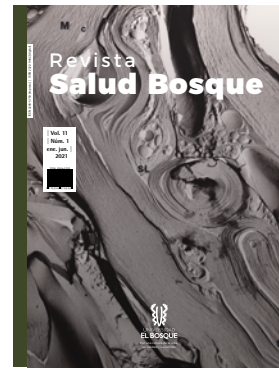


Revista Salud Bosque

ISSN 2248-5759 (impresa) | ISSN 2322-9462 (digital)



REDIB

latindex
ratology

Artículo de revisión



Historial del artículo:

Recibido: 28 | 04 | 2021
Aprobado: 23 | 07 | 2021
Publicado: 24 | 08 | 2021



Autor de correspondencia:

Gustavo Alfonso Díaz Muñoz. Facultad de Medicina. Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia. diazgustavo@unbosque.edu.co




How to cite:

Díaz Muñoz GA, García Rairan LA, González Cruz MA. Revisión rápida: cambios fisiológicos durante ejercicio aeróbico con mascarilla. Rev. salud. bosque. 2021;11(1):1-13.




DOI: doi.org/10.18270/rsbv11i1.3504

Revisión rápida: cambios fisiológicos durante ejercicio aeróbico con mascarilla

Gustavo Alfonso **Díaz Muñoz** 
Instituto de investigación en nutrición genética y metabolismo. Facultad de Medicina. Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia.

Luis Alejandro **García Rairan** 
Instituto de investigación en nutrición genética y metabolismo. Facultad de Medicina. Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia.

María Angélica **González Cruz** 
Instituto de investigación en nutrición genética y metabolismo. Facultad de Medicina. Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia.

Resumen

Objetivo: Identificar los cambios fisiológicos durante la realización de ejercicio aeróbico con mascarilla en adultos.

Material y métodos: se utilizó una adaptación de la metodología de revisión rápida de Cochrane. Se consultaron las bases de datos: Pubmed, EMBASE y Scopus, empleando los términos Decs "masks", "vital signs" y "aerobic exercise". Se incluyeron estudios experimentales, en adultos sin comorbilidades, en condiciones de ejercicio aeróbico.

Resultados: Se encontraron 331 artículos, 12 fueron seleccionados. Se evaluaron cambios en la temperatura corporal, frecuencia respiratoria y cardiaca, concentración de oxígeno y concentración de CO₂ reinhalado, antes y después del uso de mascarilla quirúrgica o N95 en tres y seis investigaciones respectivamente. Durante el ejercicio de baja intensidad con mascarilla se observaron incrementos de la frecuencia cardiaca y respiratoria, temperatura, concentración oxígeno y de CO₂ reinhalado, siendo cambios leves y sin relevancia clínica. La percepción de esfuerzo no mostró diferencias entre los grupos de estudio evaluados, sin embargo, sí se evidenció disparidad entre el uso o no de mascarilla. No se encontraron estudios con intervenciones de moderada o alta intensidad.

Conclusión: El uso de tapabocas durante ejercicio de baja intensidad incrementa levemente la frecuencia cardiaca y respiratoria, la temperatura corporal, la concentración de oxígeno y CO₂ reinhalado, sin embargo, estos cambios no tienen relevancia clínica o impacto negativo en el desarrollo del ejercicio. Futuras investigaciones deberán evaluar cambios fisiológicos durante ejercicio de moderada y alta intensidad.

Palabras claves: mascarilla; ejercicio aeróbico; adulto; frecuencia cardiaca; frecuencia respiratoria; saturación oxígeno; concentración CO₂.

Rapid review: physiological changes during aerobic exercise with facemask

Abstract

Aim: To identify the physiological changes during aerobic exercise with masks in adults.

Material and methods: an adaptation of the Cochrane rapid review methodology was used. The databases were: Pubmed, EMBASE, and Scopus. The MeSH term were "masks", "vital signs", and "aerobic exercise". Experimental studies, in adults and with aerobic exercise were included.

Results: 331 articles were found, 12 were selected. Changes in body temperature, respiratory and heart rate, oxygen concentration, CO₂ concentration before and after the use of surgical mask or N95 were evaluated in three and six investigations respectively. Low-intensity exercise with the mask increases the heart rate, respiratory rate, temperature, and CO₂ concentration however, these changes were slight and without clinical relevance. The perception of exertion showed no differences between the study groups evaluated; also, there was evidence of disparity between the use or non-use of a mask. No studies were found with moderate or high-intensity interventions.

Conclusion: The use of face masks during low-intensity exercise slightly increases heart and respiratory rate, body temperature, and inhaled CO₂ concentration; however, these changes have no clinical relevance or negative impact on exercise performance. Future research should evaluate physiological changes during moderate and high-intensity exercise.

Key words: mask, aerobic exercise, adult, heart rate, respiratory rate, oxygen saturation, CO₂ concentration.

Revisão rápida: mudanças fisiológicas durante exercícios aeróbicos com máscara

Resumo

Objetivo: Identificar as alterações fisiológicas durante o exercício aeróbio com máscara em adultos.

Material e métodos: foi utilizada uma adaptação da metodologia de revisão rápida Cochrane. Foram consultadas as seguintes bases de dados: Pubmed, EMBASE e Scopus, utilizando os termos Decs "máscaras", "sinais vitais" e "exercício aeróbio". Foram incluídos estudos experimentais, em adultos sem comorbidades, em condições de exercício aeróbio.

