



**UGR** Universidad  
del Gran Rosario

## **TESINA**

**Presentado para acceder al título de grado de la carrera de**

**LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

**Título: Influencia de la actividad física aeróbica moderada en  
relación a las complicaciones graves por Covid-19.**

**Autor/es:**

**Antico, Agustín, 39566470**

**Puttero, Julia, 41850803**

**Director/a:**

**Lic. Mazzucco, Guillermo**

**Lugar:**

**Rosario**

**Fecha de presentación:**

**03/02/2023**

**Firmas:**

AGUSTÍN ANTICO  
PUTTERO Julia

## Índice

I.	<b>Introducción</b> .....	1
II.	<b>Objetivos</b> .....	3
	II.a. Objetivo general.....	3
	II.b. Objetivo específico.....	3
III.	<b>Marco Teórico</b> .....	3
	III.a. COVID-19.....	3
	III.a.1 Fisiopatogenia.....	3
	III.a.2 Síntomas.....	5
	III.b. Factores de riesgo.....	5
	III.c. Actividad física.....	7
	III.c.1 Capacidad funcional.....	9
	III.d. Adaptaciones cardiovasculares.....	11
	III.e. Adaptaciones inmunológicas.....	12
IV.	<b>Justificación</b> .....	14
V.	<b>Metodología</b> .....	15
	V.a. Selección de artículos.....	16
VI.	<b>Resultados</b> .....	18
	VI.a. Análisis de los resultados.....	26
VII.	<b>Discusión</b> .....	31
VIII.	<b>Conclusión</b> .....	32
IX.	<b>Referencias bibliográficas</b> .....	35

## Resumen

**INTRODUCCIÓN:** El COVID-19 es un tipo de coronavirus altamente contagioso el cual se propagó por todo el mundo desde finales del 2019, con un crecimiento exponencial de contagios, dando como resultado la declaración de pandemia en el año 2020. Esto trajo como consecuencia que los países del mundo adopten medidas de protección, incluido el bloqueo y el distanciamiento social, con el fin de frenar la propagación de dicho virus. Si bien las medidas fueron razonables para contrarrestar el avance del mismo, esto trajo como impacto que las personas limiten su actividad física diaria produciendo una alteración en su aptitud física.

**OBJETIVOS:** El objetivo general es, a partir de una revisión bibliográfica, comparar las complicaciones graves que produce el COVID-19, en pacientes que realicen actividad aeróbica moderada (150-300 minutos semanales) con pacientes que sean sedentarios.

**MÉTODOS:** En la presente revisión bibliográfica se analizaron siete artículos. Se realizó la búsqueda en las bases de datos PubMed, Biblioteca Virtual en Salud (BVS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) y la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT, donde se utilizó como estrategia de búsqueda, la combinación de palabras claves y los términos MeSH y DeCS. Se recuperaron artículos del año 2020 a 2022.

**CONCLUSIÓN:** El hábito de actividad física no solo nos genera un estado de bienestar físico y psicoemocional, sino que también brinda beneficios potenciales para contrarrestar la infección por COVID-19, tanto en base a su sintomatología, como al riesgo de complicaciones graves que pueden incluir a la hospitalización, ingreso a UTI y muerte.

**PALABRAS CLAVES:** COVID-19, Complicaciones/ Complications, Ejercicio/ Exercise, Ejercicio Aeróbico/ Exercise aerobic, Sedentarismo/ Sedentary Behavior

## I. Introducción

El COVID-19 es causado por un coronavirus, un gran grupo de virus de ARN monocatenario que infecta a los humanos. Este se dirige principalmente al sistema respiratorio y puede manifestarse a través de una variedad de síntomas que incluyen rinorrea, dolor de garganta, pérdida del olfato y gusto, tos, fiebre, dolor muscular y fatiga o que también puede cursar de manera asintomática. Los pacientes infectados con COVID-19 también han presentado alteraciones del sistema inmunológico comúnmente observadas en infecciones del tracto respiratorio superior, con mayor número de leucocitos y niveles altos de citocinas y quimiocinas en sangre, interleucinas, proteínas quimioatrayentes de monocitos y proteínas inflamatorias de macrófagos. (1)

La enfermedad del COVID-19 se ha extendido en el 90 % de los países del mundo y ha provocado un número alarmante de muertes. El brote actual ha llevado a las autoridades de muchos países a adoptar varias medidas de protección, incluido el bloqueo y el distanciamiento social. Las restricciones incluyeron cierres totales o parciales de ciudades, prohibiciones de viaje, reuniones sociales restringidas y fronteras y escuelas cerradas. La mitad de la humanidad está actualmente afectada directamente por la pandemia con consecuencias finales inciertas. Si bien es una medida razonable para contrarrestar la contaminación por COVID-19, las medidas restrictivas han limitado la capacidad del individuo para realizar ejercicio al aire libre o en gimnasios e instalaciones similares. Esta falta de actividad física, reduce la carga mecánica, la tasa metabólica y el gasto de energía produciendo una disminución de la aptitud física y un excedente de energía. Como consecuencia, aumentan los riesgos de enfermedades crónicas relacionadas con un estilo de vida sedentario. Por el contrario, las actividades físicas regulares se asocian con un riesgo reducido de morbilidad y mortalidad. (1) (2)

Cabe destacar que la Organización Mundial de la Salud (OMS) incluye dentro de los principales factores de riesgo de mortalidad mundial a la inactividad física (6%), después de la hipertensión (13%), el tabaquismo (9%) y la diabetes (6%). (3)

Al afectarse principalmente el sistema respiratorio, es de suma importancia considerar la relación entre el entrenamiento y el conocimiento de la fisiología de la actividad física en base a las adaptaciones que produce, las cuales son determinantes cuando se habla de

dicha patología. En este sentido, el ejercicio aeróbico tiene gran implicancia, ya que aplicado a intensidades medias/altas produce adaptaciones en la ventilación y perfusión pulmonar. A través del ejercicio se incrementa el consumo máximo de oxígeno, traduciéndose en una mayor rentabilidad en el intercambio gaseoso, aspectos que pueden resultar fundamentales en futuros cuadros clínicos de instauración de COVID-19. (4) (5)

Los primeros informes muestran que las personas de mayor edad con múltiples comorbilidades son más propensas a desarrollar complicaciones graves después de la infección por COVID-19 y tienen un mayor riesgo de mortalidad. Estas observaciones indican indirectamente que la baja aptitud física, la obesidad y un sistema inmunológico alterado podrían ser perjudiciales para un individuo expuesto al coronavirus, lo cual no es la primera vez que dichas características se encuentran estrechamente ligadas a infecciones respiratorias virales. En relaciones a otras afecciones virales como, por ejemplo, se ha reportado para el caso del virus H1N1 que las personas con obesidad, que tienden a la actitud sedentaria y con enfermedades crónicas preexistentes tienen una mayor probabilidad de desarrollar síndrome de distrés respiratorio agudo que puede evolucionar a falla orgánica múltiple. Estas condiciones, al igual que otras relacionadas al síndrome metabólico, predisponen a la aparición de procesos inflamatorios que sensibilizan a los individuos a aumentar la prevalencia de la estadía en UTI y la muerte. (2) (6) (7)

La práctica regular de actividad física (AF) podría ser una herramienta importante para enfrentar los efectos adversos ocasionados sobre el organismo debido a la infección por el COVID-19 porque, en primer lugar, mejora las funciones cardiovasculares, la coagulación y la homeostasis fibrinolítica favoreciendo los estadios antitromboticos. En segundo lugar, aumenta la resistencia y la fuerza de los músculos respiratorios, haciéndolos más eficientes. En tercer lugar, tiene efectos positivos sobre el sistema inmunológico, restringiendo la inmunosenescencia que generalmente se observa con el envejecimiento y puede mejorar la respuesta inmune a los antígenos virales, reduciendo la incidencia de infecciones virales a lo largo de la vida. Por último, favorece a los estadios antiinflamatorios, y disminuye el estrés oxidativo. (2) (8)

En particular, la AF durante el envejecimiento puede tener efectos positivos sobre el sistema inmunológico adaptativo, incluidos los linfocitos T y B. Por ejemplo, la interleucina-15 (IL-15), una citocina pleiotrópica crucial para la activación y proliferación de las células T y NK se expresan en gran medida en las fibras musculares. Dicha IL-15 se libera después del

ejercicio proporcionando efectos positivos al sistema inmunológico, como uno de los muchos efectos para preservar la salud causados por el ejercicio. (2)

Con estos hallazgos se busca remarcar 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 COVID-19, disminuyendo el riesgo de mortalidad. (2) (8)

## **II. Objetivos**

### **II.a General**

A partir de una revisión bibliográfica, comparar las complicaciones graves que produce el COVID-19, en pacientes que realicen actividad aeróbica moderada (150-300 minutos semanales) con pacientes que sean sedentarios.

### **II.b Específicos**

- Explicar y analizar cuáles son las adaptaciones fisiológicas que genera la práctica habitual de actividad física aeróbica.
- Demostrar la importancia en relación a la salud, del mantenimiento de la actividad física aeróbica de intensidad moderada en época de pandemia.
- Analizar el rol protector de la práctica habitual de actividad física aeróbica de intensidad moderada en las adaptaciones inmunológicas.

