

Artículo de Revisión Bibliográfica

Pacientes post COVID-19 y la bioenergética de las fibras musculares con relación al ejercicio aeróbico**Post COVID-19 patients and the muscle fibers bioenergetics in relation to aerobic exercise**

Alexandro Marcelo Sánchez Videa 1.

José Waldo Aquino Hinojosa 2.

Mauricio Cabrera Ponce 3.

1. Docente de la Carrera de Fisioterapia y Kinesiología. Universidad del Valle. Sede Cochabamba. asanchezv@univalle.edu
2. Fisioterapeuta Kinesiólogo UNICEN. Docente de prácticas externas UNICEN, Cochabamba. aquinohinojosaj@gmail.com
3. Director de la Carrera de Fisioterapia y Kinesiología. Universidad del Valle. Sede Cochabamba. mcabrerap@univalle.edu

RESUMEN

La pandemia de COVID-19, sin duda, ha provocado que muchos profesionales en salud creen estrategias de intervención dentro del ámbito preventivo, terapéutico y educativo, para poder mejorar la condición del estado de salud de los pacientes que cursan con esta enfermedad. Toda la información que esté relacionada con COVID-19 es nueva, pero podemos encontrar cierta similitud en los síntomas respiratorios y las consecuencias procedentes del SARS-CoV-2.

Cuando un paciente adquiere esta enfermedad, puede llegar a presentar síntomas moderados o graves (sintomático), leves (presintomático) y hasta no presentar ningún tipo de síntomas (asintomático); demostrando variaciones en el pronóstico de cada paciente. La afección principal se muestra en el sistema respiratorio, causando alteraciones en los volúmenes pulmonares, músculos respiratorios y capacidades funcionales ventilatorias principalmente. Sin embargo, en pacientes que realizaban ejercicio físico de manera continua, regular o eventual, se podría mejorar de manera significativa, en especial si se trababa de ejercicio aeróbico, ya que la finalidad de este tipo de ejercicio es capaz de optimizar el estado de salud, así como también es muy útil

al momento de uso energético hacia el tejido muscular para mantener la actividad motora de fibras musculares tipo I (fosforilación oxidativa).

En caso de no se obtener el oxígeno necesario para el organismo, esto podría llevar a un déficit en la actividad muscular, y así recurrir a otro tipo de rutas energéticas (anaeróbicas), que no hacen uso del oxígeno, alterando completamente las etapas del modelo trifásico de la intensidad de Skinner.

Palabras Clave: Bioenergética. Ejercicio Aeróbico. Músculos. Post COVID-19.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic, without a doubt, has caused many health professionals to create intervention strategies within the preventive, therapeutic and educational fields, in order to improve the health condition of patients with this disease. All the information that is related to COVID-19 is new, but we can find some similarity in the respiratory symptoms and the consequences coming from SARS-CoV-2.

When a patient gets this disease, he or she can present moderate or severe symptoms (symptomatic), mild (presymptomatic) and even not present any type of symptoms at all (asymptomatic); demonstrating variations in the prognosis of each patient. The main condition is shown in the respiratory system, causing alterations in lung volumes, respiratory muscles and ventilatory functional capacities mainly.

However, in patients who performed continuous, regular or occasional physical exercise, it could be significantly improved, especially if it was done with aerobic exercise, since the purpose of this type of exercise is capable of optimizing the state of health, as well as it is very useful at the moment of energy use towards the muscular tissue to maintain the motor activity of type I muscle fibers (oxidative phosphorylation).

In case of not obtaining the necessary oxygen for the body, this could lead to a deficit in muscle activity, and thus resort to other types of energy routes (anaerobic), which do not use oxygen, completely altering the stages of the model triphasic skinner intensity.

Keywords: Aerobic exercise. Bioenergetics. Muscles. Post COVID-19.

INTRODUCCIÓN

El ejercicio físico adecuado y planificado por profesionales del movimiento (kinesiólogos) demuestra varios beneficios físicos, mentales, e influye en la prevención de otras enfermedades en diferentes etapas. El grado de actividad física, actualmente, se utiliza como un punto importante en las consultas de los pacientes, y cada una de estas consultas debería finalizar al menos con una recomendación de ejercicio o la remisión con un profesional especializado (1); porque el ejercicio es medicina, y se ha constatado esto a lo largo de los tiempos mediante evidencia clínica.