Resultados: foram encontrados 331 artigos, 12 foram selecionados. Mudanças na temperatura corporal, frequência respiratória e cardíaca, concentração de oxigênio e concentração de CO₂ re-inalado foram avaliadas antes e após o uso de máscara cirúrgica ou N95 em três e seis investigações, respectivamente. Durante o exercício de baixa intensidade com máscara, foram observados aumentos das frequências cardíaca e respiratória, temperatura, concentração de oxigênio e CO₂ reinalado, com alterações leves e sem relevância clínica. A percepção de esforço não apresentou diferenças entre os grupos de estudo avaliados, entretanto, houve evidências de disparidade entre o uso ou não de máscara. Não foram encontrados estudos com intervenções de moderada ou alta intensidade.

Conclusão: O uso de máscaras faciais durante exercícios de baixa intensidade aumenta levemente as frequências cardíaca e respiratória, temperatura corporal, concentração de oxigênio e CO₂ reinserido, entretanto, essas alterações não têm relevância clínica ou impacto negativo no desenvolvimento do exercício. Pesquisas futuras devem avaliar as mudanças fisiológicas durante o exercício de moderada e alta intensidade.

Palavras-chave: máscara, exercício aeróbio, adulto, frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação de oxigênio, concentração de CO₂.

Introducción

La actividad y el ejercicio físico son factores protectores y benéficos que promueven la calidad de vida en sujetos sanos y en quienes tienen enfermedades. La evidencia científica describe beneficios del ejercicio aeróbico en los sistemas endocrino, respiratorio, neurológico, metabólico y hemodinamia. Además, el ejercicio aerobio se ha relacionado con una disminución del estrés oxidativo, mejora del desempeño cognitivo, disminución del riesgo cardiovascular y aumento en la sensibilidad a la insulina (1-8).

La estimulación simpática que se genera al hacer ejercicio produce aumento de la frecuencia, contractilidad, conductividad cardíaca, gasto cardíaco, tensión arterial, frecuencia respiratoria, difusión del O₂ y CO₂; las anteriores variables fisiológicas son dependientes de la duración y el esfuerzo del ejercicio (9).

En marzo de 2020, se declaró pandemia de la infección viral por el Covid-19, también denominado SARS-CoV-2, virus RNA que se transmite a través de gotículas respiratorias, de esta manera, la mascarilla representa la mejor estrategia para mitigar el contagio, convirtiéndose así, política de salud pública su uso obligatorio. Por lo anterior, el uso de este implemento implica cambios o adaptaciones fisiológicas al hacer actividades cotidianas y ejercicio. La literatura menciona que el uso de tapabocas puede simular un ejercicio en alta altitud, y de esta manera, adaptarse a condiciones de hipoxia, por lo que se ha propuesto que usar tapabocas durante el ejercicio disminuye la disponibilidad de oxígeno y aumenta el CO₂ (10-15).

Por lo anterior, usar tapabocas durante el ejercicio simula un medio hipóxico leve-moderado, similar al ejercicio de altitud, lo que también tiene efectos benéficos en el cuerpo, como son el aumento de la resistencia y la mioglobina muscular, mejor adaptación ventilatoria, mayor respuesta amortiguadora muscular e hipertrofia muscular (16, 17).

A pesar de los beneficios del ejercicio aeróbico y de las aparentes ventajas de la adaptación anaeróbica debida al uso del tapabocas, las personas manifiestan sensación de dificultad respiratoria, aumento de la sensibilidad térmica y menor rendimiento físico, lo cual podría estar soportado por la restricción de flujo de aire que genera la mascarilla. Conocer los cambios fisiológicos propiciados por el uso de mascarilla permitirían brindar información útil sobre esta práctica y las implicaciones que tiene el uso de mascarilla durante la realización de ejercicio aeróbico a partir de la evidencia científica. Por lo tanto, el objetivo de la revisión fue identificar los cambios fisiológicos durante la realización de ejercicio aeróbico con mascarilla en adultos aparentemente sanos (18, 19).

Material y Métodos

Se realizó una revisión rápida de la literatura empleando una modificación de la metodología de revisiones rápidas de Cochrane, en la cual se obviaron los pasos de evaluación de la calidad de los estudios y extracción de la información por duplicado (20).

Se realizó la búsqueda bibliográfica el 22 agosto 2020 en los buscadores Pubmed, EMBASE y scopus. Se empleó el algoritmo de búsqueda (((((((facemask) OR "face mask") OR "surgical mask") OR "Respiratory Protective Devices") OR mask)) AND (((("vital sign") OR "aerobic exercise") OR exercise)) NOT (((((((fire fighting) OR (caffeine)) OR (pediatric)) OR (anaesthesia)) OR (laparoscopic)) OR (cancer)) OR (laryngeal mask)) OR (airway)) OR (cerebrovascular)) OR ("case report"). Se aplicaron filtros de tipo artículo científico, últimos 10 años, humanos, adultos e idioma español-inglés.

