

Beneficios de la práctica regular de actividad física y sus efectos sobre la salud para enfrentar la pandemia por Covid-19: una revisión sistemática

Benefits of regular physical activity practice and its health effects to face the Covid-19 pandemic: a systematic review

Johan Enrique Ortiz Guzmán¹

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A (Colombia)

Angy Calorina Villamil Duarte

Universidad del Rosario (Colombia)

Recibido: 05 de junio de 2020

Aceptado: 27 de agosto de 2020

Publicado: 21 de septiembre de 2020

Resumen

El Objetivo de este trabajo fue determinar los beneficios que conlleva la práctica regular de actividad física (AF) y sus efectos sobre la salud física y mental para enfrentar la COVID-19. Para ello, se realizó una revisión sistemática de la literatura disponible en bases de datos especializadas PUBMED, SCIELO, EBSCO y OVID, la cual se ajustó a las directrices enmarcadas en la metodología PRISMA. Se definieron ecuaciones de búsqueda bajo los

¹ Email: johortiz@udca.edu.co



términos MESH: physical activity, exercise, sport, COVID-19, SARS-CoV-2 y utilizando caracteres booleanos AND y OR. Con estas ecuaciones se buscaron artículos publicados entre febrero y mayo de 2020, recuperando 53 registros en total e incluyendo en la revisión final 16 de ellos que cumplían con todos los criterios de inclusión y de exclusión definidos. Los resultados sugieren que la práctica regular de AF podría ser una herramienta importante para enfrentar los efectos adversos ocasionados sobre el organismo debido a la infección por el SARS-Cov-2 y esto porque: a) mejora la respuesta del sistema inmunológico ante una posible infección por SARS-CoV-2; b) aumenta la acción del eje isoforma 2 de la enzima convertora de angiotensina-angiotensina 1,7-Receptor Mas (ECA2-Ang.1,7-Rec.Mas.), el cual favorece estadios antiinflamatorios, antitrombóticos y disminuye el estrés oxidativo; c) disminuye la incidencia o ayuda en el control de las principales comorbilidades que predisponen al desarrollo de síntomas más severos y que aumentan el riesgo de mortalidad ante la COVID-19. Con estos hallazgos se concluye que la práctica regular de AF es necesaria para enfrentar la actual situación de pandemia, ya que ayuda, no solo al mantenimiento de la buena condición de salud física y mental durante el periodo de aislamiento social y confinamiento, sino que también parece ofrecer una mejor respuesta ante la infección por SARS-CoV-2, disminuyendo el riesgo de mortalidad.

Palabras clave: actividad física, ejercicio, deporte, COVID-19, SARS-CoV-2.

Abstract

The objective of this work was to determine the benefits of regular physical activity (PA) and its effects on physical and mental health to fight COVID-19. For this, a systematic review of the literature available in specialized databases PUBMED, SCIELO, EBSCO and OVID was carried out, which was adjusted to the guidelines framed in the PRISMA methodology. Search equations were defined under the terms MESH: physical activity, exercise, sport, COVID-19, SARS-CoV-2 and using boolean characters AND and OR. With these equations, articles published between February and May 2020 were searched, recovering 53 records in total and including in the final review 16 of them that met all the defined inclusion and exclusion criteria. The results suggest that the regular practice of PA could be an important tool to fight the adverse effects caused on the organism due to the infection by SARS-Cov-2 and this because: a) it improves the response of the immune system to a possible infection by SARS-CoV-2; b) increases the action of the axis: isoform 2 of the angiotensin-angiotensin converting enzyme 1,7-Mas Receptor (ECA2-Ang.1,7-Rec.Mas.), which favors anti-inflammatory and antithrombotic stages and reduces oxidative stress ; c) decreases the incidence or helps in the control of the main comorbidities that predispose to the development of more severe symptoms and that increase the risk of mortality from COVID-19. With these findings, it is concluded that the regular practice of PA is necessary to fight the current pandemic situation, since it helps, not only to maintain good physical and mental health during the period of social isolation and confinement, but also seems to offer a better response to SARS-CoV-2 infection, reducing the risk of mortality.

Keywords: physical activity, exercise, sport, COVID-19, SARS-CoV-2.

Introducción

El pasado 31 de diciembre, la Organización Mundial de la Salud (OMS) emitió una alerta por la detección de un virus que estaba afectando un grupo importante de personas, presentando como elemento en común, algún tipo de contacto con un mercado de mariscos en la provincia de Hubei, en Wuhan (China). Ante estas condiciones, las autoridades sanitarias de China decidieron cerrar el mercado de mariscos dado que se tenían evidencias que los animales salvajes vendidos en este mercado podrían ser la fuente de transmisión del virus (Andersen, Rambaut, Lipkin, Holmes, & Garry, 2020). Desde entonces, los casos de infección en China y, posteriormente a lo largo del mundo, fueron en aumento, prendiendo las alarmas que amenazaban con un inminente escenario de pandemia. El 7 de enero se logra identificar que este virus pertenece a la familia del coronavirus y es llamado por la OMS como SARS-CoV-2, causante de la enfermedad por COVID-19, quienes oficialmente lo declaran como pandemia el 11 de febrero, luego de reportarse más de 118.000 casos positivos en 114 países, con un acumulado a esa fecha de 4.291 muertes oficiales, según lo expresado por Tedros Adhanom Ghebreyesus, director general de la OMS (World Health Organization).

Se conoce que los coronavirus son una extensa familia de virus, causantes de enfermedades en humanos y animales. En el caso de los humanos, desde hace muchos años se tienen reportes que los coronavirus son capaces de causar infecciones respiratorias leves hasta severas, como el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) o el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS) (Corman, Muth, Niemeyer, & Drosten, 2018). Según datos publicados en la plataforma digital del Instituto Johns Hopkins de la Universidad de Baltimore (<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>), al 04 de junio ya se habían reportado 6.570.362 casos positivos en 188 países, con un total de 387.634 decesos (5,9% de mortalidad).

Para poder hacer frente a esta pandemia que ha afectado negativamente diferentes ámbitos de la sociedad, los gobiernos de la gran mayoría de los países afectados han decidido adoptar medidas de aislamiento social y confinamiento, obligando así que las personas desarrollen sus actividades diarias dentro de un espacio reducido. Esto ha conllevado a que los niveles de actividad física (AF) se vean reducidos de forma significativa, lo que favorece un escenario más crítico en cuanto a la salud de la población y esto en atención a que hay

estudios concluyentes sobre la práctica regular de AF y su potencial como tratamiento no farmacológico que disminuye la incidencia y/o ralentiza el empeoramiento de sintomatologías asociadas a enfermedades, tales como desordenes psiquiátricos, neurológicos, metabólicos, cardiovasculares, pulmonares, musculoesqueléticos, cáncer, entre otros (Pedersen & Saltin, 2015). En este sentido, es pertinente definir que el permanecer sentado durante mucho tiempo del día frente a un escritorio, lo cual conllevaría un gasto metabólico menor de 1,5 METs, está considerado dentro de las actividades catalogadas como comportamiento sedentario, considerándose como factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (Chandrasekaran & Ganesan, 2020).

Teniendo en cuenta la importancia de la práctica de AF pero las limitaciones que se presentan para ello dadas las actuales condiciones de aislamiento social y confinamiento, se plantea realizar una revisión sistemática de la literatura científica, con el objetivo de determinar la importancia de la práctica de AF durante el tiempo de aislamiento social y confinamiento, y sus efectos positivos para enfrentar las consecuencias sobre la salud física y mental, ocasionadas por la COVID-19.