En cada persona existe la participación de las fibras musculares para el movimiento

corporal, y para que las fibras musculares realicen tal demanda, requieren energía para lograr la contracción (bioenergética de las fibras musculares). En lo funcional, los sistemas energéticos cumplen un papel demasiado importante para el proceso de la contracción muscular, por lo tanto, el ejercicio físico se constituye en el estímulo necesario para lograr esta participación.

DESARROLLO

1. Consideraciones clínicas en pacientes con COVID-19

Desde un punto de vista fisiopatológico, la COVID-19 produce cambios bioquímicos, morfológicos y de viabilidad celular en neumocitos tipo I y de tipo II (2). En ocasiones, el paciente empeora o, en casos aún más graves, por las complicaciones, se da una falla de varios órganos internos, como disfunciones cardíacas, renales, hepáticas y respiratorias, por un proceso inflamatorio relacionado con la liberación de citoquinas (3).

2. Fase de recuperación y alta hospitalaria

En la tercera y última fase de los pacientes que cursaron con COVID-19, se recomienda el retorno a la actividad física y ejercicios, específicamente aeróbicos, con una intensidad gradual acorde a la tolerancia y capacidades del paciente con procesos respiratorios secundarios de leve a moderado. En pacientes con secuelas más graves es posible que presenten disnea, desacondicionamiento físico y atrofia muscular (4) (5); así que en estos casos se recomienda una dosificación de ejercicios aeróbicos más personalizados.

3. Métodos para cuantificar la intensidad en ejercicios aeróbicos

Existen diferentes herramientas por las cuales podemos cuantificar la intensidad en este tipo de ejercicios, entre estas, las más utilizadas son la frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, lactato, percepción subjetiva del esfuerzo, o potencia crítica (6).

3.1. Frecuencia cardiaca

Indica la relación lineal que existe entre la frecuencia cardiaca (FC) y la carga de trabajo representada en vatios, para que así se obtenga una intensidad más individualizada del entrenamiento.

3.2. Consumo de oxígeno

El VO2 se usa para cuantificar la intensidad del ejercicio aeróbico en situaciones estables. Sin embargo, el rendimiento en resistencia aeróbica depende desde un punto de vista fisiológico: economía de gesto, %VO2max sostenible durante un tiempo prolongado y potencia aeróbica máxima o VO2 máx. (7).

La resistencia aeróbica depende de varios factores, pero es imprescindible el consumo de oxígeno para lograrlo. Desde una perspectiva más fisiológica, depende de la frecuencia cardiaca máxima, el volumen sistólico máximo como resultado del gasto cardiaco máximo; y, por otro lado, la densidad capilar, la función pulmonar, la cantidad de hemoglobina en la sangre, el porcentaje de saturación de oxígeno que da como resultado la diferencia arteriovenosa de oxígeno. Todos estos factores dan como resultado el consumo de oxígeno máximo (VO2 máx.) (7).

3.3. Lactato

Además de tener una participación en la intensidad del ejercicio aeróbico, se comprueba las distintas adaptaciones y disposiciones de las cargas de trabajo que puede presentar en el momento del ejercicio aeróbico (umbral láctico). Según López Chicharro (8), el umbral láctico es la intensidad del ejercicio a partir de la cual se producen elevaciones en la concentración del lactato en la sangre, que inicia la contribución anaeróbica para la producción de energía para el ejercicio desarrollado (8).

La utilización del lactato es la forma quizás más útil para la intensidad del ejercicio aeróbico de una forma más individual, sin embargo, también tiene varias limitaciones que hay que considerar (6):

- Temperatura ambiente, la deshidratación y el lugar de la muestra (venosa o arterial) pueden afectar los resultados de niveles del lactato.
- Es dependiente de la duración del ejercicio y del estado nutricional.

3.4. Percepción subjetiva del esfuerzo.

Se asienta en la valoración subjetiva numérica de la sensación por estrés al que está sometido el organismo, en este caso en el ejercicio aeróbico (Tabla 1).

Tabla 1. Escala de valoración de la percepción subjetiva del esfuerzo de Borg

<i>PUNTUACIÓN</i>	<i>VALORACIÓN DEL ESFUERZO</i>
6	Muy, muy ligero
7	
8	
9	Muy ligero
10	
11	Moderado
12	
13	Algo duro
14	
15	Duro
16	
17	Muy duro
18	
19	Muy, muy duro
20	Máximo, extenuante

Fuente: (9).