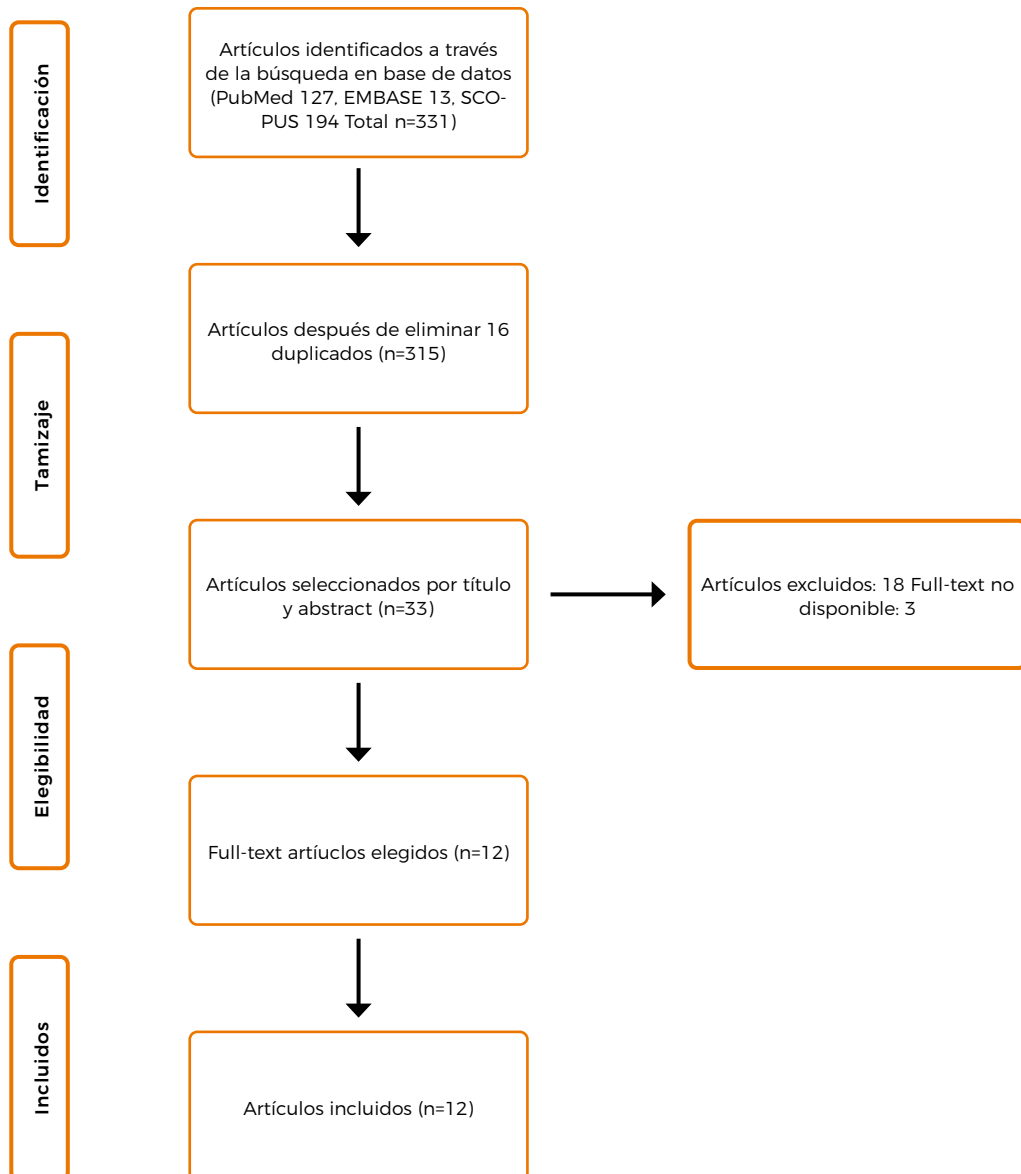
Para la revisión se incluyeron estudios experimentales con o sin grupo control, con o sin aleatorización y en paralelo o cruzado; investigaciones con medición de signos vitales o metabólicos, medición con y sin uso de tapabocas y en adultos sin diagnósticos médicos. Se excluyeron artículos relacionados a personal de la salud, tareas cotidianas, y evaluación de uso de tapabocas junto a otros elementos de protección personal.

Los tres investigadores preseleccionaron los artículos relevantes a partir de la revisión de título y abstract, con previa estandarización y pilotaje del proceso; de los artículos preseleccionados, se realizó la revisión del artículo completo y por último se seleccionaron los que serían relevantes para la revisión. La extracción de información se realizó por los tres investigadores, con una estandarización y pilotaje previo y en un formato que incluyó las variables de: tipo de estudio, población, tamaño de muestra, intervención, tapabocas evaluado, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, concentración o saturación de oxígeno y CO₂, temperatura medida y percibida, esfuerzo percibido, humedad y efectos adversos. El análisis de la información fue descriptivo, indicando el resultado de la última medición al final de la prueba física.

Resultados

La búsqueda arrojó 331 artículos. Al seleccionarlos por título y abstract se preseleccionaron 33 artículos, de los cuales se revisó el texto completo, excluyéndose los artículos que no se pudo recuperar el Full-text (3) y que presentaron criterios de exclusión (18). Finalmente, se seleccionaron 12 artículos para esta revisión (figura 1).

Figura 1. Flujograma búsqueda y selección de artículos



De las 12 publicaciones, 7 incluyeron hombres y mujeres, 10 describen un diseño de estudio de antes y después, 3 emplearon mascarilla quirúrgica y 6 con N95; en 5 investigaciones, la condición de prueba fue caminadora durante 1 hora a 5.6km/h y en 4 se aplicó la prueba de caminata por 6 minutos en pasillo cubierto (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los artículos incluidos