## **III. MARCO TEORICO**

### **III.a. Covid-19**

#### **III.a.1. Fisiopatogenia**

Los coronavirus son un grupo diverso de virus de ARN de sentido positivo, monocatenario y envueltos que tienen un tropismo de amplio rango, lo que les otorga la capacidad de causar enfermedades devastadoras. El principal receptor de entrada para la unión del SARS-CoV-2 es la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2) en las células huésped. El SARSCoV-2 se une a ACE2 a través de su proteína espiga (proteína S). La proteína S está compuesta por 2 subunidades, S1 y S2, y cada proteína S consta de tres subunidades

S1/S2 que crean un trímero. La subunidad S1 es responsable de la unión de ACE2 a través del dominio de unión al receptor (RBD), mientras que S2 contiene el péptido de fusión y el dominio transmembrana. La entrada del SARS-CoV-2 en las células huésped depende de dos claves factores: en primer lugar, la unión de las proteínas del pico viral al receptor celular huésped ACE2; y, en segundo lugar, el cebado de la proteína S por la proteasa de la célula huésped, la proteasa transmembrana serina 2. Las mutaciones dentro de la proteína S pueden tener un gran impacto en el tropismo, la infectividad y, en última instancia, la letalidad del virus. (9)

Específicamente, los virus son reconocidos primero por los receptores tipo toll en las células huésped, que inician la activación de NF-κB, que luego activa los receptores ACE2 en las células endoteliales del huésped en el tracto respiratorio, el tracto gastrointestinal y el riñón. Tras la activación de los receptores ACE2, los virus pueden entrar células y comenzar la replicación. Este proceso también inicia la "tormenta de citocinas", un sello distintivo del síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), que es la principal causa de muerte por infección grave de SARS-CoV-2. (9)

Los pacientes con COVID-19 también tienen un mayor riesgo de crisis vascular, lo que puede explicarse por la unión de la proteína S y ACE2. La ACE2 convierte a la angiotensina 2 en angiotensina protegiendo la función de las células endoteliales y previniendo la aterosclerosis que puede ser causada por coágulos de sangre. Cuando la ACE2 se une a la proteína S viral, la función protectora de la ACE2 se inhibe, lo que lleva a la oclusión vascular en pacientes con COVID-19. Al ingresar a las células huésped, el genoma de ARN monocatenario puede desencadenar una respuesta inmune a través de patrones moleculares asociados a patógenos (PAMP) El SARS CoV-2 es un virus citopático que puede causar piroptosis (una forma altamente inflamatoria de muerte programada) de las células huésped. El virus también provoca la liberación de patrones moleculares asociados al daño proinflamatorio (DAMP) como ATP y ácidos nucleicos, e induce una respuesta inmunitaria local con citoquinas como IL 6. Los DAMP desencadenan la migración de otras células inmunitarias como los macrófagos, monocitos y células T, que aumentan aún más la inflamación al liberar citocinas proinflamatorias. En un sistema inmunitario susceptible, el aumento de la carga viral y la inflamación conducen a la tormenta de citocinas, y los casos graves muestran un aumento de IL-2, IL-7, IL-10, GCSF, TNF-B y proteína inflamatoria de macrófagos (MIP1), lo que en última instancia conduce a daño multiorgánico, así como a shock séptico. (9,10)

### III.a.2. Síntomas

Los pacientes con COVID-19 presentan diversas presentaciones clínicas y síntomas que incluyen fatiga, fiebre, tos, pérdida del olfato o del gusto, dolor de cabeza, etc. Algunos pacientes pueden presentar también síntomas gastrointestinales como diarrea, náuseas y dolor de estómago. Los síntomas de la infección por COVID-19 aparecen después de un período de incubación de aproximadamente 5 días. Otros síntomas importantes de destacar fueron la producción de esputo, hemoptisis, disnea y linfopenia. (10)

El período desde el inicio de los síntomas de COVID-19 hasta la muerte ha sido muy variable, los cuales van desde 6 hasta 41 días. Este período depende de la edad, del estado del sistema inmunitario del paciente y de la presencia de factores de riesgo. Fue más corto entre los pacientes mayores de 70 años en comparación con los menores de 70. (10)

### III.b. Factores de riesgo

Diversos estudios han identificado factores de riesgo de COVID-19 grave, que incluyen la edad avanzada, el sexo masculino y la presencia de comorbilidades subyacentes, como:

- **Hipertensión arterial:** La presión arterial alta igual o por encima de 140/90 mmhg es hipertensión. Se considera el principal factor de riesgo para sufrir una enfermedad cardiovascular. Cada año ocurren 1.6 millones de muertes por enfermedades cardiovasculares en la región de América, de las cuales alrededor de medio millón son personas menores de 70 años, lo cual se considera una muerte prematura y evitable. La hipertensión afecta entre el 20-40% de la población adulta de la región y significa que en América alrededor de 250 millones de personas padecen de presión alta. La hipertensión es prevenible o puede ser pospuesta a través de un grupo de intervenciones preventivas, entre las que se destacan la disminución del consumo de sal, una dieta rica en frutas y verduras, pero sobre todo el ejercicio físico y el mantenimiento de un peso corporal saludable. (11)
- **Diabetes mellitus:** La diabetes mellitus es un grupo de alteraciones metabólicas que se caracteriza por hiperglucemia crónica, debida a un defecto en la secreción de la insulina, en la acción de la misma, o ambas. Además de la hiperglucemia, coexisten alteraciones en el metabolismo de las grasas y de las proteínas. La hiperglucemia sostenida en el tiempo se asocia con daño, disfunción y falla de varios órganos y sistemas, especialmente riñones, ojos, nervios, corazón y vasos sanguíneos. Además, se reconoce como determinante de COVID-19 grave a la

hiperglucemia en el rango no diabético (es decir, personas con prediabetes, intolerantes a la glucosa o glucemia aislada en ayunas). (12)

- **Enfermedad cardiovascular (ECV):** Las enfermedades cardiovasculares son responsables de la mayor parte de las muertes en el mundo. Hoy en día el riesgo cardiovascular global comprende la probabilidad de presentar sintomatología debida a la presencia de aterosclerosis en diferentes sistemas orgánicos, manifestada como enfermedad coronaria, enfermedad cerebrovascular, falla cardíaca, enfermedad arterial periférica, enfermedad renal y en los últimos años, el deterioro cognoscitivo. Las cuales, se han incrementado en gran velocidad en los últimos años. (13)
- **Tabaquismo y enfermedad pulmonar crónica:** La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es un importante problema de salud pública a nivel mundial, ocasionada por varios factores como déficit de alfa 1- antitripsina, exposición a la biomasa, y la causa más común por el consumo de tabaco. Es una condición patológica crónica respiratoria caracterizada por una limitación persistente del flujo aéreo espiratorio que es parcialmente reversible, lo cual genera en el paciente una reducción de la capacidad de realizar actividad física. (14)
- **Obesidad y sedentarismo:** La obesidad se define como un factor de riesgo de enfermedades caracterizadas por un acúmulo excesivo de grasa, y por tanto conduce a una composición corporal cuyo contenido graso supera un estándar prefijado según altura, edad y sexo. En población adulta se tipifica como obesidad la presencia de un Índice de Masa Corporal (IMC) con un valor igual o superior a 30 kg/m<sup>2</sup> (sobrepeso con valores superiores a 27), mientras que en población infantil se utiliza como referencia las curvas de IMC específicos para la edad y el sexo. Si excede el percentil 95 tendremos una situación clínica de obesidad (percentil 85 para el nivel de sobrepeso). El sobrepeso y la obesidad como factores de riesgo inducen claramente la aparición de comorbilidades importantes, como son el síndrome metabólico, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, las patologías osteoarticulares, algunos tipos de cáncer, depresión y alteraciones de la función cognitiva, además de una menor calidad de vida del individuo, un elevado coste personal, social y sanitario. (15)

El estilo de vida sedentario o también llamado estilo de vida inactivo es una característica común del modo de vida de sociedades desarrolladas, la existencia de las nuevas tecnologías hace que cada vez se recurra con más frecuencia a

actividades de muy bajo coste energético en el tiempo libre (videoconsolas, videojuegos, Internet, etc). Recordemos que el comportamiento sedentario no es simplemente una menor actividad física, sino que se corresponde con un conjunto de comportamientos individuales en los que el hecho de estar sentado y/o acostado pasa a ser la forma postural predominante, al mismo tiempo que conlleva un gasto energético muy reducido. Por otro lado, los comportamientos sedentarios se presentan en muchos lugares y situaciones, trabajo, entorno escolar, hogar, en el transporte o en el tiempo libre y de ocio. (15)

A mediados del 2020 se empieza a reconocer a la obesidad y el sedentarismo como posibles factores de riesgo, si bien no está clara su relación con la presencia de COVID-19 grave, se conoce que tanto la obesidad como el sedentarismo están directamente relacionadas con un mayor riesgo de enfermedades cardiometabólicas, las cuales si serían un determinante de suma importancia en cuanto a la gravedad del COVID.19. Se considera este aspecto muy importante, ya que tanto la obesidad como el deterioro de la salud metabólica son factores de riesgo modificables que a menudo pueden tratarse de manera efectiva mediante una intervención en el estilo de vida. (1,2)

Otros factores de riesgo que se pueden asociar al COVID-19 son la enfermedad renal crónica, cáncer, enfermedad hepática crónica, entre otros. (15)

### **III.c. Actividad Física**

La actividad física se puede clasificar según el nivel de intensidad (bajo, medio o alto) de ejercicio dinámico y estático según sea requerido. Cuando hablamos de actividad dinámica hacemos referencia a actividades de resistencia que requieren la contracción regular de grandes grupos de músculos y se caracterizan por el porcentaje relativo de potencia aeróbica máxima (es decir, el consumo máximo de oxígeno) requerido para realizar esa actividad. En cambio, el estático se refiere a aquellas actividades en donde el tipo de fuerza que se realiza requiere de contracciones musculares sostenidas para superar la resistencia y se pueden caracterizar por el porcentaje relativo de una contracción voluntaria máxima. Aunque a veces se consideran de forma aislada, la mayoría de las actividades atléticas involucran combinaciones de ejercicio dinámico y estático, los cuales variarán con los cambios en la intensidad del esfuerzo y la demanda metabólica que ocurren en el

contexto del entrenamiento o la competencia. La combinación de componentes estáticos y dinámicos de cada deporte da como resultado efectos hemodinámicos específicos que influyen en el tipo y grado de remodelación cardíaca inducida por el ejercicio (EICR). (16)

La actividad física se define como cualquier movimiento corporal resultante de la contracción del músculo esquelético que aumenta el gasto de energía por encima de la tasa metabólica en reposo de 3,5 mL de O<sub>2</sub>/min/kg. El ejercicio recreativo, como subcategoría de la actividad física, se define como cualquier acción planificada, estructurada y repetitiva que se persigue para mantener o mejorar la condición física/salud. Su objetivo es iniciar procesos de adaptación en el cuerpo con el fin de mejorar las funciones corporales. La actividad debe adaptarse a las diferentes capacidades individuales, nivel de actividad y edad y llevarse a cabo de acuerdo con ciertos principios. El entrenamiento conduce a un cambio positivo en los parámetros físicos, que a su vez está íntimamente ligado a una mejora en el estado de salud. Se logran amplios efectos en la salud a través del ejercicio regular orientado a la resistencia y el fortalecimiento muscular. Los atletas o deportistas recreativos buscan los beneficios de salud fisiológicos y/o psicológicos del ejercicio en lugar de la competencia. Muchos atletas que participan en eventos de resistencia o alta resistencia son atletas recreativos que buscan maximizar la salud y el bienestar a pesar del tiempo requerido para entrenar para estos eventos. En contraste, un atleta competitivo participa en equipos organizados o en competencias deportivas individuales, otorga una gran importancia a los logros y realiza un entrenamiento sistemático. El rendimiento y la competencia óptimos pueden ser de mayor importancia que el ejercicio en sí mismo, lo que respalda la etimología de la palabra "atleta", que proviene de la raíz griega "athlos" que significa logro. (16)