1. Metodología

1.1. Estrategia de búsqueda: bases de datos y criterios de inclusión

El presente trabajo corresponde a la realización de una revisión sistemática de la literatura disponible en bases de datos especializadas, esto bajo las directrices enmarcadas en la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, & Group, 2010).

Para garantizar la calidad de la revisión sistemática, la búsqueda de información se realizó en las bases de datos especializadas PUBMED, SCIELO, EBSCO y OVID. Esta búsqueda de artículos científicos se realizó entre el 22 y el 25 de mayo, con el objetivo de recuperar los artículos publicados entre febrero y mayo de 2020, periodo durante el cual la mayoría de gobiernos mundiales, decretaron las medidas de aislamiento social como estrategia para enfrentar la pandemia ocasionada por la COVID-19. La búsqueda en estas bases de datos se realizó a través de los descriptores médicos especializados (términos MESH -Medical Subjects Headings-): physical activity, exercise, sport, COVID-19, SARS-CoV-2.

Las ecuaciones de búsqueda se construyeron con la utilización de los caracteres booleanos or y and, como se muestra en la tabla 1. La búsqueda en SCIELO no arrojó resultados con el uso de SARS-CoV-2, por lo que las ecuaciones de búsqueda en esta base de datos no incluyen este término.

Tabla 1.
Ecuaciones de búsqueda y resultados por bases de datos.

Ecuación de búsqueda	RESULTADOS			
	PUBMED	EBSCO	SCIELO	OVID
(((covid 19[Title])) OR (SARS COV 2[Title])) AND (PHYSICAL ACTIVITY[Title])	10	8	1	0
((((covid 19[Title])) OR (SARS COV 2[Title]))) AND (exercise[Title])	13	7	1	1
((((((covid 19[Title])) OR (SARS COV 2[Title])))) AND (sport[Title]))	6	5	0	1

Con relación a los criterios de inclusión, dado el número reducido de estudios publicados hasta el momento, se decidió incluir estudios que relacionaran la actividad física, ejercicio o deporte durante el tiempo de pandemia por la COVID-19, sin especificación de edad, género o condición de salud, bien sea de tipo experimental o de revisión. Con respecto a los criterios de exclusión, no se tuvieron en cuenta artículos escritos en idiomas distintos a inglés, español o portugués, artículos de opinión sin sustento científico, o que no cumplieran con un mínimo de 50% según la valoración de la calidad metodológica planteada por Faber et al (Faber, Bustin, Oosterveld, Elferink-Gemser, & Nijhuis-Van der Sanden, 2016) y Law et al (Law et al., 1998) para estudios cuantitativos y Letts et al (Letts et al., 2007) para aquellos de enfoque cualitativo, según correspondiera.

1.2. Valoración de la calidad metodológica

De manera independiente, cada investigador evaluó la calidad metodológico de los artículos cuantitativos a través de los siguientes 16 ítems: objetivo (ítem 1), relevancia de la literatura de fondo (ítem 2), adecuación del diseño del estudio (ítem 3), muestra incluida (ítems 4 y 5), procedimiento de consentimiento informado (ítem 6), confiabilidad de resultado (ítem 7),

validez de medidas (ítem 8), detalles del procedimiento de intervención (ítem 9), importancia de los resultados (ítem 10), análisis de los resultados (ítem 11), importancia clínica (ítem 12), descripción de los datos perdidos y/o abandonos (ítem 13), conclusión (ítem 14), implicaciones prácticas (ítem 15) y limitaciones (ítem 16). Cada ítem se puntuó de la siguiente manera: 1 (cumple con los criterios), 0 (no cumple con los criterios completamente) o NA (no aplicable). Se calculó el puntaje final expresado como un porcentaje para cada estudio siguiendo las pautas de puntuación explicadas por Faber et al. (Faber et al., 2016), con lo que se clasificaron los artículos como: 1: baja calidad metodológica, con una puntuación $\leq 50\%$; 2: buena calidad metodológica, con puntaje entre 51 y 75%; 3: excelente calidad metodológica, con una puntuación $> 75\%$.

Por otra parte, la calidad metodológica de cada artículo cualitativo fue evaluada por medio de la identificación de los siguientes 21 componentes críticos: objetivo (ítem 1), literatura revisada (ítem 2), diseño del estudio (ítems 3, 4 y 5), muestreo (ítems 6, 7, 8 y 9), recolección de datos (claridad descriptiva: ítems 10, 11 y 12; rigor procedimental: ítem 13), análisis de datos (rigor analítico: ítems 14 y 15; auditabilidad: ítems 16 y 17; correspondencia con el contenido teórico: ítem 18), rigor general (ítem 19) y conclusiones/implicaciones (ítem 20 y 21) (Letts et al., 2007).

Así mismo, cada investigador, revisó cada uno de los artículos encontrados para evaluar su idoneidad frente al objetivo de esta revisión y extrajeron la información de interés encontrada en los documentos. Específicamente, de cada artículo que superó la valoración metodológica se extrajo la siguiente información: revista de publicación, autor (es), título del documento, principales hallazgos o conclusiones. Cada uno de los investigadores extrajo la información por separado y posteriormente se unificaron las bases de datos para eliminar desacuerdos entre investigadores. Al final, se consolidó una sola matriz con la información.

2. Resultados

2.1. Búsqueda, selección e inclusión de publicaciones

Teniendo en cuenta el flujograma de información planteado en las revisiones sistemáticas elaboradas a través de la metodología PRISMA, la Figura 1 contiene la descripción encontrada en cada fase de la construcción de esta revisión.