Referencia	País	Diseño del experimento	Población	Tamaño muestra	Máscara	Condición de prueba
Wong, et al. 2020 (21)	China	Antes y después	Adultos sanos Promedio edad 33.8 (rango 21-60)	Mujeres: 13 Hombres: 10	Quirúrgico	Caminadora 4Km/h durante 6 minutos
Person et al. 2018 (22)	Bélgica	Controlado aleatorizado	Adultos sanos no fumadores Edad 21,6 ± 2,8 años IMC (kg/m ²) 22,1 ± 2,6	Mujeres: 26 Hombres: 18	Quirúrgico	Prueba de caminata de 6 minutos en pasillo cubierto
Vieira et al. 2016 (23)	Brasil	Antes y después	Adultos mayores de 18 años, sanos y Adultos mayores de 18 años con criterios para falla cardíaca: Disnea I, II o III Fracción de eyección deprimida pero tratada Que no padezcan: Arritmias HTA no controlada, Síndromes coronarios en los últimos 6 meses.	Mujeres: 7 Hombres: 8	Máscara polipropileno	Prueba de caminata de 6 minutos en pasillo cubierto
Sellers et al. 2016 (24)	EE.UU	Antes y después	Adultos sanos, cadetes Edad 19.47 ± 1.2 años Grasa corporal 7.85 ± 2.9%	Hombres: 19	Máscara de Entrenamiento.	Entrenamiento de resistencia con el peso corporal: flexiones, estocadas, plancha anaeróbica, calistenia y sprints (carreras cortas en circuito de entrenamiento) por 40 minutos.
Vieira et al. 2015 (25)	Brasil	Antes y después	Adultos mayores de 18 años, sanos y Adultos mayores de 18 años con criterios para falla cardíaca: Disnea I, II o III Fracción de eyección deprimida pero tratada Que no padezcan: Arritmias HTA no controlada, Síndromes coronarios en los últimos 6 meses.	Hombres falla cardíaca: 26 Hombres sanos: 15	Máscara polipropileno	Prueba de caminata de 6 minutos en pasillo cubierto.
Kim et al. 2016 (26)	EE.UU	Antes y después	Sujetos sanos Edad 23.5 ± 1.6 años IMC 24.9 ± 2.3 kg/m ²	Hombres: 12	N95 y P100	1 hora de ejercicio en caminadora (5.6km/h) en un ambiente controlado (25°C con relativa humedad 50%)

Referencia	País	Diseño del experimento	Población	Tamaño muestra	Máscara	Condición de prueba
Kim. et al. 2015 (27)	EE.UU	Antes y después	Adultos sanos, no fumadores. Edad 24.5 años \pm 3.8 IMC 23.4 \pm 2.9	Hombres:7 Mujeres: 3	N95 sin válvulas de escape y con tres tipos de filtros	Ejercicio en bicicleta ergométrica durante 2 minutos a una velocidad de 60 revoluciones por minuto. Intercalando entre respiración oral y nasal cada 30 segundos.
Roberge et al. 2014 (28)	EE.UU	Antes y después	Embarazadas sanas, en promedio de segundo y tercer trimestre, no fumadoras Edad 28.0 \pm 2.9 IMC 26.8 \pm 6.0 kg/m ² Mujeres sanas, no fumadoras, no embarazadas: Edad 26.1 \pm 4.0 años, IMC 24.1 \pm 3.2	Embarazadas: 22 No embarazadas: 22	N95	Ejercicio en bicicleta ergométrica durante 20 minutos a una velocidad de 60 pedaladas en tres sesiones continuas.
Roberge et al. 2013 (29)	EE.UU	Controlado aleatorizado	Adultos sanos no fumadores Edad 24.5 \pm 3.8 IMC 23.4 \pm 2.9 kg/m ²	Mujeres: 3 Hombres: 7	N95	Caminar en una caminadora en trabajo de leve-moderado (5.6km/h) por 1 hora
Kim et al. 2013 (30)	EE.UU	Antes y después	Adultos sanos no fumadores Edad 23 \pm 2.9 años IMC 25 \pm 4.2 kg/m ²	Mujeres: 7 Hombres: 13	N95 modelos Moldex 2200 3M 9210	1 hora en caminadora 5.6km/h, inclinación 0° con ropa deportiva
Roberge et al. 2012 (18)	EE.UU	Antes y después	Adultos sanos no fumadores Edad 23 \pm 2.9 años IMC 25 \pm 4.2 kg/m ²	Mujeres: 7 Hombres: 13	Máscara quirúrgica Kimberly-Clark Technol 49214	1 hora en caminadora 5.6km/h, inclinación 0° con ropa deportiva
Roberge et al. 2012 (31)	EE.UU	Antes y después	Adultos sanos no fumadores Edad 23 \pm 2.9 años IMC 25 \pm 4.2 kg/m ²	Mujeres: 7 Hombres: 13	N95 modelos Moldex 2200 3M 9210	1 hora en caminadora 5.6km/h, inclinación 0° con ropa deportiva

A pesar de que Vieira et al. 2015 y Vieira et al. 2016 informan resultados de pacientes con diagnóstico de falla cardiaca, para propósitos del artículo, se utilizaron los datos disponibles del grupo control, los cuales corresponden a sujetos sanos. Del mismo modo, los resultados de Roberge et al. 2014 correspondiente a mujeres en estado de gravidez se omitieron, utilizando los datos informados en mujeres sanas y no embarazadas (23,25,28).

Frecuencia cardiaca y Tensión arterial

A nivel cardiovascular se puntualizan dos variables, la frecuencia cardiaca y la tensión arterial. La Frecuencia cardiaca (FC) se describe en 10 artículos, de los cuales 6 informan incremento de esta variable, observándose diferencias pre-pos-intervención de 4 latidos por minuto (lpm) en Wong et al. hasta de 12 lpm en Roberge et al, asociados a un valor p significativo. Por el contrario, Person et al. y Viera et al. describen una disminución de 4 a 9 lpm respectivamente en la frecuencia cardiaca frente al uso de mascarilla. (Tabla 2).