Prácticamente, la escala de Borg puede expresarse en el ejercicio como la información del organismo de un estado de fatiga y de la ventilación pulmonar (6).

3.5. Potencia Crítica

Es la más alta intensidad, que no está ligada a un estado estable que puede mantenerse por más 20 minutos, pero -por lo general- menos de 40 minutos (9). Para obtener la potencia crítica se establece una conexión hiperbólica de la velocidad o potencia de trabajo (Ej.: la máxima distancia recorrida) con el tiempo de agotamiento (6) (9).

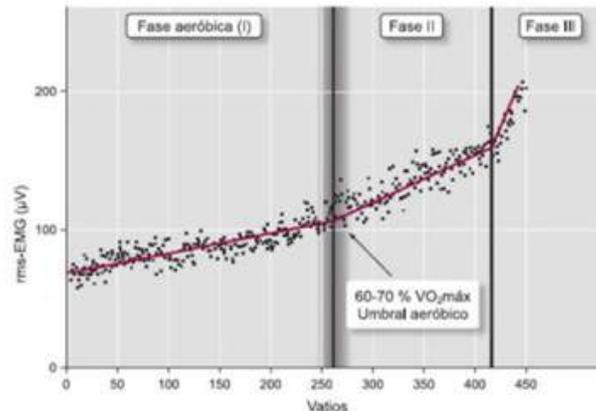
4. Modelo Trifásico de Intensidad

La intensidad como papel principal de este modelo trifásico planteado por Skinnery McLellan es un fundamental para dosificar la exposición desde el ejercicio, hasta la mayor respuesta de la potencia aeróbica (VO_2 máx.). El modelo trifásico

muestra el proceso metabólico y la respuesta cardiorrespiratoria de un estado inicial (reposo) a un estado máximo de capacidad (ejercicio de máxima intensidad).

En cada una de las fases (Fase I, II y III) se dan procesos diferentes en respuesta al ejercicio; entre estas se incluye la participación selectiva o combinada de las fibras musculares (tipo I, Ila o IIX), catecolaminas, neurotransmisores (noradrenalina y adrenalina), entre otros factores que responden al ejercicio (7). En este caso, nos enfocaremos más en la primera fase (aeróbica), que es la primera que cursa el organismo durante el ejercicio y es la que más podría afectarse en pacientes post COVID-19, así como tener consecuencias en el reclutamiento de fibras musculares, basándonos en la bioenergética de las fibras musculares como se explicó anteriormente.

Figura 1. Modelo trifásico de intensidad del ejercicio



Fuente: (6).

4.1.1. Fase I: aeróbica

Esta fase comprende los rangos del inicio del ejercicio hasta el umbral aeróbico. En esta existe un predominio del consumo de grasas como fuente de energía en comparación con la ruta metabólica aeróbica u oxidativa, y que las fibras musculares con más participación son las fibras musculares tónicas o tipo I (6). En general, los sistemas que participan dentro de la Fase I del modelo trifásico de intensidad son: el sistema neuromuscular, el neuroendocrino, el energético,

el respiratorio y el cardiorrespiratorio; además del consumo de oxígeno y la percepción subjetiva del esfuerzo.

4.1.1.1. Sistema neuromuscular

Los axones de las fibras musculares de tipo I, de conducción lenta y de uso de energía de tipo oxidativo, al tener un calibre más pequeño en comparación con los otros dos tipos de fibras musculares, tiene una velocidad de contracción lenta; y, por esa razón, es posible afirmar que

el desarrollo de la Fase I del modelo trifásico de intensidad se da gracias a la participación selectiva de este tipo de fibras musculares que, -desde un punto de vista metabólico- son capaces de soportar todas las exigencias energéticas durante el ejercicio (6).

Para poder realizar la contracción muscular de las fibras tipo I, el músculo necesita de energía y la obtiene del ATP mitocondrial para el metabolismo aeróbico (dependientes del oxígeno). Para ello, es necesario una buena respuesta pulmonar y cardiocirculatoria, para transportar principalmente el oxígeno a las fibras musculares.

