



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

SECRETARÍA DE SALUD

INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

Luis Guillermo Ibarra Ibarra

ESPECIALIDAD EN:

MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA

**“CARACTERIZACIÓN COMPARATIVA DE LA CURVA DE SATURACIÓN
DE OXÍGENO DURANTE UNA PRUEBA DE ESFUERZO SOBRE BANDA
SINFÍN EN PACIENTES POST-COVID-19 CON Y SIN ANTECEDENTE DE
ACTIVIDAD FÍSICO-DEPORTIVA”**

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE

MÉDICO ESPECIALISTA EN:

MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA

P R E S E N T A:

JOEL ANTONIO TORRES BELTRÁN

PROFESOR TITULAR

JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ

DIRECTOR DE TESIS

JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

***“CARACTERIZACIÓN COMPARATIVA DE LA CURVA DE SATURACIÓN DE
OXÍGENO DURANTE UNA PRUEBA DE ESFUERZO SOBRE BANDA SIN FÍN
EN PACIENTES POST-COVID CON Y SIN ANTECEDENTE DE ACTIVIDAD
FÍSICO-DEPORTIVA”***

**DR. JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ
PROFESOR TITULAR**

**DR. JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ
DIRECTOR DE TESIS**

**M en C. ANDREA PEGUEROS PÉREZ
ASESOR METODOLÓGICO**

**DRA ARIADNA DEL VILLAR MORALES
ASESOR DE TESIS**

***“CARACTERIZACIÓN COMPARATIVA DE LA CURVA DE SATURACIÓN DE
OXÍGENO DURANTE UNA PRUEBA DE ESFUERZO SOBRE BANDA SIN FÍN
EN PACIENTES POST-COVID CON Y SIN ANTECEDENTE DE ACTIVIDAD
FÍSICO-DEPORTIVA”***

**DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD**

**DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA**

**DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO**

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS.....	3
Objetivo general.....	3
HIPOTESIS.....	4
MARCO TEORICO.....	5
Oximetría de pulso	5
Condición Post-COVID-19.....	6
El ejercicio como un antecedente de importancia	7
JUSTIFICACIÓN	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
MATERIAL Y MÉTODOS	11
Criterios de inclusión.....	11
Criterios de exclusión.....	11
Descripción de los procedimientos.....	12
RESULTADOS	13
DISCUSIÓN.....	17
CONCLUSIONES	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19
ANEXOS	21
ANEXO 1. Definición de variables.	21

ANEXO 2. Diagrama de flujo de atención al paciente y hoja de captura de resultados.
.....24

RESUMEN

Introducción: La oximetría de pulso (Pulsioximetría) es una herramienta para estudiar la oxigenación presente en la hemoglobina. Tiene la importancia de vigilar y detectar hipoxia (desaturación). Entre 10 y 20% de los pacientes que presentaron la enfermedad sintomática de COVID-19 desarrollan una fase clínica persistente (síndrome o condición Post-COVID-19) en donde la desaturación de oxígeno juega un papel importante. El ejercicio mejora la función cardiovascular, pulmonar e inmune por lo que debería tener una saturación de oxígeno más estable el grupo deportista.

Objetivo general: Describir y comparar el comportamiento de los niveles de saturación de oxígeno (SatO₂) durante una prueba de esfuerzo en banda sinfín con protocolo de Bruce en pacientes Post-COVID-19 con y sin antecedente de práctica de ejercicio/deporte.

Metodología: Estudio transversal analítico. Se evaluaron 7 sujetos deportistas y 7 sedentarios, de 20 a 60 años de edad con antecedente de enfermedad sintomática por COVID-19 dentro del último año; se realizó una prueba de esfuerzo en banda sinfín con protocolo de Bruce y monitoreo de saturación de oxígeno. Los resultados se evaluaron a partir de estadística descriptiva y la comparación entre grupos se realizó con la prueba de U de Mann-Whitney considerando diferencia entre los grupos a un valor de $p \leq 0.05$.