Tabla 2. Mediciones de variables fisiológicas según el uso o no de mascarilla

Referencia	Máscara	FC lpm			FR			SaO2			SaCO2		
		Sin Máscara	Con Máscara	valor p	Sin Máscara	Con Máscara	valor p	Sin mascarilla	Con mascarilla	valor p	Sin mascarilla	Con mascarilla	valor p
Wong, et al. 2020 (21)	Quirúrgico	124.4 ±12.8	128.4 ±13.2	<0.01									
Person, et al. 2018 (22)	Quirúrgico	138.7 ±23.6	134.6 ±22.9	0.419				98.3 ±1.0	98.3 ± 1.1	0.893			
Vieira, et al. 2016 (23)	Máscara polipropileno	111.3 ±13.8	102.9 ±10.2	<0.05									
Sellers, et al. 2016 (24)	Máscara de entrenamiento							57.96 ±4.60 (ml·kg a la menos 1 x min a las -1) Δ	58.4 ± 4.97 (ml·kg a la menos 1 x min a las -1) Δ	0.307			
Vieira, et al. 2015 (25)	Máscara polipropileno	95.0-114.0 t	99.8-113.3 t	<0.05	25.1 ± 1.3	24.7 ± 1.2	< 0.050	92.9 ± 1.3	94.1 ± 2.3	<0.001	29.0 [28.8-31.5]*	30.5 [28.3-33.0]*	0.037
Kim, et al. 2016 (26)	N95 y P100	106.2 ±14.8	N95:105.9 ± 11.9 P100: 105.1 ± 9.2		28.1 ± 7.1	N95: 28.4 ± 3.2 P100: 29.3 ± 6.5	0.61	97.9 ± 1.1	N95 :97.8± 0.6 P100:97.3 ± 0.8	0.25	40.9 ±2.4**	N95: 41.3± 2.4 P100 42.6 ±2.1	
Kim, et al. 2015 (27)	N95 sin válvulas de escape y con tres tipos de filtros												
Roberge, et al. 2014 (28)	N95	98.8 ±18.2	105.5 ±15.9		26.4 ±4.2	24.9 ± 6.1	0.001	98.7 ±1.2	98.8 ±0.7	>0.5	37.4 ±3.3	38.7 ±3.1	0.04
Roberge, et al. 2013 (29)	N95 con diferentes resistencias de filtro 3mm, 6mm y 9mm		PR3 (3mm H2O): 104.9 ±7.9 PR6 (6mm H2O): 101.1 ±9.8 PR9 (9mm H2O): 106.3 ±8.3***	0.63		PR3 (3mm H2O): 27.2 ±6.1 PR6 (6mm H2O): 28.0 ±10.1 PR9 (9mm H2O): 26.1 ±6.8	<0.05		PR3:98.2 ±0.5 PR6:98.4 ±0.5 PR9: 98.1 ±0.6	0.012		PR3: 41.8 ±3.3 PR6: 41.7 ±4.1 PR9: 41.4 ±2.7	

Referencia	Máscara	FC lpm			FR			SaO2			SaCO2		
		Sin Máscara	Con Máscara	valor p	Sin Máscara	Con Máscara	valor p	Sin mascarilla	Con mascarilla	valor p	Sin mascarilla	Con mascarilla	valor p
Kim. et al. 2013 (30)	N95 Moldex 2200 N95 3M 9210	114.9 ±12.1	Moldex 124.3 ±15.8 3M 9210 124.4 ±17.5	<0.05	21.7 ±3.4	N95 Moldex 2200 24.1 ±3.7 N95 3M 9210 23.6 ±5.8	<0.05	97.8 ±1.0	N95 Moldex 2200: 97.7 ±1.3 N95 3M 9210: 97.5 ±1.5	<.001	39.7 ±3.8	N95 Moldex 2200: 42.7 ±3.3 N95 3M 9210: 42.7 ±4.0	<0.001
Roberge. et al. 2012 (18)	Máscara quirúrgica Kimberly-Clark Technol 49214	116.9 ±15.6	128.3 ±15.6	<0.001	23.7 ±2.7	24.7 ±3.7	0.02	97.6	97.5	0.83	39.3	41.5	0.0006

*** Flujo en cm H2O; * Pendiente VE / VCO2; ** Medido transcutáneamente; lpm: latidos por minuto; t: valor reportado como rango; Δ Valor reportado en Vo2 Máximo.

Por otro lado, la investigación de Vieira et al. 2016 fue la única en reportar la tensión arterial (TA), encontrando que la TA sistólica incrementa con el uso de mascarilla (pre 127±13; pos 142±21; p<0.05).

Frecuencia respiratoria

Con respecto a las variables respiratorias, la frecuencia respiratoria (FR) es descrita en 6 artículos, de los cuales 5 indican un incremento de la FR con el uso de mascarilla, reportándose un incremento promedio de 1 hasta 3 respiraciones por minuto (rpm), asociado a un valor p significativo. Por el contrario, Vieira et al describe una disminución promedio de la frecuencia respiratoria en ±1 rpm.

La saturación de gases (saturación de Oxígeno y la de CO2) fue descrita en 8 artículos, encontrando que en 6 de ellos no se observaron cambios con el uso de mascarilla (Tabla 2).

Tabla 3. Variables Térmicas

Referencia	T intra mascarilla	T facial	T corporal piel	T rectal	T timpánica
Kim. et al. 2016 (26)	N95 35.0 ± 0.7 , P100: 35.1 ± 0.8		N95: 34.4 ± 0.3 P100: 34.3 ± 0.4	N85 37.64 ± 0.31 , P100: 37.70 ± 0.33	
Roberge. et al. 2014 (28)			35.4 ±0.9		
Roberge. et al. 2013 (29)					PR3 (3mm H2O): 36.9 ±0.4 PR6 (6mm H2O): 36.7 ±0.2 PR9 (9mm H2O): 36.8 ±0.4
Roberge. et al. 2012 (18)		32.5 ±1.0	33.4 ±0.8	37.9 ±0.3	
Roberge. et al. 2012 (31)	N95 Moldex 2200: 33.7 ±0.8 N95 3M 9210: 34.7 ±0.8	N95 Moldex 2200: 32.5 ±1.0 N95 3M 9210: 32.8 ±1.1	N95 Moldex 2200: 33.2 ±0.7 N95 3M 9210: 33.0±1.0	N95 Moldex 2200: 37.7 ±0.3 N95 3M 9210: 37.8 ±0.3	

Temperatura

La sensación térmica con el uso de mascarilla es una de las razones para el inadecuado uso de la mascarilla según los 5 artículos que describieron dicha variable. Los estudios cuantificaron la temperatura en distintas regiones corporales (intra-mascarilla, facial, corporal piel, rectal y timpánica). En la tabla 3 se evidencia que la temperatura con el uso de mascarilla no es superior a la temperatura corporal normal.