4.1.1.2. Sistema neuroendocrino

La respuesta hormonal depende de la intensidad del ejercicio a la carga absoluta del trabajo realizado (10). El organismo siempre va a tratar de adaptarse a la situación en la que se encuentre (en este caso, el ejercicio), como respuesta a estos estímulos del eje simpaticoadrenal, con el fin de activar los diferentes sistemas y órganos para facilitar la producción y recolección de energía necesaria especialmente en las fibras de tipo I (9).

4.1.1.3. Sistema energético

Los sistemas aeróbicos (oxidativos), al ser los que predominan en la Fase I del modelo trifásico, permiten una participación selectiva de las fibras musculares de tipo I por la demanda de energía en cantidades que son completamente bajas (10). Además, en esta fase, la oxidación celular es el elemento que dará la mayor parte de energía a través de macronutrientes (hidratos de carbono, grasas y proteínas) (6).

4.1.1.4. Sistema respiratorio

A diferencia de las Fase II y III del modelo trifásico, en la Fase I existe un aumento y una mayor participación en la extracción de oxígeno para responder satisfactoriamente a las demandas energéticas de las fibras musculares durante el ejercicio físico. En esta fase, que se da como

respuesta inicial en el ejercicio, la ventilación pulmonar incrementa de forma lineal, mejorando la capacidad de difusión del O₂ y el CO₂ por la apertura de los capilares pulmonares.

4.2. Consecuencias musculares

La bioenergética de las fibras musculares se ejecuta dependiendo el tipo de trabajo que se vaya a realizar (aeróbico, anaeróbico láctico o aláctico), ya sea con el uso del oxígeno como fuente principal o bien a los glúcidos, grasas o proteínas. Esto hace referencia muy clara a la actividad enzimática mitocondrial que puede reducirse en un porcentaje considerable, más que todo en las fibras tónicas o tipo I, por el requerimiento principal del oxígeno como fuente de energía. La reducción de la actividad enzimática mitocondrial puede producir una disminución de la producción del ATP de forma considerable (11).

Además, se debe considerar que, dentro del campo de la investigación, los autores mencionan cambios en el sistema musculoesquelético (12). Con el paso de la edad, se produce una disminución en la fuerza, o la cantidad de energía que produce un músculo. Tal es el caso de la fuerza muscular de la extremidad inferior, que presenta una reducción progresiva del 40% desde los 30 y 80 años (13).

Por otro lado, la capacidad del músculo de contraerse continuamente a niveles submáximos hace referencia a la resistencia muscular, que a pesar de verse mejor conservada que la fuerza, también disminuye con la edad. A medida que los músculos envejecen, se vuelven más pequeños; esta reducción de la masa muscular es mayor en las extremidades inferiores que en las superiores (14).

4.3. Bioenergética de las fibras musculares

Para que el músculo esquelético obtenga energía y transforme esta en energía mecánica necesita de los sustratos energéticos que son las grasas e hidratos de carbono. Las proteínas también

actúan como sustratos energéticos, pero solamente en ejercicios muy prolongados o en ayuno.

Todos estos sustratos mencionados no son usados de primera mano por la célula muscular, sino que tienen que transferir la energía que tengan en sus enlaces químicos para conservar la cantidad adecuada de trifosfato de adenosina (ATP), porque la energía de este compuesto químico de alta energía es la única que puede ser absorbida por la célula muscular para poder transformarla en energía mecánica. De esta manera, la bioenergética de las células musculares esqueléticas va a requerir una cantidad necesaria de producción de ATP, para cumplir con las demandas energéticas en una determinada actividad física (15).