Resultados: Durante el esfuerzo, la saturación de oxígeno para ambos grupos disminuyó gradualmente de 97% hasta 91% para los deportistas y de 97% a 94% para los sedentarios a los 540 segundos (3ª etapa), sin ser estadísticamente diferentes. Las curvas del periodo de recuperación post-esfuerzo, para ambos grupos aumentaron gradualmente, de 91% a 95% para deportistas y de 93% a 97% para sedentarios a los 300 segundos. Se observó una recuperación de la curva de SatO₂ en el post-esfuerzo más acelerada en el grupo deportista ($p=0.03$)

Conclusiones: El presente estudio no mostró cambios significativos en la variabilidad y comportamiento de la curva de saturación de oxígeno entre ambos grupos durante el esfuerzo. En el post-esfuerzo mostró recuperación más acelerada (30 seg) que en los sedentarios.

INTRODUCCIÓN

Actualmente nos enfrentamos a las secuelas de la pandemia por virus Sars-Cov2 que generó COVID-19, el tener protocolos para manejar las secuelas y condiciones físicas Post-COVID es primordial, actualmente las pruebas de esfuerzo tomadas donde se observan descensos por debajo de 90% de la curva de saturación de oxígeno cuentan con la indicación de prescribir uso de oxígeno suplementario para evitar la hipoxia. Poco o nada se ha descrito del comportamiento de la saturación de oxígeno en esta población en específico, incluso descripciones del comportamiento de la saturación de oxígeno durante protocolos específicos ha sido poco estudiado. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es describir y comparar el comportamiento de los niveles de saturación de oxígeno durante una prueba de esfuerzo en banda sinfín con protocolo de Bruce en pacientes con post- COVID-19 con y sin antecedente de práctica de ejercicio/deporte.

El estudio fue tomado a partir de la información obtenida de una prueba de esfuerzo sobre banda sinfín con protocolo de Bruce en equipo Schiller CS-200 en el servicio de Valoración y Nutrición del Deportista del Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra”.

OBJETIVOS

Objetivo general

Describir y comparar el comportamiento de los niveles de saturación de oxígeno durante una prueba de esfuerzo en banda sinfín con protocolo de Bruce en pacientes con post-COVID-19 con y sin antecedente de práctica de ejercicio/deporte.

HIPOTESIS

El comportamiento de la curva de SatO2 durante la prueba de esfuerzo y la recuperación se mantendrá en parámetros estables en ambos grupos estudiados.

MARCO TEORICO

Oximetría de pulso

La saturación de oxígeno (SatO₂) es un parámetro medible que provee indirectamente los valores de oxigenación arterial basado en la diferencia de absorción de luz. (1)

El monitoreo de la SatO₂ con oximetría de pulso (Pulsioximetría) es una herramienta útil, precisa, reproducible y no invasiva para estudiar la oxigenación presente en la hemoglobina. (2,3,4) La oximetría de pulso está relacionada estrechamente con la Presión parcial de oxígeno (PaO₂) que se obtiene por medio de gasometría directa de vasos arteriales.

Los oxímetros de pulso convencionales usan sensores compuestos por un emisor de luz y un detector colocados en superficies opuestas del lecho del tejido. Estos sensores son adecuados según su uso para colocar en el dedo de la mano, pie o en el lóbulo de la oreja. Cuando hay condiciones de baja perfusión, el lóbulo de la oreja ha mostrado mayor funcionalidad y precisión. Desde el año 1996, se han mejorado los dispositivos para aumentar su precisión durante el movimiento (5,6,7).

El observar diferencias en la saturación de O₂ está asociado a variaciones en la perfusión de tejidos proveyendo información del sistema cardiovascular y respiratorio (4).