Percepción de esfuerzo

En cuanto a la percepción de esfuerzo, fue medida en siete investigaciones a través de la escala de Borg. Solo dos investigaciones, correspondiente a Kim et al. 2016 y Roberge et al. 2012 describieron la percepción de esfuerzo junto a la percepción de calor, encontrando asociación entre dichas variables. Los 7 artículos finalmente informaron que la percepción de esfuerzo es ligera a moderada, pero se mantiene invariable con o sin el uso de mascarilla (Tabla 4).

Tabla 4. Percepción evaluada en los estudios

Referencia	Tapabocas	Tasa de esfuerzo percibido	Percepción de calor
Wong, et al. 2020 (21)	Quirúrgico	12.7 ± 2.1	
Sellers et al. 2016 (24)	Máscara de Entrenamiento.	13.59 ± 1.03	
Kim et al. 2016 (26)	N95 y P100	N95: 60min: 9.9 ± 2.1 P100: 60min: 10.5 ± 1.7	6.7 ± 0.5
Roberge et al. 2013 (29)	N95 con diferentes resistencias de filtro 3mm, 6mm y 9mm.		PR3:5.8 ±1.1 PR6:6.1 ±0.7 PR9:6.2 ±0.9
Kim et al. 2013 (30)	N95 Moldex 2200 N95 3M 9210	N95 Moldex 2200: 10.4 ±1.4 N95 3M 9210: 10.6 ±1.3	
Roberge et al. 2012 (18)	Máscara quirúrgica Kimberly-Clark Technol 49214	11.2 ±1.7*	6.3 ±0.8**
Roberge et al. 2012 (31)	N95 Moldex 2200 N95 3M 9210		6.0 ±0.5**

* Medido con la escala de Borg.

** Medido con la escala de Frank

Efectos secundarios

Se evidencia en la revisión un escaso reporte de eventos secundarios. En el caso del estudio de Vieira et al. reportaron que 4 de 30 participantes abandonaron el estudio debido a intolerancia al ejercicio y en el estudio de Sellers et al. dos participantes abandonaron el estudio, pero no se pudo concluir en ambos reportes si la intolerancia o abandono se debió al uso de tapabocas. Por el contrario, el estudio de Kim et al. indica que ninguno de los participantes sufrió eventos secundarios (como dolor de cabeza, mareo o dificultad para respirar) y el estudio de Roberge et al. indica que se evaluaron efectos secundarios, pero no reportaron si encontraron alguno (24-26,28).

Finalmente, ninguno de los artículos seleccionados describe la prevención de infecciones o contagios con el uso de los tapabocas durante la realización de ejercicio.

Discusión

La revisión rápida de la literatura permitió identificar en adultos jóvenes, bajo condiciones controladas de actividad física leve y empleando mascarilla N95 o quirúrgicas, que las variables de FC, FR, temperatura y saturación de gases se ven levemente incrementadas, pero sin repercusiones clínicas. Además, la tensión arterial, concentración de CO₂ y percepción de esfuerzo físico podrían verse mínimamente aumentadas, lo cual es inherente al uso de la mascarilla.

Los hallazgos de esta revisión concuerdan con investigaciones recientes, como el experimento de Epstein et al., donde 16 hombres realizaron una prueba física en bicicleta ergométrica hasta el punto de fatiga empleando la mascarilla quirúrgica y la N95; reportaron aumentos estadísticamente significativos en la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, PaO₂, SaO₂, CO₂ y rendimiento físico, sin intervenir negativamente en la salud. Del mismo modo, Wagner et. al no reportan cambios estadísticamente significativos en el intercambio de gases, frecuencia respiratoria y cardiaca con el uso de tapabocas; además, Pifarre et al. reportaron aumento de SaCO₂ y disminución de O₂. A pesar de los cambios, los investigadores no desestiman el uso de mascarilla durante la realización de ejercicio para limitar el contagio por COVID-19 (11, 32, 33).

Algunas investigaciones reportaron mayor fatiga y/o dificultad respiratoria, lo cual se puede deber al uso de músculos accesorios, mayor reinhalación de CO₂ y restricción del flujo de aire que genera la mascarilla como lo describe Fikenzer et al. (34).

La percepción de calor corporal y facial es una de las causas para el incorrecto uso de la mascarilla, sin embargo, la revisión encontró que el incremento en las zonas faciales pueden ser de alrededor de 1°C y a nivel corporal no se evidenciaron cambios de temperatura, lo cual concuerda con el reporte de Scarano et al., quienes informan la temperatura en diferentes regiones de la cara como la frente, las mejillas, nariz y boca, sin evidenciar cambios importantes pre y post exposición a la mascarilla. Por lo anterior, y de acuerdo con lo descrito por Roberge et al., la sensación de calor se puede deber a la interferencia con la convección y evaporación del calor de la piel facial cubierta con la mascarilla, junto a la inhalación de aire caliente (18, 26, 35).

Junto a lo anterior, el uso de mascarilla podría estar estimulando respuestas psicológicas adaptativas subjetivas, como la que se genera por la sensación de claustrofobia y restricción del flujo de aire, lo que se ve reflejado en el incremento de la autopercepción de respuestas fisiológicas (calor, ahogo, incomodidad, etc.); además, las adaptaciones propias del ejercicio (como la contracción nasal) y las impuestas por la ergonomía de la mascarilla (estrechamiento de la abertura oral), podrían estar incrementando las percepciones del sujeto, pero no las mediciones, como lo han descrito los artículos revisados (27).