Durante la pandemia, las medidas adoptadas por los gobiernos de todo el mundo para controlar la transmisión de la COVID-19 incluyeron "bloqueos" y distanciamiento social. Esto ha disminuido sustancialmente los comportamientos diarios de las personas, la rutina y los niveles de actividad física de la población, lo que condujo a un estilo de vida poco saludable. Teniendo en cuenta lo mencionado, es de suma importancia, por lo tanto, poder destacar que la actividad física es uno de los principales determinantes de la salud, y se estima que la falta de actividad física adecuada es responsable del 6 % al 10 % de la carga mundial de las principales enfermedades crónicas y del 9 % de las muertes prematuras. (3,10,16)

Se entiende que el suficiente tiempo de actividad física está asociado con un riesgo sustancialmente reducido de mortalidad por enfermedades crónicas múltiples, en donde se destacan principalmente al síndrome metabólico y la diabetes tipo 2. También se mencionan las enfermedades cardiovasculares, las cuales tienen una estrecha relación con una adecuada función física, cognición y calidad de vida. Cabe destacar que diversos estudios han manifestado a la actividad física como un alto factor protector contra la infectividad y la gravedad de la infección respiratoria debido a sus beneficios inmunológicos. Dichos estudios coincidían en que las pautas de actividad física que originalmente se propusieron para prevenir la mortalidad relacionada con enfermedades crónicas, debe mantenerse, como mínimo de 150 a 300 minutos a la semana de actividad física tanto aeróbica como de fortalecimiento muscular para poder aportar verdaderamente beneficios a la salud. (16)

### **III.c.1. Capacidad funcional**

La actividad física/ejercicio requiere un aumento concomitante en el consumo de oxígeno pulmonar, el transporte circulatorio de oxígeno y la utilización de oxígeno a nivel celular, lo cual es necesario para soportar las mayores demandas metabólicas del cuerpo. Los deportes de resistencia aeróbica (es decir, correr, andar en bicicleta, etc.) requieren que los atletas mantengan altas cargas de trabajo con un esfuerzo submáximo durante períodos prolongados de tiempo. Para ello, se necesita de una capacidad funcional adecuada. (17)

Se entiende que el suficiente tiempo de actividad física está asociado con un riesgo sustancialmente reducido de mortalidad por enfermedades crónicas múltiples, en donde se destacan principalmente el síndrome metabólico y la diabetes tipo 2. También se mencionan las enfermedades cardiovasculares, las cuales tienen una estrecha relación con una adecuada función física, cognición y calidad de vida. (17)

El consumo máximo de oxígeno ( $\dot{V}O_2$  máx) es, por lo tanto, una característica fisiológica determinada por el producto del gasto cardíaco máximo (GC), en sí mismo el producto de la frecuencia cardíaca y el volumen sistólico (VS) del ventrículo izquierdo ( $v_l$ ), y la diferencia máxima del contenido de oxígeno arteriovenoso ( $a - vO_2$  diferencia). El  $VO_2$  máx es un determinante importante del rendimiento del ejercicio de resistencia porque representa una medida real de la capacidad cardiorrespiratoria de un individuo en un nivel determinado de disponibilidad de oxígeno. El entrenamiento físico prolongado facilita un VS más alto, en reposo y durante el ejercicio, causado por aumentos adaptativos en el volumen diastólico

final del VI. Los atletas entrenados con corazones agrandados y aumentos coronarios del VS mantienen el GC durante el reposo normal con frecuencias cardíacas muchos más bajas que los que no están entrenados. El aumento del gasto cardiaco durante el ejercicio de baja intensidad ocurre debido a los aumentos dependientes del trabajo en la frecuencia cardíaca y el VS, pero los aumentos del GC durante el ejercicio de mayor intensidad son causados principalmente por aumentos en la frecuencia cardíaca. (16,18)

En la práctica, las especificaciones para la carga a menudo se formulan como un porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima (% de HRmax), la frecuencia cardíaca de reserva (HRes) o la fuerza máxima (Fmax). También es posible una autoevaluación individual utilizando una escala dada de 10 puntos para la sensación subjetiva de esfuerzo, en la que 0 significa "ningún esfuerzo en absoluto" y 10 "esfuerzo máximo". Si el nivel de rendimiento individual no puede abordarse en el contexto de las recomendaciones de actividad física a nivel poblacional, la intensidad media o la intensidad alta no se definen en términos de intensidad absoluta o relativa, sino en términos de percepción subjetiva. La duración de una actividad física se define como el tiempo de exposición a una sola actividad. Se da en horas, minutos o segundos para movimiento continuo. Una indicación de la duración puede ser, por ejemplo: 30 min. Una solicitud de movimiento como "caminar con intensidad moderada" (3 a 5,9 METs) significa diferentes velocidades de caminata, dependiendo de la capacidad de una persona. También es posible definir la distancia a recorrer en metros. De manera análoga a la duración de los ejercicios de fortalecimiento, se da el tiempo bajo tensión por repetición en segundos o el número de repeticiones, por ejemplo, "12 flexiones de rodilla". La información sobre la intensidad deseada del ejercicio a menudo se expresa en términos del equivalente metabólico (MET). Si se da información relativa a la intensidad, normalmente se da en relación con el rendimiento individual o el peso corporal individual. (18)

El grado de esfuerzo de una actividad física se conoce como la intensidad de un movimiento. La intensidad se define de forma diferente según el tipo de actividad y el objetivo. La intensidad absoluta describe la intensidad con la que se realiza el ejercicio, independientemente del nivel de condición física individual. Se describe una intensidad media con 3 a 5,9 MET, mayor intensidad a partir de 6 MET. El MET es un indicador de intensidad (intensidad absoluta) que compara el consumo de oxígeno en reposo con el consumo de oxígeno durante el ejercicio. Un MET corresponde a un consumo de oxígeno de 3,5 ml/kg de peso corporal por minuto en un adulto sano de 30 años y de 3,15 ml por kg

de peso corporal por minuto en una mujer sana de 30 años. Un MET también corresponde al respectivo gasto de energía física de aproximadamente una kilocaloría por kilogramo de peso corporal por hora en reposo. (18)

Por lo tanto, una especificación de intensidad en MET también puede describirse como un múltiplo de la tasa metabólica en reposo. Sin embargo, al calcular el recambio calórico, siempre se debe tener en cuenta el sexo y la edad. (18)

### **III.d. Adaptaciones cardiovasculares**

Durante el ejercicio, el sistema cardiovascular está expuesto al estrés hemodinámico de presión y volumen, siendo el ejercicio dinámico de intensidad moderada a alta el mayor estímulo para la adaptación cardíaca estructural y funcional. Otro determinante significativo de la remodelación cardíaca es el tiempo que el miocardio está expuesto a un mayor estrés hemodinámico. Por lo tanto, la exposición al ejercicio se puede cuantificar como una “dosis de ejercicio” con componentes principales que incluyen los siguientes: 1) duración; 2) frecuencia; y 3) intensidad. La intensidad del ejercicio se puede medir en términos absolutos como el costo metabólico de una sesión de ejercicio (equivalentes metabólicos o kilocalorías) o en términos relativos (p. ej., frecuencia cardíaca máxima, VO<sub>2</sub>máx). (16)

La remodelación cardíaca inducida por el ejercicio (EICR), o corazón de atleta, requiere una exposición al ejercicio repetitivo y sostenido; tanto la dosis de ejercicio como la naturaleza del deporte (combinación de ejercicio estático y dinámico) influyen en las adaptaciones cardíacas estructurales (p. ej., remodelación concéntrica del VI y remodelación excéntrica del VI) que se observan. La mayoría de los estudios de EICR provienen de estudios transversales de atletas competitivos y algunos estudios longitudinales de atletas en diferentes etapas de su ciclo de entrenamiento. La dosis de ejercicio mínima requerida para estimular este proceso se ha estudiado longitudinalmente en un número relativamente pequeño de individuos sanos con técnicas de alta resolución como la resonancia magnética cardíaca. Estos estudios sugieren que la hipertrofia del VI puede ocurrir después de 3 meses de entrenamiento físico y tan solo con 3-4 h/semana. Además, se ha sugerido que dicho tiempo de ejercicio semanal es suficiente para ver adaptaciones en el electrocardiograma (ECG) en reposo, la frecuencia cardíaca en reposo, el VO<sub>2</sub> máximo y la masa del VI. Estudios longitudinales en atletas entrenados han demostrado que 90 días de entrenamiento intenso en equipo es suficiente para demostrar EICR, y un estudio que siguió

a ciclistas durante un período de 3 años mostró una remodelación progresiva del VI, lo que sugiere que EICR es un proceso continuo y responde a un estímulo de ejercicio sostenido o repetitivo. También se ha demostrado que el entrenamiento de intervalos de alta intensidad provoca EICR y aumenta el VO<sub>2</sub> máx. (16)

El entrenamiento en intervalos de alta intensidad es más efectivo para mejorar el VO<sub>2</sub> máx. (las reducciones subsiguientes en la presión arterial y la mejora de la salud metabólica) que el entrenamiento de intensidad moderada con el mismo costo de energía y da como resultado mayores mejoras en la aptitud cardiorrespiratoria en pacientes con insuficiencia cardíaca o enfermedad de las arterias coronarias en comparación con el ejercicio sostenido de intensidad moderada, pero puede provocar un aumento de las lesiones musculoesqueléticas. El EICR varía considerablemente entre atletas individuales y está influenciado por la fisiología específica del deporte, la exposición previa al ejercicio, la intensidad y duración del ejercicio actual, los factores genéticos del huésped, el sexo, la raza y la edad. (16)

### **III.e. Adaptaciones inmunológicas**

La respuesta inmune incluye dos etapas, inmunidad innata e inmunidad adaptativa. El primero comprende las barreras físicas y químicas y la acción de células como macrófagos, células dendríticas (DC), células asesinas naturales (NK), neutrófilos y moléculas como citocinas, interleucinas (IL), óxido nítrico (NO) y anión superóxido. (O<sub>2</sub><sup>-</sup>). El segundo tiene como mecanismo de acción los linfocitos T (TCD4+ y TCD8+) y los linfocitos B y sus productos, como anticuerpos y citoquinas. Además, la respuesta inmune adaptativa se puede subdividir en inmunidad celular (mediada por células como macrófagos y linfocitos) e inmunidad humoral (mediada por células como macrófagos y linfocitos) e inmunidad humoral (mediada por anticuerpos). La práctica regular de ejercicio físico promueve mejoras en la calidad de vida y puede actuar en la respuesta inmune, reduciendo el riesgo de desarrollar procesos inflamatorios sistémicos y estimulando la inmunidad celular. (19)

Existe un consenso general de que las sesiones regulares de ejercicio de intensidad moderada de corta-moderada duración son beneficiosas para la defensa inmunológica del huésped, particularmente en adultos mayores y personas con enfermedades crónicas. Se ha demostrado que la aptitud física y el entrenamiento con ejercicios de intensidad moderada mejoran las respuestas inmunitarias a la vacunación, reducen la inflamación crónica de bajo grado y mejoran diversos marcadores inmunitarios en varios estados

patológicos, incluidos el cáncer, el VIH, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, el deterioro cognitivo y la obesidad. (20,21)