Durante el ejercicio intenso se generan cambios en el intercambio de gas pulmonar con el fin de mantener una actividad de alta demanda aeróbica. Estas alteraciones típicamente se manifiestan como un decremento en la presión parcial arterial de oxígeno (PO₂), conocido como hipoxemia, la cual potencialmente representa una barrera significativa a las actividades de la vida diaria y al rendimiento físico de un individuo (2,3).

Durante la realización de una prueba de esfuerzo, las guías del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, por sus siglas en inglés) establecieron como punto de corte para una desaturación clínicamente importante un nivel de oxígeno por debajo del 88% para suspender la prueba, sin embargo, no hay evidencia que durante el esfuerzo a partir de esa saturación se genere alteraciones a la salud.

Condición Post-COVID-19

El coronavirus SARS-Cov-2 causante de la enfermedad designada como COVID-19, por la Organización mundial de la Salud (WHO) en febrero 2020 es uno de los coronavirus más patogénicos que puede infectar al ser humano (7,8).

Durante los años 2019 y 2020, más del 15% de los pacientes que padecieron COVID-19 llegaron a tener un cuadro severo de neumonía la cual progresó a síndrome de distrés respiratorio, falla multiorgánica y en ocasiones muerte (9).

La mayoría de quienes padecieron la enfermedad, cursaron con cuadro leve de síntomas (tos, rinorrea, cefalea, diarrea y fiebre). Se estimó en algunos estudios que el 65% de los pacientes requirieron suministro de oxígeno, tomando como principal indicador una saturación de oxígeno menor a 90% obtenida por pulsioximetría. Se reporta que la mayoría de los pacientes que fueron diagnosticados con COVID-19, mostraron cambios de imagen (opacidades en vidrio despulido) en la radiografía del pulmón (10) por lo tanto es de esperarse que, en estos pacientes, se presenten alteraciones estructurales que no permitan el intercambio adecuado de O₂-CO₂ y una disminución en la saturación de O₂.

Entre 10 y 20% de los pacientes que presentaron la enfermedad sintomática por COVID-19 desarrollarán una fase clínica persistente que durará más de 12 semanas (11), consistente en: fatiga, disnea, dolor de cabeza, dificultades neurocognitivas, incapacidad de realizar actividades de la vida diaria (10) y desaturación de oxígeno.

Se ha documentado que el realizar actividad física deportiva con cubrebocas/mascarilla no influye en los niveles de saturación de oxígeno del individuo durante el esfuerzo físico, sin embargo, la saturación de oxígeno durante el esfuerzo en pacientes post-COVID-19 no ha sido descrita (12).

El ejercicio como un antecedente de importancia

La actividad física es definida como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que resultan en gasto energético (13), son bien conocidos sus beneficios en los sistemas cardiovascular y pulmonar. El ejercicio es un movimiento corporal planeado, estructurado y repetitivo con el fin de mejorar o mantener ciertos atributos físicos para fines deportivos o la vida diaria (14).

El ejercicio regula y mejora padecimientos metabólicos asociados a complicaciones y secuelas de múltiples enfermedades y es bien sabido que disminuye el riesgo de padecer/desarrollar infecciones virales, bacterianas, enfermedades crónico-inflamatorias y cáncer (15). Al ser el ejercicio un mediador inflamatorio y de células blancas, está implicado en una mejor respuesta inmune del individuo.

El ejercicio físico también ha mostrado mejorar la respuesta de células T, células Natural Killer (NK) y CD8, así como factor de necrosis tumoral alfa (TNF) (Figura1).