Los datos reportados soportan los cambios fisiológicos en las condiciones descritas, sin embargo, se requieren estudios adicionales para validar la información en otras circunstancias. Con base a esto, queda en evidencia los vacíos del conocimiento en poblaciones con edades superiores a 30 años, con/sin comorbilidades, en ambientes no controlados, en condiciones de ejercicio de alta intensidad por más de una hora y los efectos a largo plazo del uso de mascarilla durante la realización de ejercicio.

Los individuos incluidos en las pruebas fueron poblaciones en promedio menores de 30 años y sin comorbilidades. Limitando la aplicabilidad de los hallazgos en individuos distintos a los mencionados. De esta manera, se requieren estudios con criterios de inclusión distintos a los mencionados, que permitan generar nuevas conclusiones y así, brindar recomendaciones a poblaciones mayores de 30 años, con o sin comorbilidades.

En relación con la intervención de ejercicio aeróbico, todas las pruebas se realizaron en ambientes controlados, razón por la cual los hallazgos no son aplicables en ambientes como el ejercicio al aire libre. Por tanto, sería necesario realizar estudios pragmáticos que superen esta limitación.

Los individuos fueron sometidos a ejercicios de leve intensidad, delimitando la aplicabilidad de los resultados a estas condiciones de ejercicio, por lo tanto, se requieren nuevos estudios que incluyan ejercicios de moderada a alta intensidad que evalúen los cambios experimentados durante el ejercicio con la utilización de mascarilla.

En cuanto a la duración del ejercicio, las condiciones de prueba no superan la hora de ejecución, limitando la extrapolación de los resultados en ejercicios de mayor duración. Del mismo modo, no se abordan las adaptaciones propias del ejercicio a largo plazo con el uso de mascarilla, por ejemplo, la concentración de hemoglobina, la excursión diafragmática, los volúmenes pulmonares y las alteraciones neurológicas en ambientes hipóxicos. Por esto, futuras investigaciones deberán considerar estas limitaciones.

Junto a lo anterior, es probable que en algunas personas el simple hecho de usar una mascarilla les genere somatización de diversas sensaciones subjetivas por lo que próximas investigaciones deberán propender por el uso de un placebo, por ejemplo, una mascarilla con válvulas no funcionales. Permitiendo identificar un gradiente entre el no uso y uso (sin restricción de aire) de mascarilla.

Conclusiones

Al comparar la realización de ejercicio aeróbico con y sin mascarilla, el uso de mascarilla aumenta levemente la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, CO₂ y la temperatura; sin embargo, estos cambios son adaptaciones al esfuerzo que demanda respirar con mascarilla y no imponen un riesgo para la salud. Por otra parte, la percepción de temperatura y de esfuerzo físico se incrementan ligeramente con el uso de tapabocas, sin implicar un cambio clínicamente relevante.

Las adaptaciones fisiológicas del ejercicio con el uso de mascarilla se ven intrínsecamente influenciadas a la ergonomía del tapabocas y la capacidad de filtro del mismo, permitiendo en mayor o menor medida el flujo de aire, la exhalación de CO₂ y la disipación del calor los cuales se encuentran relacionados con la sensación de malestar asociado al uso de mascarilla.

Dadas las limitaciones de los estudios, la información no es suficiente para aconsejar o desaconsejar el uso de tapabocas en poblaciones mayores de 30 años, con o sin comorbilidades, en condiciones de ejercicio intenso y en periodos mayores a una hora. Sin embargo, la información obtenida es suficiente para no desaconsejar el ejercicio con mascarilla en las poblaciones descritas por los estudios.

Referencias

1. Cintra O; Navarro Y. La actividad física: un aporte para la salud. Educación Física y Deportes, Revista Digital. Buenos Aires, Año 16, N° 159, 2011.
2. Feng Y, Yang S, Tan Z, Wang M, Xing Y, Dong F, et al. The benefits and mechanisms of exercise training for Parkinson's disease. Life Sciences 2020 ;245:117345.
3. Cooper S, Bandelow S, Nute M, Dring K, Stannard R, Morris J, et al. Sprint-based exercise and cognitive function in adolescents. Preventive Medicine Reports 2016;4:155-161.
4. Brellenthin A, Lanningham-Foster L, Kohut M, Li Y, Church T, Blair S, et al. Comparison of the Cardiovascular Benefits of Resistance, Aerobic, and Combined Exercise (CardioRACE): Rationale, design, and methods. American Heart Journal 2019;217:101-111.