El ejercicio o la actividad física puede tener efectos positivos tanto en la prevención como en la curación de las enfermedades; y, específicamente, en las respuestas crónicas y agudas del sistema inmune ante el ejercicio. Dicho ejercicio físico puede afectar el sistema inmunológico de dos maneras. Por una parte, el intenso ejercicio aumenta la susceptibilidad para adquirir algún tipo de enfermedad o para suprimir de cierta manera el sistema inmunológico. Esta característica ha sido observado en atletas con elevados volúmenes e intensidades de entrenamiento y pocos o incorrectos períodos de reposo, como por ejemplo los corredores de largas distancias o esquiadores, quienes han presentado básicamente cuadros infecciosos en las vías respiratorias superiores (IVRS) y han sido asociados con inmunidad celular y mucosa suprimida, reactivación viral latente, y respuestas inmunitarias deterioradas a la vacuna y nuevos antígenos, por lo tanto podemos decir que ejercicios de larga duración (>2 horas) pueden ser 'inmunosupresor' mientras que, los de corta duración (45 minutos – 1 hora) son "inmunoprotector".(20,21)

Actualmente se han estudiado los posibles mecanismos responsables de la supresión parcial del sistema inmunológico como resultado de la actividad física de alta intensidad y volumen a diferentes temperaturas ambientales y específicamente en el caso de las infecciones en las vías respiratorias superiores, una de las teorías que intenta explicar es que el elevado flujo de aire que circula por las vías respiratorias es capaz de suprimir la respuesta inmune de la mucosa que envuelve el tracto respiratorio superior. Hoffman-Goetz y Pedersen (1994) han mencionado que la relación entre el ejercicio físico, el sistema inmunológico y la aparición de la infección de las IVRS sigue el patrón de una curva en forma de "U"; con el menor riesgo para adquirir IVRS en aquellas personas que practican ejercicio moderado.(20,21)

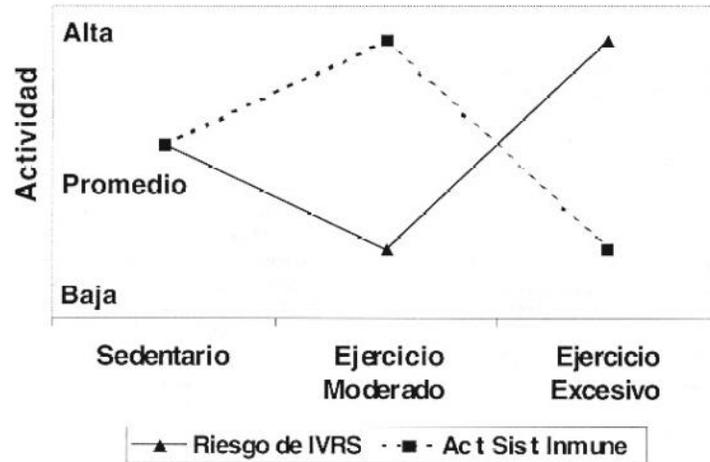


Figura 1. Modelo del grado de actividad del sistema inmunológico y el riesgo para adquirir enfermedades en las vías respiratorias superiores (IVRS) a medida que se prograse la cantidad del ejercicio físico.

Es necesario considerar que los investigadores mencionados anteriormente, han llevado a cabo un estudio el cual solo han abarcado masculinos los cuales llevaban muchos meses de entrenamiento, además se realizaron mediciones pre y post competiciones en diversos deportes como natación, corredores de larga distancia y esquiadores. (20,21)

Como conclusión las sesiones regulares de ejercicio de intensidad moderada a vigorosa son beneficiosas para el funcionamiento normal del sistema inmunológico y ayudan a reducir el riesgo de infecciones/enfermedades respiratorias. El intercambio frecuente de células inmunitarias entre la sangre y los tejidos con cada sesión de ejercicio de intensidad moderada a vigorosa contribuye a mejorar la vigilancia inmunitaria, mejorar la salud y reducir el riesgo de enfermedad. (21)

#### IV. Justificación

Como previamente se mencionó en la introducción, el COVID-19 es una enfermedad viral que nos afecta actualmente y que no deja exenta a ninguna persona. Como futuros kinesiólogos, consideramos de gran importancia poder educar a la población acerca de que el hábito de práctica actividad física aeróbica de intensidad moderada (150-300 minutos semanales) será lo que quizás nos diferencie de forma positiva de los demás en cuanto a las complicaciones graves frente al COVID-19. Con este trabajo lo que se busca, es poder

analizar como el estilo de vida activo en comparación al estilo de vida sedentario, trae beneficios a nivel de diversos sistemas entre ellos el respiratorio, inmunológico, cardíaco como también a nivel psicológico, dando a lugar que la adaptación y el buen funcionamiento de los mencionados podrán hacerle frente a dicha patología evitando consecuencias graves.

## V. Metodología

Se realizó una revisión de la literatura científica seleccionando diversos artículos, tanto en inglés como en español, mediante los cuales se tratarán de cumplir con los objetivos propuestos para el mismo. El período de publicación que se utilizará es de diciembre 2019 a julio 2022. Las bases de literaturas consultadas serán PubMed, Biblioteca Virtual en Salud (BVS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) y la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT, donde se utilizará como estrategia de búsqueda, la combinación de palabras claves y los términos MeSH y DeCS (Tabla 1)

Tabla 1. Términos de búsqueda en las bases de datos.

Nº	Palabra Clave	DeCS	MeSH
#1	COVID-19	(Covid-19)	“COVID-19” [MeSH Terms]
#2	SARS-CoV-2	(SARS-CoV-2)	“SARS-CoV-2”[MeSH Terms]
#3	Complicaciones	(Complicaciones)	“Complications” [MeSH Terms]
#4	Ejercicio	(Ejercicio)	“Exercise” [MeSH Terms]
#5	Ejercicio aeróbico	(Ejercicio aeróbico)	“Exercise, Aerobic” [MeSH Terms]
#6	Actividad física	(Actividad física)	“Activities, Physical” [MeSH Terms]
#7	Sedentarismo	(Sedentarismo)	“Sedentary Behavior” [MeSH Terms]

Dichos términos fueron combinados de la siguiente forma:

- **#1 and #2 and #3 and #4 and #5 and #6**
- **#1 and #2 and #3**
- **#1 and #2 and #3 and #7**
- **#1 and #2 and #3 and #7 and #6**

#### **V.a. Selección de artículos**

##### Criterio de selección de los artículos

Los criterios de inclusión de los artículos seleccionados fueron que correspondan entre el año 2020 y año 2022, además se consideró que en los estudios evaluados la población haya sido mayor a 18 años y menor a 75, con diagnóstico de Covid-19 o sintomatología asociada al virus y se asocie a los niveles de actividad física.

Los criterios de exclusión fueron aquellos estudios en donde la población estudiada sean menores de 18 años, o mayores a 75, estudios que abordaban patologías por fuera del Covid-19. También se excluyeron artículos que no pudieron obtenerse el texto completo.

Se recuperaron un total de 456 artículos de ambas fuentes, 112 textos en Bireme y 344 textos en PubMed. Se aplicaron los siguientes filtros: publicaciones del 2020 al 2022, textos completos en inglés y español, y edad de la población entre 18 y 75 años que dio como resultado 119 artículos en Pubmed y 108 en Bireme. Luego se excluyeron de Bireme los textos repetidos encontrados en Pubmed. Finalmente, para el análisis de datos, con los criterios de selección de este trabajo se tomaron 7 artículos en total.

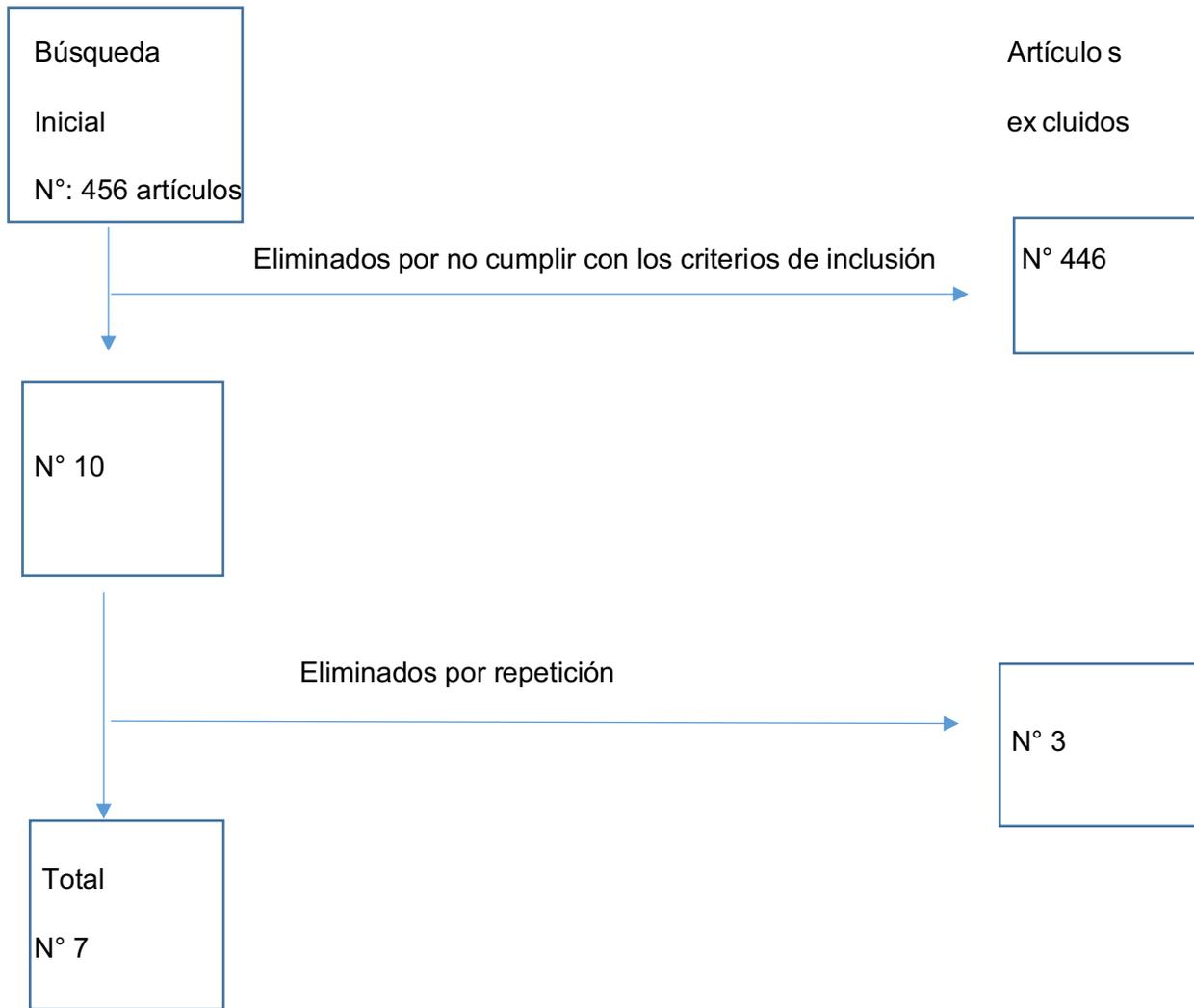


Gráfico N°1. Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos.