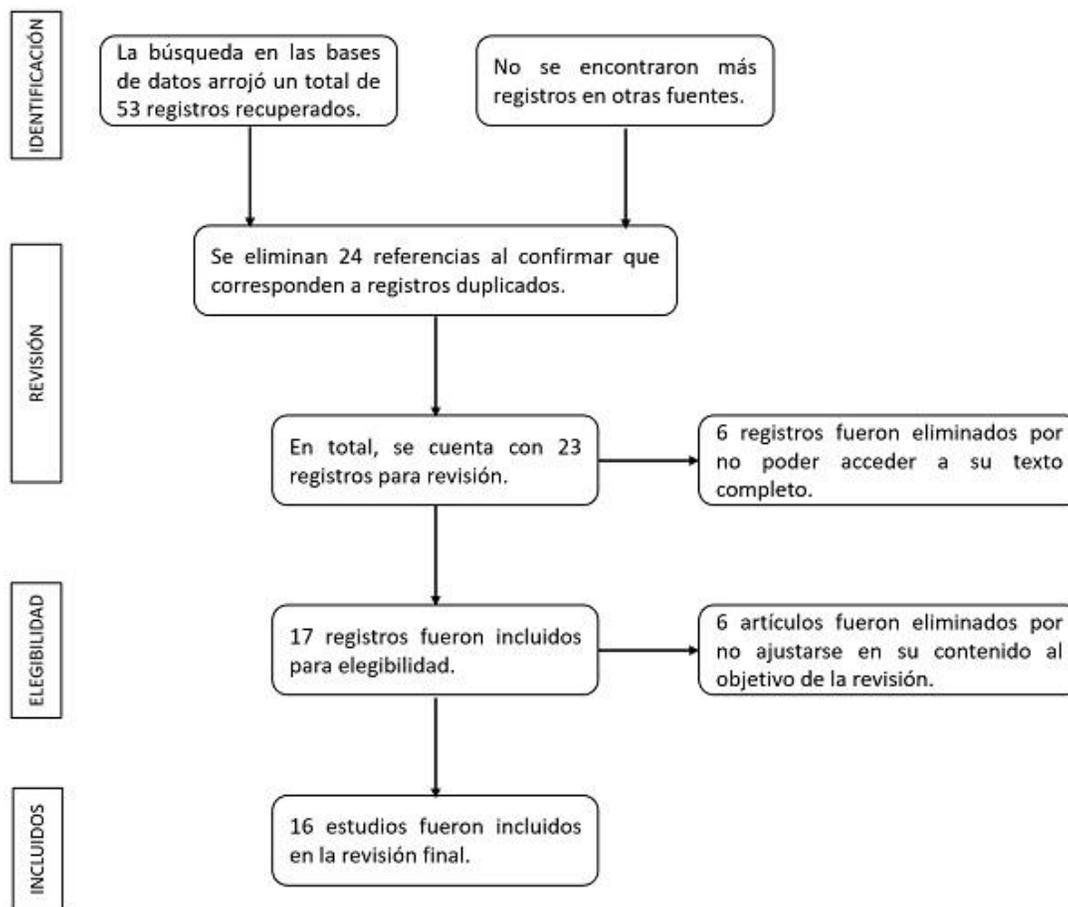


Figura 1. Diagrama de flujo acorde a lo indicado en la declaración PRISMA.

En la búsqueda inicial se encontraron un total de 53 registros en las bases de datos anteriormente indicadas (tabla 1), los cuales fueron organizados en una hoja de datos de Microsoft Excel®. Se eliminaron 24 registros por estar duplicados y los restantes 29 fueron buscados a texto completo para revisión. Debido a que no se pudo acceder al documento completo, 6 registros adicionales fueron excluidos, quedando con 23 artículos para lectura. Después de la revisión, se excluyeron 6 artículos debido a que no se ajustaban al objetivo de esta revisión sistemática. Entre estos, 3 artículos hablaban de recomendaciones gubernamentales para retomar las prácticas de actividad física (Chen et al., 2020b; Hughes, 2020) y los entrenamientos de alto rendimiento (Carmody, Murray, Borodina, Gouttebarga, & Massey, 2020), 2 más se referían a los dispositivos electrónicos y el beneficio económico

de algunas plataformas virtuales utilizadas por entrenadores para orientar la práctica deportiva durante el tiempo de pandemia (Nyenhuis, Greiwe, Zeiger, Nanda, & Cooke, 2020; Wendelboe et al., 2020) y 1 de ellos hablaba de los protocolos a seguir en la realización de pruebas serológicas para verificar el estado de salud de deportistas de alto rendimiento durante el tiempo de pandemia (Mooney et al., 2020).

En la revisión a profundidad del texto completo de los 17 artículos restantes, se excluyó 1 (Middleton, Simpson, Bettger, & Bowden, 2020) debido a que no cumplía con un mínimo de 50% según la valoración de la calidad metodológica (Letts et al., 2007). Es así como el análisis final se realizó con la información extractada de 16 artículos, publicados entre los meses de febrero y mayo y revisados detalladamente a texto completo. La información de estos artículos se resume en la tabla 2 y 3, para artículos cuantitativos y cualitativos, respectivamente.

Tabla 2

Cuadro resumen de los artículos encontrados (cuantitativos)

Revista de publicación	Autor (es)	Título	Población objeto	Planteamientos principales
The Canadian journal of cardiology	Nicole M Hemphill, Mimi Ty Kuan, Kevin C Harris	Reduced Physical Activity During COVID-19 Pandemic in Children With Congenital Heart Disease	109 niños con edades entre 9-16 años con enfermedades cardiovasculares..	Los niños con afectaciones CV registran menor práctica de AF durante los primeros meses de aislamiento social. Se estima que menos del 25% de los niños canadienses con afectaciones CV alcanzan los niveles mínimos de AF/día. La menor práctica de AF pone en riesgo la salud ósea, el desarrollo motor y la composición corporal.
JMIR aging	Luc Goethals, Nathalie Barth, Jessica Guyot, David Hupin, Thomas Celarier, Bienvenu Bongue	Impact of Home Quarantine on Physical Activity Among Older Adults Living at Home During the COVID-19 Pandemic: Qualitative Interview Study	8 entrenadores profesionales y 6 hombres adultos mayores físicamente activos	Debido a las medidas de aislamiento, la práctica de AF se ve disminuida, especialmente en los adultos mayores. La práctica de AF regular favorece niveles de independencia, salud mental y sensación de bienestar. El distanciamiento social podría acelerar un declive físico y cognitivo, especialmente en los adultos mayores. El uso de herramientas virtuales como apoyo para la práctica de AF parece no ser una buena estrategia para los adultos mayores.

Diabetes technology & therapeutics	Gianluca Tornese, Viola Ceconi, Lorenzo Monasta, Claudia Carletti, Elena Faleschini, Egidio Barbi	Glycemic Control in Type 1 Diabetes Mellitus During COVID-19 Quarantine and the Role of In-Home Physical Activity	13 hombres con promedio de edad de 14 años con diabetes mellitus tipo 1 bien controlada	La AF es necesaria para poder mantener la glicemia dentro de niveles adecuados en paciente D-1.
------------------------------------	---	---	---	---

***AF**: Actividad Física. ***ECA**: Enzima Conversora de Angiotensina. ***Vit. D**: Vitamina D. ***CV**: cardiovascular. ***D-1**: Diabetes tipo 1. ***ECA2**: Enzima conversora de angiotensina 2. ***Ang.1,7**: Angiotensina 1,7. ***Rec.Mas.**:Receptor Mas. ***VO2máx.**: Consumo máximo de oxígeno. ***UCI**: Unidad de cuidados intensivos.

Tabla 3

Cuadro resumen de los artículos encontrados (cualitativos)

Revista de publicación	Autor (es)	Título	Planteamientos principales
Medical hypotheses	Kevin S Heffernan, Sae Young Jae	Exercise as Medicine for COVID-19: An ACE in the Hole?	El SARS-CoV-2 utiliza la isoforma 2 de la ECA para internalizarse en las células del cuerpo. El ejercicio físico podría ser estimado como una estrategia terapéutica frente a la COVID-19, esto por efecto directo a través de ACE2. Las personas físicamente activas podrían enfrentar mejor la infección por SARS-CoV-2, gracias a que tienen predominancia de mecanismos anti-inflamatorios, anti-trombóticos y anti-fibróticos, esto asociado al eje ECA2-Ang.1,7-Rec.Mas.