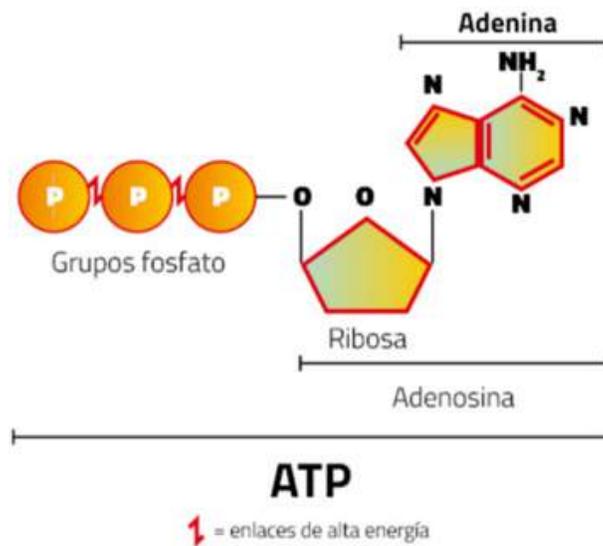
4.3.1. Metabolismo de los fosfágenos

Durante la actividad física, el sistema musculoesquelético utiliza las reservas energéticas provenientes de los sustratos, por los cuales obtiene energía química para producir energía mecánica o estática, gracias a la ingestión diaria de nutrientes. Desde el aspecto energético, el ATP, ADP (difosfato de adenosina), y el AMP (monofosfato de adenosina) son los principales representantes de las moléculas omnipresentes de nuestras células.

Estas moléculas están compuestas por (Figura 2):

- Una base de pirimidina (adenina en el ATP).
- Un monosacárido ribosa (o desoxirribosa).
- Al menos un grupo de fosfato.

Figura 2. Estructura química del ATP



Fuente: (16).

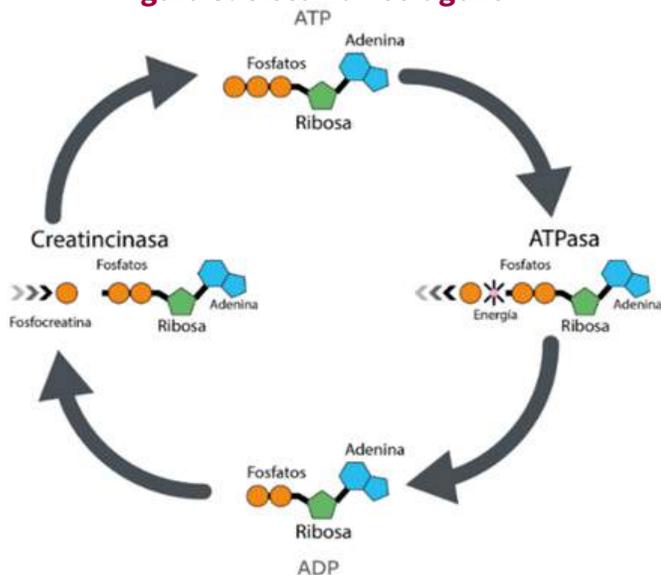
Cuando la adenina se une a una ribosa tenemos a un nucleótido (adenosina). Cuando se agrega un fosfato a la posición 5 de la ribosa en la adenosina obtendremos adenosín-monofosfato (AMP). Si a este nucleótido le agregamos otro grupo de fosfato tendremos adenosín-difosfato (ADP), y si agregamos un grupo de fosfato más, obtendremos adenosín-trifosfato (ATP) (16).

almacenado en las fibras musculares esqueléticas se consume velozmente, del que se desprende un átomo del grupo fosfato para producir energía, formando ADP como resultado. El sistema fosfágeno es el encargado de reponer este átomo perdido a partir de la fosfocreatina almacenada también en el músculo, volviendo a proporcionar energía.

Cuando comienza la actividad muscular, la energía obtenida del ATP que se encuentra

En este sistema actúan dos enzimas catabolizantes principales (Figura 3):

Figura 3. Sistema Fosfágeno



Fuente: (17).

- **Adenosín trifosfatasa** (ATPasa), que descompone el ATP separando un grupo de fosfato para obtener energía y ADP.

- **Creatinsinasa**, que se encarga de descomponer la fosfocreatina para agregar el grupo fosfato perdido y formar nuevamente ATP.

“La actividad en la enzima ATPasa en la interacción actina-miosina es el acontecimiento principal en la utilización del ATP durante la actividad muscular” (15).