## VI. Resultados

Artículo	Diseño del estudio	Objetivo	Muestra	Procedimiento	Resultados
<p>Physical inactivity is associated with a higher risk for a severe COVID-19 outcomes: a study in 48 440 adult patients. Robert Sallis, Deborah Rohm Young. British Journal of Sports Medicine, 13 de abril. 2021.</p>	<p>Estudio observacional retrospectivo</p>	<p>Comparar las tasas de hospitalización, ingresos en unidades de cuidados intensivos (UCI) y mortalidad de pacientes con COVID-19 que estaban constantemente inactivos, haciendo alguna actividad, o realizando regularmente actividad física, según las recomendaciones.</p>	<p>48.440 pacientes adultos con un diagnóstico de COVID-19 con al menos 3 mediciones de signos vitales de ejercicio del 19 de marzo de 2018 al 18 de marzo del 2020.</p>	<p>Se realizaron dos preguntas a los pacientes sobre sus hábitos de ejercicio típicos durante los 2 meses anteriores o más, durante la admisión en cada visita ambulatoria. Las respuestas fueron registradas en la historia clínica de cada paciente y se calcularon los minutos por semana de MVPA (actividad física moderada a vigorosa). Se determinaron 3 categorías de signo vitales de ejercicio (EVS) (EVS &gt; 150 min / semana en todas las evaluaciones durante el período de estudio), constantemente inactivo (EVS 0-10 min / semana en todas las evaluaciones) y algo de actividad (EVS 11-149 min / semana o aquellos con variabilidad en sus medidas EVS).</p>	<p>Entre todos los pacientes con COVID-19, el 8,6% fueron hospitalizados, El 2,4% ingresó en UCI y el 1,6% falleció. Aquellos que cumplían regularmente con las recomendaciones de la AF tenían menos probabilidades de hospitalización, ingreso a UCI o muerte, relacionado con el COVID-19 que aquellos que estaban constantemente inactivos o realizando alguna actividad.</p>

<p>Inverse Relationship of Maximal Exercise Capacity to Hospitalization Secondary to Coronavirus Disease 2019. Clinton A. Brawner, PhD; Jonathan K. Ehrman</p>	<p>Estudio retrospectivo observacional</p>	<p>Investigar la relación entre la capacidad de ejercicio máxima medida durante una prueba de esfuerzo con ejercicio clínicamente indicado realizada antes de la infección por SARS-CoV-2 y la hospitalización debido a COVID 19.</p>	<p>246 pacientes (<math>\geq 18</math> años, <math>59 \pm 12</math> años) que completaron una prueba de esfuerzo con ejercicio clínicamente indicada entre el 1 de enero de 2016 y el 29 de febrero de 2020, y se les realizó una prueba para SARS-CoV-2 entre el 29 de febrero de 2020 y el 30 de mayo de 2020.</p>	<p>Los datos fueron recolectados a partir de informes clínicos obtenidos de pruebas de esfuerzo con ejercicio: terapia electrocardiográfica, electrocardiografía + ecocardiografía y pruebas de ejercicio cardiopulmonar. Se seleccionó el protocolo de ejercicio; los protocolos de Bruce y Bruce modificado. Se creó un informe preliminar que incluía características demográficas, factores de riesgo cardiovascular, historial médico relevante y datos de descanso y ejercicio.</p>	<p>246 realizaron la prueba de esfuerzo y dieron positivo por SARSCoV-2. 89 de ellos (36%) fueron hospitalizados. Los MET máximos fueron significativamente más bajos (<math>p &lt; 0,001</math>) entre los pacientes hospitalizados (<math>6,7 \pm 2,8</math>) en comparación con los no hospitalizados (<math>8,0 \pm 2,4</math>). Los MET máximos se asociaron inversamente con la probabilidad de hospitalización en modelos no ajustados (odds ratio, 0,83; IC del 95 %, 0,74-0,92) y ajustados (odds ratio, 0,87; IC del 95 %, 0,76-0,99).</p>
--	--	---	--	---	--

<p>Lifestyle risk factors, inflammatory mechanisms, and COVID-19 hospitalization. Mark Hamer, Mika Kivimäki.</p>	<p>Estudio de cohorte prospectivo</p>	<p>Evaluar factores de riesgo del estilo de vida (tabaquismo, inactividad física, obesidad y consumo de alcohol) y la relación de los mismos con el Covid-19.</p>	<p>Los participantes fueron 387.109 hombres y mujeres (56,4 ± 8,8 años; 55,1 % mujeres) que residían en Inglaterra del estudio UK Biobanco.</p>	<p>La actividad física se evaluó utilizando la forma abreviada del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) que mide la duración y la frecuencia de la actividad física moderada a vigorosa (MVPA) de todos los dominios en la última semana. Las pautas de actividad de las reuniones se definieron como ≥150 min/semana de MVPA o ≥75 min/ semana de AF vigorosa.</p>	<p>Según los factores de riesgo, el 23,5% de los participantes eran obesos, 33,5% consumían en exceso alcohol, el 9,7% fumadores, el 17,8% inactivos, el 4,9% tenían diagnóstico de diabetes, el 56,1% hipertensión y el 5,2% enfermedad cardiovascular. Alrededor del 0,2% (N = 760) de la muestra fueron hospitalizados con infección por COVID-19 durante el período de seguimiento, y su perfil de riesgo se caracterizó por ser de sexo masculino, mayor edad, fumadores, inactivos físicamente, y mayor prevalencia de comorbilidad cardiometabólica.</p>
--	---------------------------------------	---	---	--	---

<p>Physical inactivity and COVID-19. Xiaomeng Zhang, Xue Li.</p>	<p>Estudio de cohorte prospectivo</p>	<p>Identificar asociaciones entre la actividad física medida objetiva y subjetivamente recopilada prospectivamente y los resultados relacionados con COVID-19.</p>	<p>488.366 participantes, se excluyeron 149.110 por retiros de consentimiento, antecedentes étnicos británicos no blancos, discordancia sexual, aneuploide sexual, alta tasa de faltantes/valores atípicos e inferencia de parentesco.</p>	<p>Se utilizó la actividad física autoinformada. Del UK Biobanco (UKBB) se obtuvo las pruebas de COVID-19 positivo, donde se clasificó a los pacientes según si estaban hospitalizados, atendidos en emergencia o infectados en relación a la atención médica. Del 16/03/2020 al 29/06/2020 hubo 14439 resultados de pruebas de COVID-19, 1596 dieron positivo y 7898 participantes negativos, 7187 eran hospitalizados y 2307 eran ambulatorios. Se analizaron cuatro resultados relacionados con el COVID-19: pacientes hospitalizados con COVID, pacientes ambulatorios con COVID-19, muerte por COVID-19 y epidemiológico por COVID-19. Además, se realizó análisis de RM (aleatorización mendeliana*) para probar la causalidad entre la actividad física y el COVID-19.</p>	<p>Los participantes en el grupo de pacientes hospitalizados con COVID-19 tuvieron el tiempo de MVPA (actividad física moderada a vigorosa) más largo, mientras que los del grupo de muerte por COVID-19 tuvieron tiempo más corto. Para AMPA (actividad física de magnitud del vector de aceleración), los participantes del grupo control, es decir, los que sus pruebas habían dado negativos tuvieron un tiempo más largo, mientras que los pacientes que murieron por COVID-19 tuvieron un tiempo de AMPA más corto.</p>
--	---------------------------------------	--	--	---	---

<p>Association of Timing and Balance of Physical Activity and Rest/Sleep with Risk of COVID-19: A UK Biobank Study Alex V. Rowlands, PhD; David E. Kloecker.</p>	<p>Estudio de cohorte prospectivo</p>	<p>Investigar si la actividad física y el equilibrio entre la actividad física y el sueño/descanso estaban asociados con la positividad y la gravedad del COVID-19.</p>	<p>Se utilizaron datos de 91.248 (edad 49 a 83 años) personas con datos de acelerómetro y covariables completas y datos vinculados de COVID-19 entre 16 de marzo 2020 hasta 19 de julio 2020.</p>	<p>Las evaluaciones se realizaron entre marzo de 2006 y julio de 2010 con datos sobre patrones de movimiento de 24 horas a partir de Axivity AX3 (pulsera acelerómetro) usados en &gt;100 000 adultos recolectados entre junio de 2013 y diciembre de 2015. Los resultados se dividieron en tres categorías: actividad física estándar, el equilibrio entre el nivel de actividad y el sueño/descanso, y la variabilidad en el tiempo de actividad y sueño/descanso.</p>	<p>La actividad física y la MVPA no se asociaron con una COVID-19 grave, mientras que un equilibrio deficiente entre la actividad y el sueño/descanso sí lo estuvo. Esto se relacionó con una mayor actividad diurna asociada con un riesgo más bajo, pero un mayor movimiento durante el sueño/reposo se asoció con un riesgo más alto de infección grave. Una mayor variabilidad en el tiempo de sueño/descanso también se vinculó con un mayor riesgo.</p>
--	---------------------------------------	---	---	--	---