Microbes and infection	Chris Kenyon	The Forrest Gump Approach to Preventing Severe COVID-19 - Reverse the Predisposing Pro-Inflammatory State With Exercise	Las personas físicamente activas tienen sobreexpresión de base de ACE2, lo cual, a pesar de infectarse con SARS-CoV-2, aún mantendría suficiente ACE2 para mediar una respuesta anti-inflamatoria. El aumento en la relación ACE1/ACE2 predisponen a peor pronóstico en pacientes con la COVID-19. La inactividad física y el exceso en la ingesta calórica aumentan el índice ACE1/ACE2, favoreciendo inflamación tisular de base y mecanismo profibróticos predominantes. En personas físicamente activas, el sistema inmune parece responder con una respuesta inflamatoria justa para enfrentar la carga viral. Las comorbilidades de mayor riesgo para pacientes infectados con SARS-CoV-2 tienen una alta característica proinflamatoria (obesidad, diabetes, hipertensión, enfermedades cardiovasculares).
Obesity (Silver Spring, Md.)	Stephen J Carter, Marissa N Baranauskas, Alyce D Fly	Considerations for Obesity, Vitamin D, and Physical Activity Amid the COVID-19 Pandemic	La obesidad se relaciona con menor respuesta del sistema inmune y mayor riesgo de desarrollar la COVID-19. Por acción sobre la ECA, la Vit. D podría disminuir el desarrollo de síntomas severos por infección del SARS-CoV-2. Bloquear la ECA o su receptor ha mostrado resultados alentadores como tratamiento frente a la COVID-19. La práctica regular de AF aumenta los niveles de Vit. D y esto independiente de la exposición a radiación ultravioleta.
Journal of sport and health science	Peijie Chen, Lijuan Mao, George P Nassis, Peter Harmer, Barbara E	Coronavirus Disease (COVID-19): The Need to Maintain Regular Physical Activity	La AF mejora la respuesta del sistema inmune frente a infecciones. Aunque las condiciones de aislamiento social podrían disminuir la práctica regular de AF, se debe estimular la población para que la adopten como

	Ainsworth, Fuzhong Li	While Taking Precautions	práctica habitual. La AF es una buena herramienta que ayudaría a mantener la salud física y mental durante el tiempo de aislamiento social.
Journal of sport and health science	Gregor Jurak, Shawnda A Morrison, Bojan Leskošek, Marjeta Kovač, Vedran Hadžić, Janez Vodičar, Polonca Truden, Gregor Starc	Physical Activity Recommendations During the COVID-19 Virus Outbreak	La AF reduce el riesgo de padecer las principales co-morbilidades asociadas de mayor riesgo asociadas a la COVID-19. Periodos de 10 días de confinamiento logran disminuir la expresión de marcadores asociados a linfocitos y células <i>natural killer</i> .
Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society	Ali Shalash, Tamer Roushdy, Mohamed Essam, Mai Fathy, Noha L Dawood, Eman M Abushady, Hanan Elrassas, Asmaa Helmi, Eman Hamid	Mental Health, Physical Activity and Quality of Life in Parkinson's Disease During COVID-19 Pandemic	PP reportaron un impacto negativo sobre su salud física y mental como consecuencia del aislamiento social. Comparado con sus mismo registros pre-pandemia, los PP mostraron peores registros en ansiedad, estrés, depresión, menor AF durante el aislamiento social.
Frontiers in public health	Leônidas de Oliveira Neto, Wagner Deuel de Oliveira	Coronavirus Pandemic (SARS-COV-2): Pre-Exercise Screening Questionnaire	Según el Colegio americano de medicina del deporte (ACSM) y el la sociedad brasilera de de ejercicio y medicina deportiva (BSESM), la práctica regular de AF debe verse como un factor coadyuvante en el tratamiento de

	Tavares, Felipe Barreto Schuch, Kenio Costa Lima	(PESQ) Telepresential Exercise	for morbilidad y mortalidad por la COVID-19. La práctica regular de AF potencializa la acción del sistema inmune, con lo cual se obtiene una respuesta más efectiva contra la infección por SARS-CoV-2. Es muy recomendable una valoración previa a la ejecución de un programa de acondicionamiento físico.
Obesity medicine	Saleh Rahmati-Ahmadabad, Fahimeh Hosseini	Exercise Against SARS-CoV-2 (COVID-19): Does Workout Intensity Matter? (A Mini Review of Some Indirect Evidence Related to Obesity)	Existe evidencia que sugiere una menor respuesta inmune de manera aguda ante ejercicios de alta intensidad, favoreciendo el desarrollo de infecciones virales transitorias. Se habla de la obesidad como factor de riesgo para el desarrollo de infección por SARS-CoV-2. La práctica de ejercicio de alta intensidad en personas con obesidad debe realizarse con precaución, dado que esta población presenta estadios pro-inflamatorios de base, acompañado por hiper-oxidación lipídica y mayor predisposición a infecciones respiratorias.
Clinical medicine	Irfan Ahmed	COVID-19 - Does Exercise Prescription and Maximal Oxygen Uptake (VO ₂ Max) Have a Role in Risk-Stratifying Patients?	Se asocian los problemas metabólicos y cardiovasculares con mayor riesgo de infección por SARS-CoV-2 y peores desenlaces clínicos. La valoración del VO ₂ máx. previo a la internación de pacientes infectados por SARS-CoV-2 podría contener valor pronóstico sobre la severidad de los síntomas que desarrollará el paciente. La práctica regular de AF podría ser una herramienta clínica de utilidad para combatir la COVID-19.
Progress in cardiovascular diseases	David Jiménez-Pavón, Ana Carbonell-	Physical Exercise as Therapy to Fight Against the Mental and Physical	La condición física se asocia directamente con buena función del sistema cardiovascular, muscular, pulmonar, nervioso e indirectamente con el sistema endocrino, digestivo, inmune

<p>British journal of sports medicine</p>	<p>of Baeza, Carl J Lavie</p>	<p>Consequences of COVID-19 Quarantine: Special Focus in Older People</p>	<p>renal. Las medidas de aislamiento social imponen sobre el cuerpo un aumento en estresores que afectan la salud física y mental de la población. <i>“doing at least some exercise is better than nothing”</i></p>
<p>British journal of sports medicine</p>	<p>of Helder Cardim</p>	<p>Return to Play After COVID-19: A Sport Cardiologist's View</p>	<p>Marcadores de daño miocárdico se encuentran en 8% de pacientes infectados con SARS-CoV-2 y esto aumenta hasta 13 veces en los pacientes internados en UCI. La fisiopatología del daño miocárdico por la COVID-19 responsabiliza a la reacción inflamatoria con tormenta de citoquinas, factores inmunológicos, vías de señalización relacionadas a ACE2, hipoxia tisular y daño viral directo sobre las células cardíacas. Se ha visto que los ejercicios de alta intensidad podrían favorecer la formación de placas de ateroma, esto especialmente en atletas de edades avanzadas y que practican ejercicios de larga duración, por lo que la vuelta a entrenamientos y competiciones en atletas de rendimiento que fueron afectados por la COVID-19 debería realizarse después de un estudio médico detallado de su salud cardiovascular.</p>
<p>Cadernos de Saúde Pública</p>	<p>Érika Fernandes Tritany; Breno Augusto Bormann de Souza Filho</p>	<p>COVID-19: importância das novas tecnologias para a prática de atividades físicas como estratégia de saúde pública</p>	<p>La práctica regular de AF mejora la respuesta inmunológica a infección, el control de enfermedades crónicas no transmisibles, promueve mejoras en la sensación de bienestar, disminuye los efectos de estrés y la ansiedad. Estimular la práctica de AF en los hogares es una necesidad especialmente en tiempos de pandemia y, sobre todo, orientada a grupos más susceptibles a infección por SARS-CoV-2. Es importante emitir comunicados</p>

			oficiales para que las personas que quieran practicas AF en sus hogares, o aquellos que ya lo están haciendo, tengan en cuenta los diferentes componentes del esfuerzo físico (volumen, intensidad, frecuencia, tipo, progresión continua).
Revista chilena de pediatría	Iván de Rodríguez-Núñez	Prescribiendo ejercicio físico en períodos de cuarentena por COVID-19: ¿Es útil la autorregulación perceptual en niños?	Las medidas protectoras para evitar la COVID-19 favorecen el sedentarismo, lo que se asocia al deterioro del estado físico (pérdida de masa muscular, obesidad, insulino-resistencia, disfunción endotelial), desarrollo de enfermedades cardiovasculares. La autorregulación del ejercicio es necesaria para favorecer la práctica en casa y la percepción del esfuerzo se convierte en la mejor herramienta para hacerlo.