La mayor parte de hidrólisis de ATP en el ejercicio muscular se debe a la actividad de la adenosín trifosfatasa o ATPasa de la miosina. La enzima ATPasa de la bomba sodio-potasio también hidroliza ATP para recuperar el potencial de

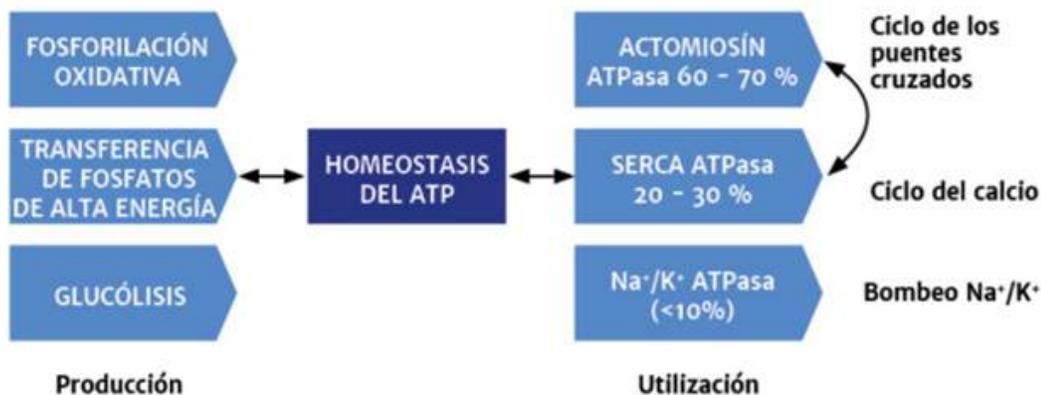
membrana durante la relajación muscular (15). La utilización de la energía obtenida del ATP en el ejercicio se ejecuta por la acción de tres enzimas ATPasas en la contracción muscular (Figura 4) (16):

- **Actomiosín** ATPasa, que autoriza el desplazamiento de las moléculas de miosina modificando su conformación.

- **SERCA** ATPasa, que inserta nuevamente el calcio dentro del retículo sarcoplásmico para la relajación muscular.

- ATPasa de la bomba de sodio y potasio (Na^+/K^+), que restaura el equilibrio iónico después de una despolarización de la membrana celular para recuperar el potencial de membrana en reposo.

Figura 4. Utilización del ATP durante la contracción muscular



Fuente: (16).

4.3.2. Rutas metabólicas para la resíntesis de ATP durante el ejercicio.

La restitución de ATP en el ejercicio puede darse rápidamente, de tal forma que no llegue a modificarse las concentraciones intracelulares de ATP. Para que esto sea posible, se necesita un equilibrio perfecto de la hidrólisis de ATP y su resíntesis (ATP → ADP → ATP). En su gran parte, el ATP de la célula se recupera por la energía que se dan en el catabolismo celular de macronutrientes como las grasas, hidratos de carbono o proteínas. En algunas situaciones estos procesos pueden darse también sin la participación del oxígeno procedente del aire atmosférico y la energía se obtiene del citoplasma celular, a esto se lo denomina “rutas metabólicas anaeróbicas”.

La mayor parte de esta restitución o reposición de ATP en la célula muscular se da mediante la fosforilación oxidativa. En este proceso es muy importante la disposición de oxígeno, a esto se conoce como “metabolismo aeróbico”. Desde una perspectiva conceptual es posible establecer la clasificación de los sistemas energéticos acordes al tipo de sustrato utilizado (Tabla 2).

Aclarando que no se produce una participación unitaria de sistemas, y mucho menos durante el ejercicio, sino se emplea un gran porcentaje de participación de uno a otro sistema dependiendo del trabajo en el ejercicio que se vaya a realizar:

- A. Metabolismo de los fosfágenos.
- B. Metabolismo de los hidratos de carbono (glucólisis citosólica y oxidación).
- C. Metabolismo de grasas (oxidación).
- D. Metabolismo de las proteínas (oxidación).

Tabla 2. Agrupación de los sistemas de producción de ATP en el músculo esquelético

CITOSOL	MITOCONDRIA
FOSFOCREATINA	Metabolismo Oxidativo
HIDRATOS DE CARBONO	HIDRATOS DE CARBONO
Metabolismo glucolítico	GRASAS
	PROTEÍNAS

Fuente: (16).

La utilización de los términos “aeróbico” y “anaeróbico” en fisiología del ejercicio es más una cuestión didáctica que realmente fisiológica. El denominado metabolismo “anaeróbico” no se refiere a una ruta metabólica que funciona en ausencia de oxígeno, sino que no utiliza oxígeno (10).

CONCLUSIONES

Como medidas preventivas contra la COVID-19 establecidas por la Organización Mundial de la Salud se encuentra el aislamiento, no obstante, este que puede favorecer un comportamiento sedentario, reduciendo la actividad física o actividades cotidianas, y así, aumentar el riesgo de padecer otras enfermedades o empeorar patologías precedentes.