<p>Physical activity and the risk of SARS-CoV-2 infection, severe COVID-19 illness and COVID-19 related mortality in South Korea. Lee Seung Won, Jinhee Lee.</p>	<p>Estudio de cohorte retrospectivo</p>	<p>Determinar las asociaciones potenciales entre la actividad física y el riesgo de infección SARS-Cov-2, enfermedad grave por COVID-19 y muerte por COVID-19.</p>	<p>212.768 pacientes coreanos mayores de 20 años que se sometieron a la prueba de SARS-Cov-2 entre el 1 de enero de 2020 y el 15 de mayo del 2020. Luego se los vinculó con examen nacional de salud entre 1 de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2019 para obtener el nivel de actividad física.</p>	<p>Se generaron ocho cohortes, la cohorte A fue la principal y consistió en participantes que recibieron un examen de salud general entre 2018 y 2019, la puntuación de la cohorte A (2) se emparejó dos grupos (fortalecimiento muscular y aeróbico insuficiente versus fortalecimiento muscular y aeróbico suficiente), la cohorte B (3) solo pacientes confirmados de COVID-19 en la cohorte A, la cohorte C (4) se realizó utilizando la puntuación MET min/semana, la cohorte C (5) emparejada por puntaje de propensión se realizó emparejando dos grupos, uno de actividad física insuficiente (0-500 MET min/sem) y otro suficiente (más de 500 MET min/semana), la cohorte D (6) se formó por participantes que tenían un examen de salud entre 2015 y 2019, la cohorte D (7) emparejada por puntaje de propensión en dos grupos, actividad física suficiente (más de 500 met/semana) versus insuficiente (0 a 500 met/semana) y la cohorte E (8) solo pacientes</p>	<p>De los 76 395 participantes que completaron el examen de salud general y se les hizo la prueba de SARS-CoV-2, 2295 (3,0%) fueron positivos, 446 (0,58%) tenían enfermedad grave y 45 (0,059%) fallecieron. Los que participaron en actividades aeróbicas y de fortalecimiento muscular de acuerdo con las pautas de actividad física de 2018, tuvieron un menor riesgo de infección, hospitalización y muerte que aquellos que se involucraron en ejercicios aeróbicos y fortalecimiento musculare insuficiente. Además, los METS min/semanales de 500–1000 min/semana se asociaron con el beneficio máximo del efecto para la reducción del riesgo de infección, enfermedad grave y muerte por COVID-19.</p>
--	---	--	---	---	--

				confirmados de COVID-19 en la cohorte C.	
Influence of baseline physical activity as a modifying factor on COVID-19 mortality. Aranda Salgado Ricardo, Castellanos Perez Nicasio	Estudio de cohorte retrospectivo	Analizar la influencia del nivel de actividad física basal en la mortalidad por COVID-19.	552 pacientes entre 18 y 70 años, diagnosticados de COVID-19 e hospitalizados en nuestro centro entre 15 de febrero y 15 de abril de 2020.	El nivel de actividad física inicial se estimó utilizando el cuestionario Escala de Evaluación Rápida de la Actividad Física y los pacientes se dividieron en dos grupos para comparar: pacientes sedentarios (grupo 1) y pacientes activos (grupo 2).	La mortalidad encontrada en el grupo 1 fue significativamente mayor que en el grupo 2 (13,8% vs 1,8%; p < 0,001). Los pacientes con sedentarismo tenían mayor mortalidad por COVID-19 independientemente de otros factores de riesgo.

## **VI.a. Análisis de los resultados**

En su trabajo, Sallis, R et al, descubrieron que los pacientes que practicaban actividad física regularmente han sido asociados a menos posibilidades de cursar COVID-19 severo, los autores compararon aquellas personas que se habían reportado como constantemente inactivos con los que cumplían las recomendaciones de ejercicio, este último grupo demostró tener menores probabilidades de hospitalización, ingreso a UTI y muerte por COVID-19. Además, se observó una tendencia similar para aquellos que estaban haciendo alguna actividad en comparación con los que estaban constantemente inactivos. Tras ajustar los datos demográficos y otros factores de riesgo de COVID-19, estar constantemente inactivo resultó en una probabilidad significativamente más alta para los tres resultados en comparación con cumplir regularmente las recomendaciones de la AF o de realizar alguna actividad, además aumentó las probabilidades de hospitalización 2,26 veces (IC del 95%: 1,18 a 2,83) en comparación con cumplir consistentemente las recomendaciones de la AF. Los que hacían alguna actividad tenían 1,89 veces más probabilidades de hospitalización (IC del 95%: 1,53 a 2,33) que aquellos que los que regularmente cumplían con las recomendaciones de la AF. Además, los pacientes que fueron constantemente inactivos tenían mayores probabilidades de ser hospitalizados (OR 1,20; IC del 95%: 1,10 a 1,32) que los pacientes que estaban en actividad. Por lo tanto, los autores concluyen que encontrarse inactivo fue un factor de riesgo fuerte a la hora de hablar de gravedad en la enfermedad de COVID-19. De hecho, la inactividad física fue el factor de riesgo más importante en comparación con los factores clásicos evaluados como el tabaquismo, obesidad, diabetes, hipertensión, enfermedad cardiovascular y el cáncer. Además, esta evidencia recalca que, al ser un factor de riesgo modificable, la salud pública debería realizar mayores esfuerzos para inculcar la práctica constante de actividad y los beneficios que genera la misma, pudiendo así reducir el riesgo de resultados graves de COVID-19. (22)

Tabla 1	Constantemente inactivo (n=6984)	Algo de actividad (n=38338)	de Constantemente activo (n=31118)	Total (n= 48440)
Hospitalización	732 (10,5%)	3405 (8,9%)	99 (3,2%)	4236 (8,7%)
Admisión a UTI	195 (2,8%)	972 (2,5%)	32 (1%)	1199 (2,5%)
Muerte	170 (2,4%)	590 (1,5%)	11 (0,4%)	771 (1,6%)

Brawner, A et al, por su lado, descubrieron que la capacidad máxima de ejercicio determinada a través de una prueba de esfuerzo antes de la infección por SARS-Cov-2 se asoció de forma inversamente proporcional con la probabilidad de hospitalización por COVID-19, un MET más alto de capacidad de ejercicio demostró un 13% menos de probabilidad de hospitalización (OR ajustado, 0,87%, IC del 95%, 0,76-0,99). Además, los datos proporcionados por el estudio demostraron la importante relación entre la aptitud cardiorrespiratoria y los resultados de salud, el cual es una medida importante de la salud general y la capacidad del cuerpo para responder a factores estresantes internos y externos, como en este caso fue el COVID-19. Se recalcó, la importancia de alentar a los pacientes a que realicen ejercicio aeróbico regularmente, ya que es el medio principal para que la mayoría de las personas a mantener o preferiblemente aumentar los niveles de actividad física sobre todo cuando las actividades normales podrían estar restringidas por las autoridades sanitarias locales, como ha ocurrido durante la pandemia. (23)

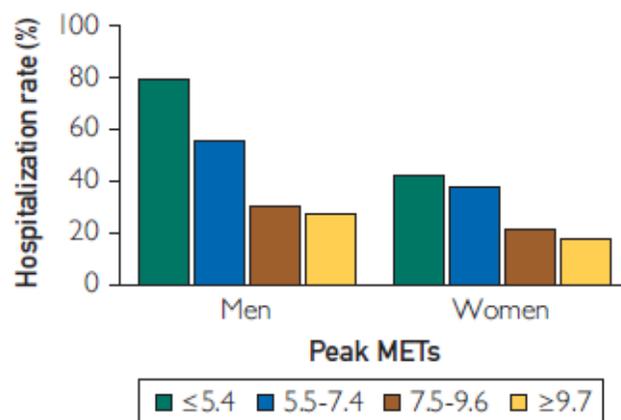


Figura 1. Tasa de hospitalización entre pacientes con enfermedad por COVID-19 por MET

En el artículo de Hamer, M et al, se demostró que la asociación entre el riesgo de COVID-19 y los factores de riesgo (tabaquismo, consumo excesivo de alcohol, **inactividad física**, obesidad, diabetes, hipertensión y enfermedad cardiovascular) fue desfavorable, ya que se encontró que los pacientes que poseían dichas comorbilidades tenían un riesgo de infección grave 4 veces mayor. En relación a esto, se asoció a la actividad física como factor protector ante la infección por COVID-19, incluso ante niveles por debajo de las pautas actuales (es decir, < 150 minutos semanales de actividad moderada). En cuanto a niveles más altos de actividad física (150-300 minutos semanales) los resultados fueron similares al de la actividad moderada. En relación a lo mencionado anteriormente, el estudio también concluye que el sobrepeso y la obesidad eran factores de riesgo para infección grave por COVID-19, por lo tanto, se remarca que adoptar un estilo de vida activo es sumamente importante y podría reducir el riesgo de estadíos críticos por dicha infección (hospitalización, ingreso a UTI y muerte). (24)

Tabla 2. Características basales de la muestra en relación a la hospitalización por COVID-19

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA	COVID HOSPITALIZACIONES	
	NO	SI
Edad (años)	56,4 ± 8,0	57,1 ± 9,0
Fumadores	9,8	11,9
<b>Inactividad física</b>	17,8	25,0
Diabetes	4,8	9,5
Hipertensión	56,1	63,9
Enfermedad cardiovascular	5,2	9,4

Los resultados se expresan en porcentaje o media ± SD

Zhang, X et al, describió a 4 grupos según los resultados obtenidos (COVID-19 en general, COVID-19 en pacientes hospitalizados, COVID-19 en pacientes ambulatorios y muerte por COVID-19). Los pacientes que habían muerto por COVID-19 tenían un promedio de edad más alto (74,7 años) mientras que los pacientes ambulatorios tenían un promedio más bajo (66,0 años). La proporción de hombres fue la más alta para el grupo de muerte por COVID-19 (63,9%) y la más baja para el grupo de pacientes ambulatorios (45,8%). Los participantes en el grupo de pacientes hospitalizados con COVID-19 tuvieron el tiempo de MVPA (actividad física moderada a vigorosa) más largo, mientras que los del grupo de muerte por COVID-19 tuvieron tiempo más corto. Por otro lado, para AMPA (actividad física de magnitud del vector de aceleración), los participantes del grupo control, es decir, los que sus pruebas habían dado negativas, tuvieron un tiempo más largo, mientras que los pacientes que murieron por COVID-19 tuvieron un tiempo de AMPA más corto. (25)

El estudio identifica que la actividad física puede beneficiar a las infecciones virales respiratorias aumentando la resistencia de los músculos respiratorios y/o mejorando la respuesta inmune ante los antígenos virales respiratorios, aunque no dejan en claro el mecanismo directo el cual podría explicarlo. Como se ha mencionado en ocasiones previas, se destaca que el ejercicio de intensidad moderada reduce el riesgo y la gravedad de las infecciones virales respiratorias, en contraste al ejercicio intenso el cual aumentaría el riesgo de infección viral respiratoria. Este estudio, abarco casos confirmados de COVID-19 ya hospitalizados y ambulatorios, los cuales los hospitalizados indicaron COVID-19 grave mientras que los ambulatorios eran pacientes que poseían síntomas más leves. En cuanto al análisis de los autores, determinaron que un aumento de la magnitud del vector de aceleración de la actividad física (AMPA) de una desviación estándar se aproximó a 3 MET por hora/día, lo que significó que, si una persona es capaz de reemplazar el 55% menos de su actitud sedentaria, como por ejemplo, realizando caminatas diarias, el riesgo de contraer COVID-19 en general y ambulatorio disminuyó un 20%, pero no se encontraron asociaciones con la hospitalización y muerte por COVID-19. Por lo tanto, Zhang concluyó que el estudio respalda un efecto protector de la actividad física, medida objetivamente, en cuanto a los resultados de COVID-19. Las asociaciones se observaron en pacientes con síntomas leves, pero reafirma que las personas que se encuentran físicamente activas pueden tener menos posibilidades de ser diagnosticadas con COVID-19. (25)