*AF: Actividad Física. *ECA: Enzima Convertora de Angiotensina. *Vit. D: Vitamina D. *CV: cardiovascular. *D-1: Diabetes tipo 1. *ECA2: Enzima convertora de angiotensina 2. *Ang.1,7: Angiotensina 1,7. *Rec.Mas.:Receptor Mas.

*VO2máx.: Consumo máximo de oxígeno. *UCI: Unidad de cuidados intensivos.

Los 16 artículos que fueron incluidos en la revisión final correspondieron a 13 trabajos de tipo cualitativo (81,3% de los estudios revisados) y 3 de ellos eran de tipo cuantitativo (18,7%). Según se explicó anteriormente, la valoración de la calidad metodológica se realizó a través de una escala de evaluación de 16 ítems para los de tipo cuantitativo y de 21 ítems para los de tipo cualitativos. Con relación a la calidad metodológica de los artículos cualitativos, se encontró: a) 76% de promedio en la evaluación de la calidad metodológica; b) 6 estudios alcanzaron calificación de “excelente” en su calidad metodológica; c) 7 estudios fueron calificados en el rango de “buena” en su calidad metodológica. Con respecto a los estudios cuantitativos, el promedio de la valoración metodológica fue de 72%, estando todos en el rango de calificación de “buena”.

Para una mejor comprensión de los resultados, los principales hallazgos de los estudios revisados se agruparon en 2 ejes temáticos: el primero relacionando la AF y una

mejor respuesta ante el contagio por SARS-CoV-2 y, el segundo en lo referente a la importancia de la AF para la salud durante el tiempo de aislamiento social por COVID-19

2.2. Actividad física y mejor respuesta ante el contagio por SARS-CoV-2

La revisión permitió determinar que 5 de los artículos revisados planteaban que la práctica regular de actividad física (AF) podría ejercer un efecto protector ante la infección por SARS-CoV-2, así como también limitar el riesgo de desarrollar síntomas severos asociados a la infección y así disminuir la probabilidad de requerir ser internado en unidad de cuidados intensivos (UCI) para tratamiento. A este respecto, Heffernan y Jae (Heffernan & Young Jae, 2020) plantean que las personas físicamente activas podrían enfrentar mejor la COVID-19, gracias a que tienen predominancia de mecanismos antiinflamatorios, antitrombóticos y antifibróticos, esto asociado a la acción de la enzima convertidora de angiotensina (ECA), puntualmente a través de su isoforma 2 (ECA2), la cual transforma la angiotensina 1 (Ang.I) en Ang. 1,7 y se une a receptores Mas (Rec.Mas.) (Liu et al., 2020) (Ahmed, 2020).

Kenyon (Kenyon, 2020) plantea que la práctica de AF aumenta la expresión de la ECA2, con lo cual se logra una mayor activación del eje ECA2–Ang.1,7–Rec.Mas., favoreciendo estado de base antiinflamatorio. Ante esto, al adquirir la infección por SARS-CoV-2, en personas físicamente activas, el sistema inmune parece responder con una respuesta inflamatoria justa para enfrentar y controlar la carga viral. Las comorbilidades de mayor riesgo para pacientes infectados por SARS-CoV-2 tienen una alta característica proinflamatoria (obesidad, diabetes, hipertensión, enfermedades cardiovasculares), con lo cual practicar AF podría disminuir ese estado proinflamatorio, así como ayudar en el control propio de las patologías de base.

Por otro lado, algunas investigaciones han indicado que la práctica regular de AF favorece un aumento en los niveles circulantes de vitamina D (Vit.D), y esto independiente de la exposición a la radiación ultravioleta (de Oliveira Neto, de Oliveira Tavares, Schuch, & Lima, 2020). En este sentido, Carter y cols. describen que la Vit.D podría ser un elemento clave en la respuesta del sistema inmune ante la infección por el SARS-CoV-2, dado que la Vit.D aumenta la respuesta del sistema inmune, así como también disminuye los mecanismos proinflamatorios (Carter, Baranauskas, & Fly, 2020), por lo que el aumento en la Vit.D como

consecuencia de la práctica de AF podría ser contemplado como un elemento benéfico ante la respuesta del organismo durante la COVID-19.

2.3. Importancia de la Actividad física para la salud durante el tiempo de aislamiento social por COVID-19.

11 de los artículos revisados en esta investigación, plantean la importancia que se debe tener frente a la práctica regular de AF durante el tiempo de aislamiento social y esto en diferentes grupos etarios. En este sentido, se deja ver una preocupación latente dentro de la comunidad científica en cuanto a que la necesidad de pasar la mayor parte del día en un lugar reducido a los diferentes espacios encontrados en la casa o apartamento, podría favorecer la disminución en la práctica de AF o ejercicio físico, lo cual predispone a la población mundial a comportamientos cada vez más sedentarios, conllevando aumentos en la incidencia de diferentes enfermedades o el empeoramiento de condiciones patológicas preexistentes (Chen et al., 2020a) (Jiménez-Pavón, Carbonell-Baeza, & Lavie, 2020).

En este sentido, se encuentra que el aislamiento social podría acelerar el declive físico y psicológico de población vulnerable durante esta pandemia, dentro de los cuales estarían los adultos mayores (Goethals et al., 2020) o las personas con comorbilidades asociadas a peores desenlaces clínicos una vez adquieren la infección por SARS-CoV-2, dentro de las que se encuentran la hipertensión arterial (Rodríguez-Núñez, 2020), la obesidad (Rahmati-Ahmadabad & Hosseini, 2020), la diabetes (Tornese et al., 2020) y las enfermedades cardiovasculares (Hemphill, Kuan, & Harris, 2020). Todas estas condiciones patológicas, incluidas las afectaciones a nivel psicológico (estrés, depresión, ansiedad, entre otras), son susceptibles de ser controladas a través de la práctica de AF. Algunos estudios muestran que la condición de salud en general de pacientes con alteraciones clínicas a nivel metabólico y motor, ha empeorado durante el tiempo de pandemia, esto comparado a sus propios registros obtenidos antes del periodo de aislamiento (Jurak et al., 2020; Shalash et al., 2020)

Por otra parte, Rahmati-Ahmadabad y Hosseini (Rahmati-Ahmadabad & Hosseini, 2020) llaman la atención en cuanto a que el ejercicio podría provocar una menor respuesta inmune transitoria ante el desarrollo de AF de alta intensidad, lo cual favorecería el desarrollo de infecciones virales transitorias. Adicional a esto, las intensidades altas de ejercicio en

personas con obesidad estimularían estadios proinflamatorios que de base ya están predominando en el sistema, permitiendo así lo que algunos autores llaman como “ventana abierta” para una mayor predisposición a la infección. A pesar de estar bien documentado que la práctica regular de AF previene el desarrollo de diferentes enfermedades y ayuda en el tratamiento en caso de ya padecerlas, y sumado que la evidencia reciente pareciera sugerir un efecto protector de la práctica de AF ante la infección por SARS-CoV-2, no se puede dejar de lado que es necesario orientar a las personas que quiere continuar con sus programas de AF o comenzar a desarrollarlos durante el tiempo de aislamiento. Si bien es importante estimular a la población para que mantenga hábitos saludables relacionados a la práctica de AF, también lo es orientarla en cuanto a que se deben respetar principios del ejercicio, tales como volumen, intensidad, frecuencia, tipo de ejercicio, progresión continua de la carga y la individualización de cada proceso de adaptación (Souza Filho & Tritany, 2020).

