Molina, V., Calderón-Montero, F. y otros. (2007). La revisión bibliográfica sistemática en Fisiología del Ejercicio, consideraciones prácticas. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, Vol. 3, 6: 1-11

Carrasco-Calzada, A., Barahona-Esteban, N., Sánchez-Cabaco, A. y Fernández Mateos, L. M. (2017). El papel de la reserva cognitiva en el proceso de envejecimiento. *Revista De Psicología* (Trujillo), 19(1), 159–192. Recuperado de <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/revpsi/article/view/361>

Costill, D. y Wilmore, J. (2001). Fisiología del esfuerzo y del deporte. Ed. Paidotribo.4º Ed.

Del Buono, M.G., Arena, R., Borlaug, B.A., Carbone, S., Canada, J.M., Kirkman, D.L., Garten, R., Rodriguez-Miguel, P., Guazzi, M., Lavie, C.J. y Abbate, A. (2019). Exercise Intolerance in Patients With Heart Failure: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol* 2019 May 7; 73(17):2209-2225. doi: 10.1016/j.jacc.2019.01.07

Ivey, F.M., Stookey, A.D., Hafer-Macko, C.E., Ryan, A.S. y Macko, R.F. (2015). Higher Treadmill Training Intensity to Address Functional Aerobic Impairment after Stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2015 Nov; 24(11):2539-46. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2015.07.002

Jiménez-Gutiérrez, A. (2006). Fundamentos científicos del ejercicio para la prevención de enfermedades cardiovasculares. En: “Fundamentos científicos y metodológicos del ejercicio en la prevención e intervención sobre las enfermedades cardiovasculares”. Coordinador Adrián Casas. ED. UCALP

Lam de Calvo, O. (2010). Fisiología del Síndrome de Fragilidad en el adulto Mayor. *Revista Medico Científica*, 20 (1), 5. Recuperado de: <https://revistamedicocientifica.org/index.php/rmc/article/view/25>

López-Chicharro, J. y Fernández-Vaquero, A. (2006). Fisiología del Ejercicio. Editorial Médica Panamericana.

Mujika, I. (2013). The alphabet of sport science research starts with Q. *Int J Sports Physiol Ensenada*, 20 al 24 de octubre del 2025
ISSN 1853-7316 - web: <https://congresos.fahce.unlp.edu.ar/congresoeducacionfisica>

Perform. 2013 Sep; 8(5): 465-6. doi: 10.1123/ijsp.8.5.465

Naviaux, R.K. (2014). Metabolic features of the cell danger response. *Mitochondron*. 2014 May; 16:7-17. doi: 10.1016/j.mito.2013.08.006

Sánchez-Montero, A. V. (2008). Efecto de un programa de educación y ejercicio físico sobre la capacidad funcional e incidencia en el costo de atención en salud en un grupo de personas mayores de 60 años del área de Palmares. Recuperado de: <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/11346>

Kerrigan, D.K., Williams, C., Ehrman, J.K., Saval, M.A., Bronsteen, K., Schairer, J.R., Swaffer, M., Brawner, C.A., Lanfear, D.E., Selektor, Y., Velez, M., Tita, C. y Keteyian, S.J. (2014). Cardiac rehabilitation improves functional capacity and patient-reported health status in patients with continuos-flow left ventricular assist devices: the Rehab- Vad randomized controlled tria. *JACC Heart Fail*. 2014 Dec; 2(6):653-9.