5. Karssemeijer E, Aaronson J, Bossers W, Smits T, Marcel G. Kessels R. Positive effects of combined cognitive and physical exercise training on cognitive function in older adults with mild cognitive impairment or dementia: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews* 2017;40:75-83.
6. Yan Z, Spaulding H. Extracellular superoxide dismutase, a molecular transducer of health benefits of exercise. *Redox Biology* 2020;32:101508.
7. Chen Z, Qin X, Zhang X, Liu B, Chen M. Upregulation of IL-4 signaling contributes to aerobic exercise-induced insulin sensitivity. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 2020;525(3):662-667.
8. Langrish J, Li X, Wang S, et al. Reducing personal exposure to particulate air pollution improves cardiovascular health in patients with coronary heart disease. *Environ Health Perspect.* 2012;120(3):367-372. doi:10.1289/ehp.1103898
9. Ramírez P, Nuvials X, Díaz E. Introducción. *Medicina Intensiva* 2019;43:1.
10. Dixit S. Can moderate intensity aerobic exercise be an effective and valuable therapy in preventing and controlling the pandemic of COVID-19? | Elsevier Enhanced Reader. 2020.
11. Pifarré F, Zabala D, Grazioli G, Yzaguirre M. COVID-19 and mask in sports. *Apunts Sports Medicine* 2020.
12. Chandrasekaran B, Fernandes S. *Medical hypotheses* 1975;144:110002
13. Bharatendu C, Jonathan J, Goh Y, Tang J et al. Powered Air Purifying Respirator (PAPR) restores the N95 face mask induced cerebral hemodynamic alterations among Healthcare Workers during COVID-19 Outbreak PPE related cerebral hemodynamic changes. *Journal of the Neurological.*2020.
14. Hui D, Chow B, Chu L, et al. Exhaled air dispersion during coughing with and without wearing a surgical or N95 mask. *PLoS One.* 2012;7(12):e50845. doi:10.1371/journal.pone.0050845
15. Matusiak Ł, Szepletowska M, Krajewski P, Białynicki-Birula R, Szepletowski J. The use of face masks during the COVID-19 pandemic in Poland: A survey study of 2315 young adults.2020. *Dermatol Ther.* 2020;e13909. doi:10.1111/dth.13909
16. Sakushima K, Yoshikawa M, Osaki T, Miyamoto N, Hashimoto T. Moderate hypoxia promotes skeletal muscle cell growth and hypertrophy in C2C12 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 2020 ;525(4):921-927.
17. Walker D, Farquharson F, Klenze H, Waltersbacher S, Storz L, et al. Diaphragmatic fatigue during inspiratory muscle loading in normoxia and hypoxia. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 2016;227:1-8.
18. Roberge R. Absence of consequential changes in physiological, thermal and subjective responses from wearing a surgical mask; 2012.
19. Scheid J; Lupien S; West S et al. Commentary: Physiological and Psychological Impact of Face Mask Usage during the COVID-19 Pandemic.2020.
20. Garritty C, Gartlehner G, Nussbaumer-Streit B, King V, Hamel C, Kamel C, Affengruber L, Stevens A. Cochrane Rapid Reviews Methods Group offers evidence-informed guidance to conduct rapid reviews. *J Clin Epidemiol.* 2020 .130:13-22. doi: 10.1016/j.jclinepi.2020.10.007. Epub ahead of print. PMID: 33068715; PMCID: PMC7557165.
21. Wong A, Ling S, Louie L, Law G, So R, Lee D, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on sports and exercise. *Asia-Pacific journal of sports medicine, arthroscopy, rehabilitation and technology* 2020;22:39-44.
22. Person E, Lemerrier C, Royer A, Reyhler G. Effet du port d'un masque de soins lors d'un test de marche de six minutes chez des sujets sains. *Revue des maladies respiratoires* 2018;35(3):264-268.

23. Vieira J, Guimaraes G, de Andre P, Cruz F, Saldiva P, Bocchi E. Respiratory Filter Reduces the Cardiovascular Effects Associated With Diesel Exhaust Exposure. *JACC. Heart failure* 2016;4(1):55-64.
24. Sellers J, Monaghan T, Schnaiter J, Jacobson B, Pope Z. Efficacy of a Ventilatory Training Mask to Improve Anaerobic and Aerobic Capacity in Reserve Officers' Training Corps Cadets. *Journal of strength and conditioning research* 2016;30(4):1155-1160.
25. Vieira J, Guimaraes G, de Andre P, Saldiva P, Bocchi E. Effects of reducing exposure to air pollution on submaximal cardiopulmonary test in patients with heart failure: Analysis of the randomized, double-blind and controlled FILTER-HF trial. *International journal of cardiology* 2015;215:92-97.
26. Kim J, Wu T, Powell J, Roberge M, Raymond J. Physiologic and fit factor profiles of N95 and P100 filtering facepiece respirators for use in hot, humid environments. *American journal of infection control* 2016;44(2):194-198.
27. Kim J, Roberge R, Powell J, Shaffer R, Ylitalo C, Sebastian J. Pressure drop of filtering facepiece respirators: How low should we go? *International journal of occupational medicine and environmental health* 2015;28(1):71-80.
28. Roberge R, Raymond J, Kim J, Powell J. N95 respirator use during advanced pregnancy. *American journal of infection control* 2014;42(10):1097-1100.
29. Roberge R, Kim J, Powell J, Shaffer R, Ylitalo C, Sebastian J. Impact of Low Filter Resistances on Subjective and Physiological Responses to Filtering Facepiece Respirators. *PloS one* 2013;8(12):e84901.
30. Kim J, Benson S, Raymond J. Pulmonary and heart rate responses to wearing N95 filtering facepiece respirators. *American journal of infection control* 2013;41(1):24-27.
31. Roberge R, Benson S, Kim J. Thermal Burden of N95 Filtering Facepiece Respirators. *The Annals of occupational hygiene* 2012;56(7):808-814.
32. Epstein D, Zuckermann R. Return to training in the COVID-19 era: The physiological effects of face masks during exercise. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2020.
33. Wagner D, Clark N. Similar results for face mask versus mouthpiece during incremental exercise to exhaustion. *Journal of sports sciences* 2016 ;34(9):852-855.
34. Fikenzer S, Uhe T, Lavall D, Rudolph U, Falz R, Busse M, et al. Effects of surgical and FFP2/N95 face masks on cardiopulmonary exercise capacity. *Clinical research in cardiology* 2020,:1-9.
35. Scarano A, Inchingolo F, Lorusso F. Facial skin temperature and discomfort when wearing protective face masks: Evaluation of infrared thermal images and hands moving the mask. *International journal of environmental research and public health* 2020; 17 (13): 246.