Otro aspecto importante son los hallazgos consolidados por Dores y Cardim (Dores & Cardim, 2020), quienes evidencian que el 8% de los pacientes con COVID-19 mostraron algún signo de daño miocárdico, pero más concluyente aún es el hecho de reportar que el aumento en los niveles de troponina o alteraciones en el trazado del registro electrocardiográfico aumenta hasta 13 veces el riesgo de requerir internación en UCI para el tratamiento de la infección. En este sentido, y dado la necesidad de contar con una función cardíaca en buenas condiciones, se plantea la necesidad de poner atención en el momento de retomar la práctica de AF postinfección, esto con el objetivo de disminuir la incidencia de eventos súbitos cardíacos que se podrían ver exacerbados por la alta exigencia a la que se somete el sistema cardiovascular durante la práctica de AF.

3. Discusión

El objetivo de este trabajo fue recopilar y revisar la literatura científica disponible sobre el tema de actividad física y COVID-19.

Los resultados de esta revisión permitieron observar que la práctica regular de actividad física podría potencializar los mecanismos de defensa para enfrentar un posible contagio por SARS-CoV-2. Dentro de estos mecanismos está el eje ECA2-Ang.1,7-Rec.Mas, el cual parece que limita la entrada del virus al organismo. Un documento científico,

publicado en el *Intensive Care Medicine*, ha planteado que la ECA2 es utilizada como receptor endógeno por el SARS-CoV-2 para facilitar su entrada viral y posterior replicación en el organismo (Zhang, Penninger, Li, Zhong, & Slutsky, 2020). Por tanto, se podría pensar que, si la AF compromete la enzima en el eje ECA2-Ang.1,7-Rec.Mas., esto limitaría su disponibilidad como receptor para el virus, disminuyendo la entrada al organismo y su replicación.

El eje renina-angiotensina (R-A) tiene importantes funciones en la regulación del flujo sanguíneo, a través de modificaciones de la presión arterial por acción directa de la angiotensina 2 (Ang.II) sobre su receptor AT-1. Esta molécula favorece la expresión de la enzima NADPH oxidasa, la cual aumenta la generación de especies reactivas del oxígeno (mayor estrés oxidativo) y media mecanismos de vasoconstricción debido a que aumenta la degradación del óxido nítrico (ON) (Rush, Denniss, & Graham, 2005). Pero las acciones del eje R-A pueden verse contrarrestadas por otra molécula proveniente de la Angiotensina 1 (Ang.I), la Ang. 1,7, quien actuando a través de su receptor Mas (Rec.Mas.), provoca efectos antagonistas a los provocados por la Ang.II-AT-1. La generación de Ang.1,7 se obtiene por la acción de la ECA2 sobre la Ang.I (figura 2) (Vickers et al., 2002).

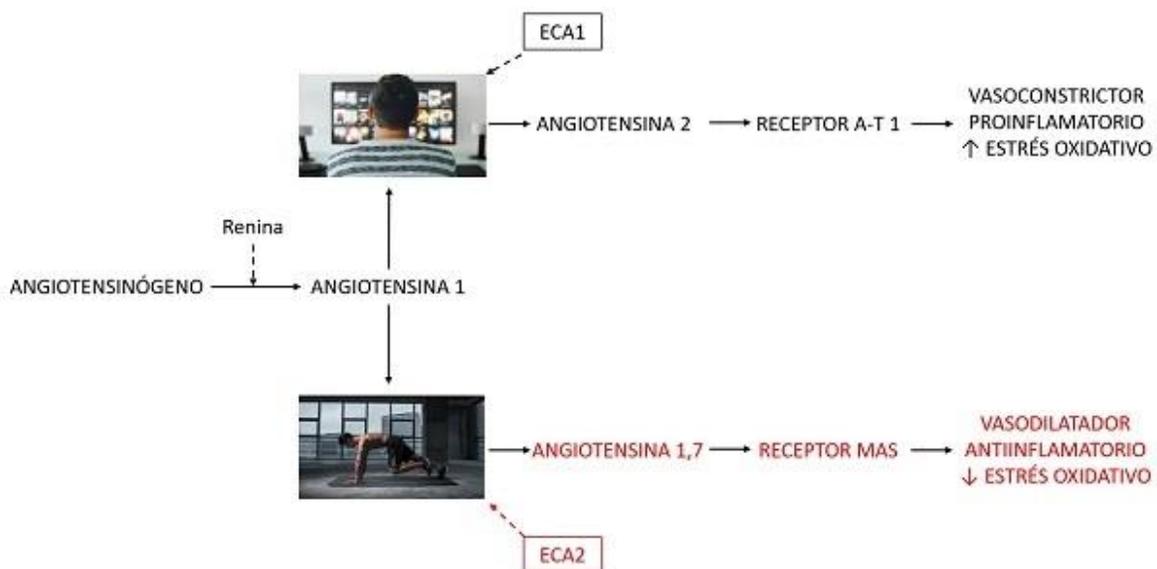


Figura 2. Efecto de la actividad física sobre el eje Renina-Angiotensina (las líneas discontinuas indican la acción de las enzimas).

Desde que fuera descrita a principios del siglo XXI por el grupo de trabajo de Donoghue y cols. (Donoghue et al., 2000) y por Tipnis y cols. (Tipnis et al., 2000), la ECA2 ha sido foco de importantes investigaciones. Publicaciones recientes encontraron que los efectos beneficiosos provocados por la AF sobre el sistema vascular se pueden atribuir, en parte, a la acción del eje ECA2-Ang.1,7-Rec.Mas. En este sentido, Joshi y cols. (Joshi et al., 2020) concluyeron que la hipoxia tisular ocasionada por ejercicios de fuerza, aumentaba la concentración de ECA2 circulante y esta, a su vez, estimulaba la movilización de células madre hematopoyéticas, lo que podría significar un aumento en la capacidad regenerativa vascular. Por otro lado, Echavarría-Rodríguez y cols. (Echeverría-Rodríguez, Gallardo-Ortíz, Del Valle-Mondragón, & Villalobos-Molina, 2020) encontraron que la AF de régimen aeróbico logra aumentar la sensibilidad a la insulina en el músculo soleo de ratas Wistar medido a través de una prueba de captación de 2-deoxyglucosa. Estos investigadores encontraron que 2 horas después de una sola sesión de natación, el ratio Ang.1,7/Ang.II está disminuido en plasma, pero aumentado en el músculo, así como la expresión del Rec.Mas. también se ve aumentada. Los investigadores concluyen que sus resultados sugieren que la Ang.1,7, actuando a través de su Rec.Mas. podría estar involucrada en la mejora de la sensibilidad a la insulina observada en el músculo soleo posterior a una sesión de ejercicio aeróbico.

Una buena pregunta en este momento sería: ¿Qué tipo de actividad física es más recomendable para potencializar la acción del eje Ang.1,7-Rec.Mas.? A este respecto, la evidencia científica sugiere que los ejercicios de régimen aeróbico aumentan más los niveles plasmáticos, no solo de ECA2, sino que también los de Ang.1,7. Magalhaes y cols. publicaron recientemente un estudio en el cual evaluaron los niveles plasmáticos y urinarios de la ECA2 y de la Ang.1,7 luego de una carga de ejercicios intermitentes de alta intensidad (HIIT) frente a lo encontrado con ejercicio aeróbico continuo (Magalhães et al., 2020). Sus resultados sugieren que los dos tipos de ejercicio aumentan los niveles plasmáticos de ECA2; no obstante, las personas que realizaron ejercicio aeróbico continuo tuvieron mayor concentración plasmática de Ang.1,7.