Tabla 3. Características de los pacientes del Biobanco de Reino Unido

	Casos generales de COVID-19	Casos hospitalarios de COVID-19	Casos ambulatorios de COVID-19	Muerte por COVID-19	Grupo Control
Total de participantes	1746 (0,4%)	1020 (0,2%)	576 (0,1%)	399 (0,1%)	415596 (99.7%)
Edad	68,8 (9,2)	69,4 (8,9)	66,0 (9,4)	74,7 (6,0%)	68.1 (8.1)
Sexo:					
Masculino	924 (52,9%)	570 (55,9%)	264 (45,8%)	255 (63,9%)	185494 (44.6%)
Femenino	822 (47,1%)	450 (44,1%)	312 (54,2%)	144 (36,1%)	230102 (55.4%)
	990.4 (1310.8)	1039.0 (1356.1)	898.7 (1236.7)	1017.0 (1057.9)	974.6 (1268.1)
MVPA (MET-minutos/sem)					
AMPA	26.7 (8.6)/ (n = 215)	26.6 (8.9)/ (n = 122)	27.4 (8.1)/ (n=79)	24.1 (8.1)/ (n = 36)	28.1 (8.2)/ (n=83748)

Rowlands, A et al, en su estudio de “Asociación de cronometraje y equilibrio de actividad física y descanso/sueño con riesgo de COVID-19”, demostraron que el equilibrio y la variabilidad entre la actividad física y el incorrecto descanso se asociaron fuertemente con el riesgo de contraer COVID-19 y también con la incidencia de que el cuadro evolucione a estadios graves que, las medidas de actividad física estándar. Es por ello, que destacan la importancia de no solo tener el hábito de realizar actividad física sino también, tener un descanso de calidad adecuada. La importancia de una buena calidad de sueño/descanso fue más evidente en la asociación positiva entre el nivel de movimiento durante el sueño/descanso (las 8 horas continuas menos activas) y el riesgo, es decir, por más que una persona duerma/descanse 8 horas diarias, si dicho tiempo no es de calidad independientemente del nivel de actividad durante las horas de vigilia, el efecto protector que se menciona ante las infecciones por COVID-19 no estará presente. Recalaron que, un mejor equilibrio entre la actividad y el periodo dominante de sueño/descanso se asoció

con aproximadamente un 30% de menos riesgo de COVID-19 grave. También destacan que interrumpir el sueño y la inactividad física pueden contribuir a la inflamación crónica y a la enfermedad cardiometabólica, las cuales a su vez tienen una estrecha relación con el riesgo a contraer COVID-19 grave, esto se produce ya que al ser una enfermedad inflamatoria aguda, podría generar una exacerbación de la inflamación crónica existente asociada con comportamientos erróneos tales como el mal descanso, el virus podría asociarse a lo que se conoce como “tormenta de citosinas” y contribuir al aumento del riesgo de COVID-19 grave. El riesgo es 1,2 veces mayor por aproximadamente 40 minutos de variabilidad en el tiempo del sueño/descanso. Los autores, también respaldan que los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular y cardiometabólica también son factores de riesgo de COVID-19.(26)

En el estudio de cohorte de Lee Won,S et al, se demostró que aquellas personas que realizaban actividad física aeróbica y de fortalecimiento muscular que cumplieron con las pautas de ejercicio tenían un menor riesgo de infección por SARS-CoV-2, infección grave y muerte en comparación a los que no realizaban actividad física. También, destacaron que en los pacientes los cuales su puntuación de MET era elevada (500-1000 MET min/semana) estaban directamente asociados al beneficio de la reducción del riesgo de infección, enfermedad grave y muerte por COVID-19. También la estadía en el hospital se acortó aproximadamente 2 días en pacientes que realizaron tanto, ejercicios aeróbicos con fortalecimiento muscular o pacientes que presentaban MET de 500-1000 min/semana. En concordancia con los artículos mencionados anteriormente, hacen referencia a que la actividad física regular es un contribuyente importante a la hora de hablar de capacidad de ejercicio e influye favorablemente en las vías biológicas que están involucradas en la respuesta del cuerpo a una infección. Los hallazgos del estudio sugieren que las estrategias y políticas que se aplican por parte de la salud pública para aumentar la actividad física a nivel de la población puede reducir el riesgo de infección y minimizar los efectos adversos, y por eso la importancia de alentar a las personas a mantenerse activas. (27)

En el último estudio descrito, el autor Salgado Aranda, R et al, analizó a los pacientes que habían ingresado al Hospital clínico San Carlos en Madrid, España durante la pandemia por COVID-19, con un diagnóstico del mismo, y se los dividió en dos grandes grupos: el grupo 1 se encontraba conformado por pacientes sedentarios y el grupo 2 por pacientes que realizaban actividad física. Se encontró que, independientemente del grupo que conformaban, los síntomas eran similares entre ambos y no se identificaron diferencias de

signos físicos al momento del ingreso a excepción de una mayor taquipnea en el grupo 1 y fiebre en el grupo 2 (dado a que el grupo 1 estaba conformado por pacientes de edad adulta y la fiebre puede estar ausente en el 30-50% de los adultos mayores). La mayor discrepancia radicó en que los pacientes que conformaban el primer grupo tuvieron como consecuencia síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS), insuficiencia renal y respiratoria. La mortalidad de dichos pacientes fue mayor en comparación al grupo 2 y se identificó al estilo de vida sedentario como un predictor independiente de mortalidad, el análisis mostro que este riesgo fue 8 veces mayor. Los pacientes inactivos también coincidían en que tenían una mediana de edad más alta y presencia de comorbilidades como hipertensión, insuficiencia renal, EPOC, enfermedad cerebrovascular, del tejido conectivo y hepática. La dependencia física también fue mayor en el primer grupo. Se evidenció que los pacientes que realizaban actividad física de intensidad moderada diariamente, tenían una mejor capacidad de reserva respiratoria, en comparación del grupo de sedentarios, lo cual dio como resultado que tengan una mejor capacidad compensatoria a la hora de enfrentar una enfermedad respiratoria. (28)

Tabla 4. Comparación de las características basales y los resultados hospitalarios entre ambos grupos

	Grupo 1 (n=297)	Grupo 2 (n=223)	Valor p
Años (edad)	56,6 (45, 9-64,6)	52,7 (42,9-60,7)	0.007
Femenino	141 (47,5%)	97 (43,5%)	0.268
Hipertensión	107 (36%)	55 (24,7%)	0.006
Diabetes	44 (14,8%)	25 (11,2%)	0.231
Dislipedemia	94 (31,6%)	57 (25,6%)	0.118
Fumador activo	20 (6,7%)	25 (3,6%)	0.131
Obesidad	70 (23,6%)	36 (16,1%)	0.086
Enfermedad del corazón	34 (11,4%)	18 (8,1%)	0.205

## VII. DISCUSIÓN

Luego de analizar los artículos seleccionados y relacionarlos con los objetivos propuestos para esta tesina de grado, se encontraron resultados que demuestran los beneficios de la actividad física aeróbica tanto para el riesgo de contagio por COVID-19, como los estadíos

graves de dicha infección como la hospitalización, el ingreso a UTI y la muerte. Pero a su vez, al ser una temática de reciente índole, la cantidad de estudios encontrados fueron escasos. Si bien la relación entre la actividad física y las infecciones virales es un tema muy estudiado, uno de los criterios de exclusión fue la relación de la misma con el COVID-19, lo cual llevó a reducir el número de artículos ampliamente.

Por otro lado, si bien se conoce que el ejercicio físico es un factor importante en la vida de las personas para desarrollar, mantener y mejorar las cualidades físicas y psicoemocionales, los artículos analizados coinciden en que la actividad moderada-vigorosa produce beneficios protectores contra la infección por COVID-19 y los estadios graves del mismo. En relación a esto, es importante considerar que el estudio de Zhang, X et al. (2021), si bien coincide con lo mencionado anteriormente sobre la actividad moderada-vigorosa, el estudio destaca que cuando el ejercicio es intenso puede generar efectos perjudiciales para la salud, aumentando el riesgo de infección viral respiratoria.

En esta revisión bibliográfica, se analizaron 7 artículos de los cuales 5 de ellos tuvieron muestras muy elevadas, exceptuando al artículo de Brawner, A et al. (2020) el cual estudio a 246 pacientes y el de Aranda Salgado et al (2021) con una muestra de 552 pacientes. Al ser poblaciones de estudio muy numerosas, se recolectan muchos datos para el análisis de los mismos, pero esto afecta directamente a la especificidad la cual se ve reducida.

Otra distinción a destacar en cuanto a las investigaciones, es que, la manera de cuantificar a la actividad física realizada fue muy diferente en cada uno de los artículos. En el artículo de Sallis, R et al.(2021), utilizó un sistema de dos preguntas y lo cuantificó en 3 grupos (activo (EVS > 150 min / semana en todas las evaluaciones durante el período de estudio), constantemente inactivo (EVS 0-10 min / semana en todas las evaluaciones) y algo de actividad (EVS 11-149 min / semana o aquellos con variabilidad en sus medidas EVS)., mientras que Brawner, A (2020) et al. utilizó pruebas de esfuerzos electrocardiográfica y electrocardiografía más ecocardiografía dando resultados en MET, al igual que el artículo de Lee SW et al. (2021), el cual también obtuvo resultados en MET, pero estos se guiaron a partir de una base de datos en el cual se informaba un examen de salud general entre 1ro de enero 2018 y 31 de diciembre del 2019. Por otro lado, Hamer, M et al. (2020) et al. evaluó a la actividad física utilizando la forma abreviada del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) en donde midió la duración y la frecuencia de la actividad física, las cuales se definieron en dos grupos,  $\geq 150$  min/semana de MVPA o  $\geq 75$  min/ semana de AF vigorosa. Rowlands et al. (2021) en cambio, utilizó datos sobre patrones de movimiento de

24 horas de Axivity AX3 pulsera acelerómetro, lo cual conllevó a que los resultados se dividieran en tres categorías: resultados de actividad física estándar, el equilibrio entre el nivel de actividad y el sueño/descanso, y la variabilidad en el tiempo de actividad y sueño/descanso. Zhang,X et al. (2021) utilizó la actividad física autoinformada, lo cual, estas variaciones en el modo de evaluar el nivel de actividad física podrían generar discrepancias entre los resultados obtenidos. Por último, Aranda Salgado et al, utilizó el cuestionario Escala de Evaluación Rápida de la Actividad Física.

Dado el gran avance de la investigación por parte de los científicos a cargo del tema en cuestión, se han podido producir y realizar ensayos con distintos tipos de vacunas, las cuales siguen en proceso de estudio. De igual forma se puede destacar que las mismas han sido las principales causantes de la disminución de los casos de COVID-19, por lo tanto, se pueden considerar como un gran factor protector del virus, además de la actividad física, ya que disminuyen la probabilidad de infección y contrarresta la sintomatología. En relación a esto, podemos concluir que las probabilidades de complicaciones graves, como hospitalización, ingreso a UTI y muerte se podrían reducir en personas vacunadas.