En un estudio se indica que el reposo en cama por tres semanas en personas de 20 años reduce la capacidad aeróbica en mayor medida que en tres décadas de envejecimiento, y que para recuperar esta capacidad aeróbica perdida se necesitaron seis meses de entrenamiento promedio (18).

El proceso de obtención de energía por parte de las fibras musculares (16), y aún más durante el ejercicio físico, principalmente en la Fase I del modelo trifásico de la intensidad del ejercicio (6), depende mucho de las concentraciones de oxígeno que el organismo recibe del medio externo a través del sistema respiratorio; mismas que, en pacientes post COVID-19 podrían verse alteradas, creando un desequilibrio en la bioenergética de las fibras musculares que

llevaría al paciente a disminuir el rendimiento físico, provocando que se llegue a una posible vida sedentaria. Por lo que el trabajo en cuanto a dosificación de la intensidad de los ejercicios aeróbicos (7) debe darse por un profesional del movimiento, de modo que se obtengan mejores resultados en el pronóstico del paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Medicine ACoS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Décima ed. Madrid: Wolters Kluwer; 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.004>
2. Di Wu ea. The SARS-CoV-2 outbreak: What we know. *International Journal of Infectious Diseases*. 2020 Febrero; 94.
3. Murthy S GCFR. Care for Critically Ill Patients With COVID-19. *Journal of the American Medical Association*. 2020 Marzo; 323(15). <https://doi.org/10.1001/jama.2020.3633>
4. Lau HM NGJALESEHD. A randomised controlled trial of the effectiveness of an exercise training program in patients recovering from severe acute respiratory syndrome. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2005; 51(4). [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(05\)70002-7](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(05)70002-7)
5. Almekhlafi ea. Presentation and outcome of Middle East respiratory syndrome in Saudi intensive care unit patients. *Critical Care*. 2006 Mayo; 20(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1303-8>
6. López Chicharro VCCL. Fisiología del entrenamiento aeróbico, una visión integrada Madrid: Medica Panamericana; 2013.
7. López Chicharro VC. Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad Madrid: AUTOR EDITOR; 2018.
8. Lopez Chicharro VC. Umbral Láctico, bases fisiológicas y aplicación al entrenamiento Madrid: Medica Panamericana; 2017.
9. Lopez Chicharro FV. Fisiología del Ejercicio Madrid: Medica Panamericana; 2006.
10. José López Chicharro LMLM. Fisiología Clínica del Ejercicio Madrid: Medica Panamericana; 2008.
11. Cesar Kalazich ea. Orientaciones Deporte y COVID-19: Recomendaciones sobre el retorno a la actividad física y deportes de niños niñas y adolescentes. *Rev Chil Pediatr*. 2020 Julio; 91(7). <https://doi.org/10.32641/rchped.v91i7.2782>
12. M V Narici ea. Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly. *J. Musculoskel Neuron Interact*. 2004 Junio; 4(2).
13. A Aniansson LSAREL. Muscle function in 75 years old men and women. A longitudinal study. *Scand J Rehabil Med Suppl*. 1983; 9(92).
14. Medina IA ea. Ejercicios que apoyan el funcionamiento físico en adultos mayores con sarcopenia. *Sanus*. 2018 Enero-Abril; 3(5).
15. Chicharro L. Umbral Láctico Madrid: Medica Panamericana; 2017.
16. López Chicharro AFV. Bioenergética de las Fibras musculares Madrid: AUTOR EDITOR; 2017.
17. nutrición M. Mundo Nutrición. [Online].; 2016 [cited 2020 Agosto 1. Available from: https://mundonutricion.es/es/noticias/28_sistema-fosfageno-1.html.
18. McGuire ea. A 30-year follow-up of the Dallas Bed Rest and Training Study: I. Effect of age on the cardiovascular response to exercise. *Circulation*. 2001 Septiembre; 104(12). <https://doi.org/10.1161/circ.104.12.1350>
19. Medicine ACoS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Décima ed.: Wolters Kluwer; 2018.

Derechos de Autor (c) 2020 Alejandro Marcelo Sánchez Videz; José Waldo Aquino Hinojosa; Mauricio Cabrera Ponce.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)