Por otra parte, y aunque aún sea prematuro poder dilucidar los mecanismos moleculares por medio del cual la práctica regular de AF podría tener efectos protectores

sobre la infección por SARS-CoV-2, sí se ha documentado desde hace muchos años que el ejercicio ejerce efectos protectores sobre un buen grupo de enfermedades. En el *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, Pedersen y Saltin publicaron una revisión muy completa con sustento clínico sobre la importancia de prescribir AF como terapia en 26 diferentes patologías, dentro de las que se encuentran enfermedades psiquiátricas, neurológicas, metabólicas, cardiovasculares, pulmonares y cáncer (Pedersen & Saltin, 2015). Resulta interesante destacar que dentro de este grupo se encuentran las enfermedades que se asocian a mayor mortalidad en paciente con COVID-19, por lo que, bien sea por ayudar directamente en la contención de la infección o porque disminuya la incidencia de comorbilidades de riesgo, la AF se convierte en una herramienta fundamental en el manejo de la pandemia.

4. Conclusiones

Aunque aún falta conocer mucho más sobre SARS-CoV-2, la evidencia científica sugiere que la práctica regular de AF podría aportar herramientas de lucha adicionales para enfrentar su infección. Estos mecanismos podrían explicarse a través de la sobre activación del eje ECA2-Ang.1,7-Rec.Mas. en aquellas personas físicamente activas, lo cual favorecería tener mejores mecanismos antiinflamatorios, antifibróticos y antioxidantes que disminuyeran los efectos nocivos que causa el virus sobre el organismo. Adicional a esto, también se observa una mejor y más controlada respuesta del sistema inmune ante la infección por SARS-CoV-2, favoreciendo que la respuesta proinflamatoria sea la suficiente para controlar el virus, pero sin llegar a desbordarse.

En orden a poder potencializar los mecanismos de protección que ofrece la práctica de AF, pareciera que los ejercicios aeróbicos, de intensidades moderadas y que logren acumular altos volúmenes de ejecución, serían los más recomendados sobre aquellos de intensidades altas como el HIIT. En este sentido, también resulta preciso recordar la teoría de la “ventana abierta” que podría predisponer a las infecciones virales transitorias como consecuencia de la ejecución de AF de alta intensidad. Por lo tanto, la evidencia sugiere que los ejercicios de fuerza y los aeróbicos de intensidades moderadas aumentan las concentraciones de ECA2 y Ang.1,7.

Dentro de los lineamientos que se vieron obligados a tomar los gobiernos está el confinamiento como una medida para mantener el aislamiento social y favorecer la disminución de los contagios. Sin embargo, como ya se ha explicado anteriormente, esta decisión trae consigo otros riesgos como la inactividad física, lo cual es considerado por algunos autores como un problema de salud pública y, por tal razón, es necesario incluir dentro de las normas a seguir para evitar y disminuir el contagio con SARS-CoV-2, lineamientos dirigidos directamente a favorecer y facilitar la práctica de AF por las personas durante el período de confinamiento y aislamiento social, siempre teniendo claro que el desarrollo de programas orientados a la mejora de la condición física deben estar supervisados por profesionales del área.

Declaratoria de disponibilidad de datos.

Los datos utilizados para la construcción de este documento podrán ser consultados a través del siguiente link: [Actividad física y COVID-19](#)

Referencias

- Ahmed, I. (2020). COVID-19 – does exercise prescription and maximal oxygen uptake ($VO_2\max$) have a role in risk-stratifying patients? *Clinical Medicine*, 20(3), 282. doi: <http://doi.org/10.7861/clinmed.2020-0111>
- Andersen, K. G., Rambaut, A., Lipkin, W. I., Holmes, E. C., & Garry, R. F. (2020). The proximal origin of SARS-CoV-2. *Nat Med*, 26(4), 450-452. doi: <http://doi.org/10.1038/s41591-020-0820-9>
- Carmody, S., Murray, A., Borodina, M., Gouttebauge, V., & Massey, A. (2020). When can professional sport recommence safely during the COVID-19 pandemic? Risk assessment and factors to consider. *Br J Sports Med*. doi: <http://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102539>
- Carter, S. J., Baranauskas, M. N., & Fly, A. D. (2020). Considerations for Obesity, Vitamin D, and Physical Activity Amid the COVID-19 Pandemic. *Obesity (Silver Spring)*. doi: <http://doi.org/10.1002/oby.22838>

- Chandrasekaran, B., & Ganesan, T. B. (2020). Sedentarism and chronic disease risk in COVID 19 lockdown - a scoping review. *Scott Med J*, 36933020946336. doi: <http://doi.org/10.1177/0036933020946336>
- Chen, P., Mao, L., Nassis, G. P., Harmer, P., Ainsworth, B. E., & Li, F. (2020a). Coronavirus disease (COVID-19): The need to maintain regular physical activity while taking precautions. *J Sport Health Sci*, 9(2), 103-104. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.02.001>
- Chen, P., Mao, L., Nassis, G. P., Harmer, P., Ainsworth, B. E., & Li, F. (2020b). Returning Chinese school-aged children and adolescents to physical activity in the wake of COVID-19: Actions and precautions. *J Sport Health Sci*. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.04.003>
- Corman, V. M., Muth, D., Niemeyer, D., & Drosten, C. (2018). Hosts and Sources of Endemic Human Coronaviruses. *Adv Virus Res*, 100, 163-188. doi: <http://doi.org/10.1016/bs.aivir.2018.01.001>
- de Oliveira Neto, L., de Oliveira Tavares, V. D., Schuch, F. B., & Lima, K. C. (2020). Coronavirus Pandemic (SARS-COV-2): Pre-Exercise Screening Questionnaire (PESQ) for Telepresential Exercise. *Front Public Health*, 8, 146. doi: <http://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00146>
- Donoghue, M., Hsieh, F., Baronas, E., Godbout, K., Gosselin, M., Stagliano, N., . . . Acton, S. (2000). A novel angiotensin-converting enzyme-related carboxypeptidase (ACE2) converts angiotensin I to angiotensin 1-9. *Circ Res*, 87(5), E1-9. doi: <http://doi.org/10.1161/01.res.87.5.e1>
- Dores, H., & Cardim, N. (2020). Return to play after COVID-19: a sport cardiologist's view. *Br J Sports Med*. doi: <http://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102482>
- Echeverría-Rodríguez, O., Gallardo-Ortíz, I. A., Del Valle-Mondragón, L., & Villalobos-Molina, R. (2020). Angiotensin-(1-7) Participates in Enhanced Skeletal Muscle Insulin Sensitivity After a Bout of Exercise. *J Endocr Soc*, 4(2), bvaa007. doi: <http://doi.org/10.1210/jendso/bvaa007>
- Faber, I. R., Bustin, P. M., Oosterveld, F. G., Elferink-Gemser, M. T., & Nijhuis-Van der Sanden, M. W. (2016). Assessing personal talent determinants in young racquet sport