Por último, si bien todos los artículos dejan en claro que la actividad física es beneficiosa y ejerce un efecto protector a la hora de hablar de infecciones por COVID-19, ninguno de ellos pudo explicar de forma clara cuál es el mecanismo directo que genera esta cualidad.

## **VIII. Conclusión**

Podemos concluir que la actividad física no solo nos genera un estado de bienestar físico y psicoemocional, sino que también brinda beneficios potenciales para contrarrestar la infección por COVID-19, tanto en base a su sintomatología, como al riesgo de hospitalización y muerte.

Los hallazgos encontrados y analizados respaldan investigaciones previas que muestran que el hábito de actividad física regular es inversamente proporcional a las tasas de morbilidad/ mortalidad de otras infecciones respiratorias. Por eso, consideramos de suma importancia como profesionales de la salud, no solo alentar a los pacientes a realizar actividad física diaria y llevar un estilo de vida saludable en conjunto, sino también poder abarcar al sistema de salud pública a que se encargue de promover y promocionar al ejercicio físico, no solo por su estrecha relación con el COVID-19 sino también para contrarrestar complicaciones con infecciones futuras, y también así disminuir

indirectamente los riesgos a poseer los mencionados factores de riesgo modificables, como hipertensión, obesidad, sedentarismo, tabaquismo, entre otros, los cuales son los que contribuyen a empeorar dichas infecciones.

Al hablar en detalle, el kinesiólogo debe ser el profesional encargado de, a partir de la Kinefilaxia (prevención a través del movimiento) abordar el tema en cuestión. El mismo lo primero que debe hacer es realizar una completa anamnesis que incluya características como edad, sexo, peso, enfermedades concomitantes, historial de lesiones previas, antecedentes familiares y fundamentalmente una evaluación exhaustiva sobre el nivel de actividad física previo que posee el paciente. En base a los resultados obtenidos se puede llevar a cabo el diseño de un plan de entrenamiento supervisado y personalizado fijando objetivos en conjunto con el paciente, a corto, mediano y largo plazo con el propósito de buscar una adaptación y adherencia al mismo, y así disminuir el riesgo de abandono. Dicho plan debe dosificarse según frecuencia semanal, intensidad, duración, pausas y volumen conforme a lo evaluado. La principal premisa debe ser que el paciente pueda incorporar la actividad física como estilo de vida, dando a conocer todos los beneficios que la misma le brinda tanto a nivel inmunológico, respiratorio, cardiovascular y psicológico.

## IX. Referencias Bibliográficas

1. Ferreira-Júnior JB, Freitas EDS, Chaves SFN. Exercise: A Protective Measure or an “Open Window” for COVID-19? A Mini Review. *Front Sports Act Living* [Internet]. 2020 [citado el 12 de agosto de 2021];0. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2020.00061/full#B49>
2. Jakobsson J, Malm C, Furberg M, Ekelund U, Svensson M. Physical Activity During the Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Prevention of a Decline in Metabolic and Immunological Functions. *Front Sports Act Living* [Internet]. 2020 [citado el 12 de agosto de 2021];0. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2020.00057/full>
3. Ricci F, Izzicupo P, Moscucci F, Sciomer S, Maffei S, Di Baldassarre A, et al. Recommendations for Physical Inactivity and Sedentary Behavior During the Coronavirus Disease (COVID-19) Pandemic. *Front Public Health* [Internet]. 2020 [citado el 12 de agosto de 2021];0. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2020.00199/full>
4. Bleda Andrés J, Orcajada Pérez J. Ejercicio físico: un posible aliado en la prevención de complicaciones en personas susceptibles de contraer COVID-19. *Fisioterapia*. 2020;42(5):281–2.
5. Ahmed I. COVID-19 – does exercise prescription and maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub> max) have a role in risk-stratifying patients? *Clin Med (Lond)*. mayo de 2020;20(3):282–4.
6. Morentin B, Alcaraz R, Alonso E, Ezpeleta G. Mortalidad por el virus influenza A (H1N1): experiencia forense e implicaciones epidemiológicas. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. el 1 de enero de 2011;29(1):73–4.
7. Tenorio-Mucha J, Hurtado-Roca Y, Tenorio-Mucha J, Hurtado-Roca Y. Revisión sobre obesidad como factor de riesgo para mortalidad por COVID-19. *Acta Médica Peruana*. julio de 2020;37(3):324–9.

8. Guzmán JEO, Duarte ACV. Beneficios de la práctica regular de actividad física y sus efectos sobre la salud para enfrentar la pandemia por Covid-19: una revisión sistemática. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad la Salle*. el 18 de septiembre de 2020;14(53):105–32.
9. Forchette L, Sebastian W, Liu T. A Comprehensive Review of COVID-19 Virology, Vaccines, Variants, and Therapeutics. *Curr Med Sci [Internet]*. 2021 [citado el 1 de febrero de 2023];41(6):1037–51. Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s11596-021-2395-1>
10. Rothan HA, Byrareddy SN. The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *J Autoimmun [Internet]*. 2020 [citado el 1 de febrero de 2023];109:102433. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896841120300469>
11. Hipertensión - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/hipertension>
12. Rojas de P E, Molina R, Rodríguez C. Definición, clasificación y diagnóstico de la diabetes mellitus. *Rev Venez Endocrinol Metab [Internet]*. 2012 [citado el 1 de febrero de 2023];10:7–12. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1690-31102012000400003&lng=es&nrm=iso&tIng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1690-31102012000400003&lng=es&nrm=iso&tIng=es)
13. Castillo Arocha I, Armas Rojas NB, Dueñas Herrera A, González Greck OR, Arocha Mariño C, Castillo Guzmán A. Riesgo cardiovascular según tablas de la OMS, el estudio Framingham y la razón apolipoproteína B/apolipoproteína A1. *Rev Cuba Investig Bioméd [Internet]*. 2010 [citado el 1 de febrero de 2023];29(4):479–88. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-03002010000400008&lng=es&nrm=iso&tIng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03002010000400008&lng=es&nrm=iso&tIng=es)
14. Arancibia H. F. Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica y Tabaquismo. *Rev Chil Enfermedades Respir [Internet]*. 2017 [citado el 1 de febrero de 2023];33(3):225–9. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0717-73482017000300225&lng=es&nrm=iso&tIng=pt](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-73482017000300225&lng=es&nrm=iso&tIng=pt)
15. Varela-Moreiras G, Alguacil Merino LF, Alonso Aperte E, Aranceta Bartrina J, Ávila Torres JM, Aznar Laín S, et al. Obesidad y sedentarismo en el siglo XXI: ¿qué se puede y

se debe hacer? Nutr Hosp [Internet]. 2013 [citado el 1 de febrero de 2023];28:1–12. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0212-16112013001100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112013001100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

16. Martínez MW, Kim JH, Shah AB, Phelan D, Emery MS, Wasfy MM, et al. Exercise-Induced Cardiovascular Adaptations and Approach to Exercise and Cardiovascular Disease: JACC State-of-the-Art Review. J Am Coll Cardiol [Internet]. 2021 [citado el 1 de febrero de 2023];78(14):1453–70. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109721058411>

17. Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. Compr Physiol [Internet]. 2012 [citado el 1 de febrero de 2023];2(2):1143–211. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4241367/>

18. Miko HC, Zillmann N, Ring-Dimitriou S, Dorner TE, Titze S, Bauer R. Auswirkungen von Bewegung auf die Gesundheit. Gesundheitswesen Bundesverb Ärzte Öffentlichen Gesundheitsdienstes Ger [Internet]. 2020 [citado el 1 de febrero de 2023];82(Suppl 3):S184–95. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7521632/>

19. Matheus Pelinski da Silveira ,Kimberly Kamila da Silva Fagundes ,Matheus Ribeiro Bizuti ,Édina Starck ,Renata Calciolari Rossi yDébora Tavares de Resende e Silva. Physical exercise as a tool to help the immune system against COVID-19: an integrative review of the current literature | SpringerLink [Internet]. 2021 [citado el 1 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10238-020-00650-3>

20. Moncada Jiménez J. Inmunología del ejercicio. Rev Costarric Salud Pública [Internet]. 2000 [citado el 1 de febrero de 2023];9(16):39–46. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1409-14292000000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1409-14292000000100005&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

21. Simpson RJ, Campbell JP, Gleeson M, Krüger K, Nieman DC, Pyne DB, et al. Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? Exerc Immunol Rev [Internet]. 2020;26:8–22. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32139352/>

22. Sallis R, Young DR, Tartof SY, Sallis JF, Sall J, Li Q, et al. Physical inactivity is associated with a higher risk for severe COVID-19 outcomes: a study in 48 440 adult patients. Br J Sports Med [Internet]. 2021 [citado el 2 de febrero de 2023];55(19):1099–105. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/55/19/1099>

23. Brawner CA, Ehrman JK, Bole S, Kerrigan DJ, Parikh SS, Lewis BK, et al. Inverse Relationship of Maximal Exercise Capacity to Hospitalization Secondary to Coronavirus Disease 2019. *Mayo Clin Proc* [Internet]. 2021;96(1):32–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33413833/>
24. Hamer M, Kivimäki M, Gale CR, Batty GD. Lifestyle risk factors, inflammatory mechanisms, and COVID-19 hospitalization: A community-based cohort study of 387,109 adults in UK. *Brain Behav Immun* [Internet]. 2020;87:184–7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32454138/>
25. Zhang X, Li X, Sun Z, He Y, Xu W, Campbell H, et al. Physical activity and COVID-19: an observational and Mendelian randomisation study. *J Glob Health* [Internet]. 2020;10(2):020514. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/55/19/1099>
26. Rowlands AV, Kloecker DE, Chudasama Y, Davies MJ, Dawkins NP, Edwardson CL, et al. Association of Timing and Balance of Physical Activity and Rest/Sleep With Risk of COVID-19: A UK Biobank Study. *Mayo Clin Proc* [Internet]. 2021;96(1):156–64. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33413813/>
27. Lee SW, Lee J, Moon SY, Jin HY, Yang JM, Ogino S, et al. Physical activity and the risk of SARS-CoV-2 infection, severe COVID-19 illness and COVID-19 related mortality in South Korea: a nationwide cohort study. *Br J Sports Med* [Internet]. 2022;56(16):901–12. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34301715/>
28. Salgado-Aranda R, Pérez-Castellano N, Núñez-Gil I, Orozco AJ, Torres-Esquivel N, Flores-Soler J, et al. Influence of Baseline Physical Activity as a Modifying Factor on COVID-19 Mortality: A Single-Center, Retrospective Study. *Infect Dis Ther* [Internet]. 2021 [citado el 2 de febrero de 2023];10(2):801–14. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7955903/>