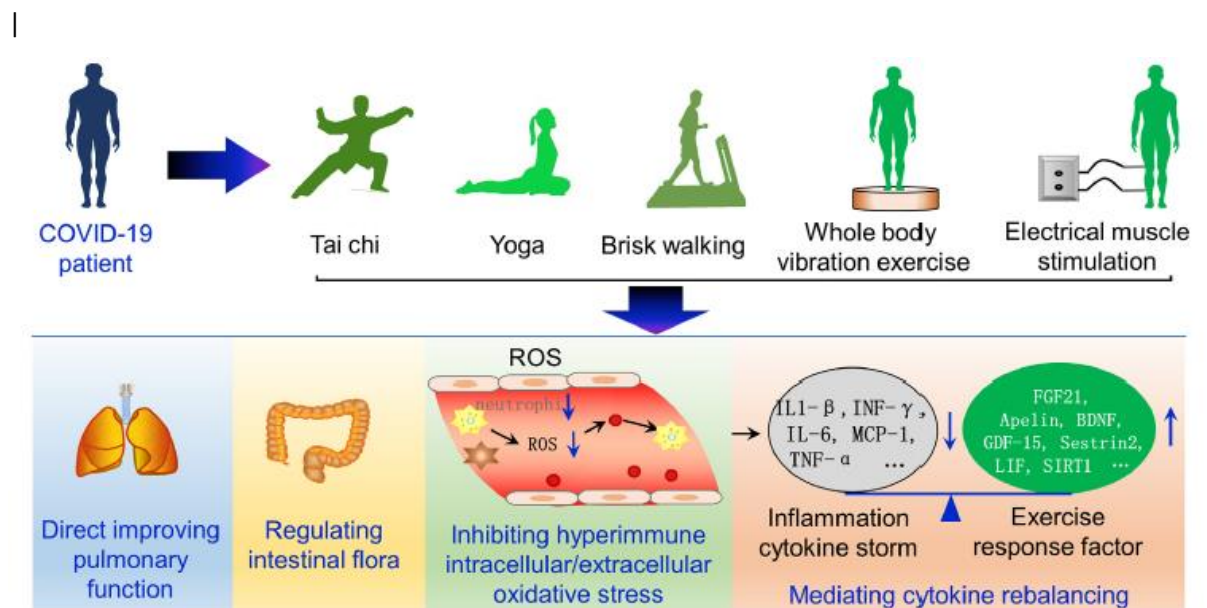


Figura 1. Regulación inflamatoria del Ejercicio en COVID. Se sugiere que tendrán una mejor recuperación física y mental por relación directa de los beneficios del ejercicio como aumento de la función cardiovascular y pulmonar, regulación de la liberación, citosinas y ROS, mejoría de la inmunidad (16).

A pesar de que se conocen los beneficios del ejercicio, son pocos los estudios que han abordado el antecedente de la práctica de ejercicio en sujetos que padecieron la enfermedad sintomática por COVID-19 (Figura 2).

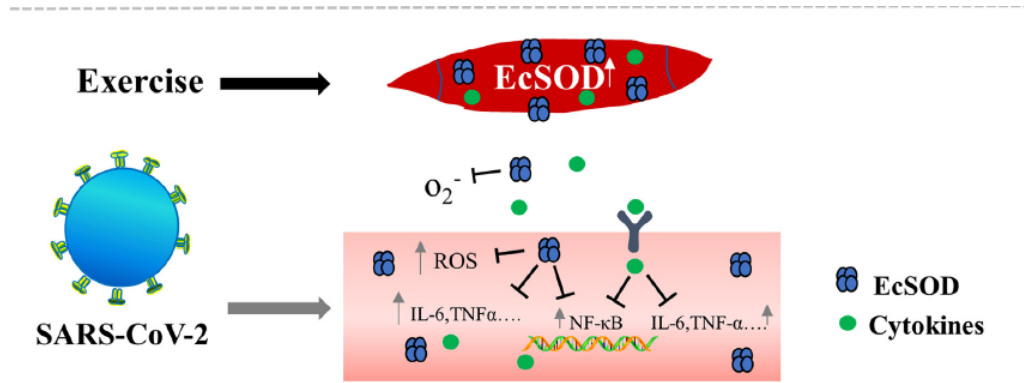


Figura 2. Papel del ejercicio como antioxidante en la infección por SARS-CoV2. El ejercicio activa el superóxido endógeno extracelular dismutasa y citosinas para inhibir citosinas inflamatorias y estrés oxidativo. El ejercicio inhibe el estrés oxidativo intra, extracelular y la inflamación inducida por SARS COV2 (16).