- players: a systematic review. *J Sports Sci*, 34(5), 395-410. doi: <http://doi.org/10.1080/02640414.2015.1061201>
- Goethals, L., Barth, N., Guyot, J., Hupin, D., Celarier, T., & Bongue, B. (2020). Impact of Home Quarantine on Physical Activity Among Older Adults Living at Home During the COVID-19 Pandemic: Qualitative Interview Study. *JMIR Aging*, 3(1), e19007. doi: <http://doi.org/10.2196/19007>
- Heffernan, K. S., & Young Jae, S. (2020). Exercise as medicine for COVID-19: An ACE in the hole? *Med Hypotheses*, 142, 109835. doi: <http://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.109835>
- Hemphill, N. M., Kuan, M. T., & Harris, K. C. (2020). Reduced Physical Activity During COVID-19 Pandemic in Children with Congenital Heart Disease. *Can J Cardiol*. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.04.038>
- Hughes, D. (2020). In the frame, road map for Australian sport on an uncertain journey through COVID-19. *J Sci Med Sport*. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.05.003>
- Jiménez-Pavón, D., Carbonell-Baeza, A., & Lavie, C. J. (2020). Physical exercise as therapy to fight against the mental and physical consequences of COVID-19 quarantine: Special focus in older people. *Prog Cardiovasc Dis*, 63(3), 386-388. doi: <http://doi.org/10.1016/j.pcad.2020.03.009>
- Joshi, S., Mahoney, S., Jahan, J., Pitts, L., Hackney, K. J., & Jarajapu, Y. P. (2020). Blood flow restriction exercise stimulates mobilization of hematopoietic stem/progenitor cells and increases the circulating ACE2 levels in healthy adults. *J Appl Physiol* (1985), 128(5), 1423-1431. doi: <http://doi.org/10.1152/jappphysiol.00109.2020>
- Jurak, G., Morrison, S. A., Leskošek, B., Kovač, M., Hadžić, V., Vodičar, J., . . . Starc, G. (2020). Physical activity recommendations during the COVID-19 virus outbreak. *J Sport Health Sci*. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.05.003>
- Kenyon, C. (2020). The Forrest Gump approach to preventing severe COVID-19 - reverse the predisposing pro-inflammatory state with exercise. *Microbes Infect*. doi: <http://doi.org/10.1016/j.micinf.2020.05.003>
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorland, M. (1998). *Critical review form: quantitative studies*. Hamilton: MacMaster University.

- Letts, L., Wilkins, S., Law, M., Stewart, D., Bosch, J., & Westmorland, M. (2007). *Guidelines for critical review form: qualitative studies (version 2.0)*. Hamilton: MacMaster University. 1.
- Liu, M. L., Xing, S. J., Liang, X. Q., Luo, Y., Zhang, B., Li, Z. C., & Dong, M. Q. (2020). Reversal of Hypoxic Pulmonary Hypertension by Hypoxia-Inducible Overexpression of Angiotensin-(1-7) in Pulmonary Endothelial Cells. *Mol Ther Methods Clin Dev*, 17, 975-985. doi: <http://doi.org/10.1016/j.omtm.2020.04.008>
- Magalhães, D. M., Nunes-Silva, A., Rocha, G. C., Vaz, L. N., de Faria, M. H. S., Vieira, E. L. M., . . . Simões E Silva, A. C. (2020). Two protocols of aerobic exercise modulate the counter-regulatory axis of the renin-angiotensin system. *Heliyon*, 6(1), e03208. doi: <http://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03208>
- Middleton, A., Simpson, K. N., Bettger, J. P., & Bowden, M. G. (2020). COVID-19 Pandemic and Beyond: Considerations and Costs of Telehealth Exercise Programs for Older Adults With Functional Impairments Living at Home-Lessons Learned from a Pilot Case Study. *Phys Ther*. doi: <http://doi.org/10.1093/ptj/pzaa089>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, P. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg*, 8(5), 336-341. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
- Mooney, M., Perera, N. K. P., Broderick, C., Saw, R., Wallett, A., Drew, M., . . . Hughes, D. (2020). A deep dive into testing and management of COVID-19 for Australian high performance and professional sport. *J Sci Med Sport*. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.05.005>
- Nyenhuis, S. M., Greiwe, J., Zeiger, J. S., Nanda, A., & Cooke, A. (2020). Exercise and Fitness in the Age of Social Distancing During the COVID-19 Pandemic. *J Allergy Clin Immunol Pract*. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jaip.2020.04.039>
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports*, 25 Suppl 3, 1-72. doi: <http://doi.org/10.1111/sms.12581>

- Rahmati-Ahmadabad, S., & Hosseini, F. (2020). Exercise against SARS-CoV-2 (COVID-19): Does workout intensity matter? (A mini review of some indirect evidence related to obesity). *Obes Med*, 100245. doi: <http://doi.org/10.1016/j.obmed.2020.100245>
- Rodríguez-Núñez, I. (2020). Prescribiendo ejercicio físico en períodos de cuarentena por COVID-19: ¿Es útil la autorregulación perceptual en niños? *Rev Chil Pediatr*, 91(2), 304-305.
- Rush, J. W., Denniss, S. G., & Graham, D. A. (2005). Vascular nitric oxide and oxidative stress: determinants of endothelial adaptations to cardiovascular disease and to physical activity. *Can J Appl Physiol*, 30(4), 442-474. doi: <http://doi.org/10.1139/h05-133>
- Shalash, A., Roushdy, T., Essam, M., Fathy, M., Dawood, N. L., Abushady, E. M., . . . Hamid, E. (2020). Mental health, physical activity and quality of life in Parkinson's disease during COVID-19 pandemic. *Mov Disord*. doi: <http://doi.org/10.1002/mds.28134>
- Souza Filho, B. A. B., & Tritany, É. (2020). COVID-19: the importance of new technologies for physical activity as a public health strategy. *Cad Saude Publica*, 36(5), e00054420. doi: <http://doi.org/10.1590/0102-311x00054420>
- Tipnis, S. R., Hooper, N. M., Hyde, R., Karran, E., Christie, G., & Turner, A. J. (2000). A human homolog of angiotensin-converting enzyme. Cloning and functional expression as a captopril-insensitive carboxypeptidase. *J Biol Chem*, 275(43), 33238-33243. doi: <http://doi.org/10.1074/jbc.M002615200>
- Tornese, G., Ceconi, V., Monasta, L., Carletti, C., Faleschini, E., & Barbi, E. (2020). Glycemic Control in Type 1 Diabetes Mellitus During COVID-19 Quarantine and the Role of In-Home Physical Activity. *Diabetes Technol Ther*. doi: <http://doi.org/10.1089/dia.2020.0169>
- Vickers, C., Hales, P., Kaushik, V., Dick, L., Gavin, J., Tang, J., . . . Tummino, P. (2002). Hydrolysis of biological peptides by human angiotensin-converting enzyme-related carboxypeptidase. *J Biol Chem*, 277(17), 14838-14843. doi: <http://doi.org/10.1074/jbc.M200581200>

- Wendelboe, A. M., Miller, A., Drevets, D., Salinas, L., Miller, E. J., Jackson, D., . . . Group, P. H. W. (2020). Tabletop exercise to prepare institutions of higher education for an outbreak of COVID-19. *J Emerg Manag*, *18*(2), S1-S20. doi: <http://doi.org/10.5055/jem.2020.0464>
- World Health Organization. *Coronavirus disease (COVID-19) pandemic*. <https://www.who.int/es/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020> .
- Zhang, H., Penninger, J. M., Li, Y., Zhong, N., & Slutsky, A. S. (2020). Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) as a SARS-CoV-2 receptor: molecular mechanisms and potential therapeutic target. *Intensive Care Med*, *46*(4), 586-590. doi: <http://doi.org/10.1007/s00134-020-05985-9>