JUSTIFICACIÓN

Actualmente del 10 al 20% de la población que padeció enfermedad sintomática de COVID-19 continúa presentando desaturación de O₂ durante su monitoreo en reposo como secuela de la enfermedad, sugiriendo hipoxia en el individuo lo que implica un impacto en la salud y calidad de vida del individuo (10). En estos pacientes se recomienda la valoración a partir de una prueba de esfuerzo para una adecuada prescripción del ejercicio dentro de su programa de rehabilitación. Un monitoreo continuo de la saturación de O₂ refleja indirectamente la función de los sistemas cardiovascular y respiratorio, esperando que quienes presentan antecedente deportivo tengan menor afección a estos sistemas. Aun cuando no se ha considerado como un indicador indispensable, el comportamiento de los niveles de saturación de oxígeno durante la prueba de esfuerzo pueden proporcionar información de condiciones fisiológicas anormales que permitan establecer valores de seguridad durante la prueba en estos pacientes. En nuestro país es muy escasa la literatura generada en este ámbito por lo que se hace necesario estudiar los comportamientos de la saturación de oxígeno en estos ámbitos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente no se ha estudiado el comportamiento de la Saturación de oxígeno durante una prueba de esfuerzo en pacientes post-COVID-19, por lo tanto, no se cuenta con valores esperados de los mismos para definir niveles de saturación seguros durante la prueba ni como valores establecidos de secuela cardiorrespiratoria. Por otra parte, no se cuenta con estudios que demuestren el impacto del nivel de actividad física en la saturación de O₂ durante la prueba de esfuerzo.

Por lo anterior en el presente estudio se plantea la siguiente pregunta de investigación:

En sujetos con condición post COVID-19 ¿Cómo se comparará la curva de saturación de oxígeno durante una prueba de esfuerzo con y sin antecedente de actividad físico-deportiva?

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: Estudio transversal analítico.

Descripción del universo de trabajo: Hombres y mujeres con y sin antecedente deportivo, de 20 a 50 años de edad que cursaron con enfermedad COVID-19 y que acudieron a consulta en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

Tamaño de la muestra: Se conformó a conveniencia con los pacientes que acudieron a consulta que cumplían los criterios de inclusión y aceptaron participar en el estudio mediante el consentimiento informado, resultando así un tamaño muestral de 14 sujetos.

Criterios de inclusión

- Hombres y mujeres de 20 a 60 años.
- Con antecedente de infección por SARS-Cov-2 (PCR positiva/Ag positiva) en el último año y con condición post-COVID prolongada.
- Paciente que tolere la deambulación autónoma e independiente.
- Sin neumopatía ni infecciones de vías respiratorias activas.
- Con o sin antecedente de actividad física deportiva, considerando antecedente de actividad físico deportivo cuando el sujeto realizaba más de 150 minutos por semana de actividad física/deportiva de intensidad moderada de acuerdo a los criterios de la ACSM.

Criterios de exclusión

- Presentar niveles de saturación de oxígeno basales por debajo de 92% previo a la prueba.
- Presentar cualquier contraindicación absoluta para realización de prueba de esfuerzo.

Criterios de eliminación:

- Interrupción prematura de la prueba de esfuerzo.

Descripción de los procedimientos

En pacientes que acudieron al Servicio de Valoración y Nutrición del Deportista del Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra” se realizaron:

Historia clínica médico deportiva, se toman exámenes de laboratorio consistente en Biometría hemática, química sanguínea, perfil de lípidos; se realizó electrocardiograma de 12 derivaciones en reposo como pruebas de seguridad para la realización de la prueba de esfuerzo.

Previo calentamiento y observando todas las medidas sanitarias respecto a la contingencia sanitaria por SARS Cov-2, se le dieron instrucciones al paciente acerca de la prueba; se colocan electrodos para monitoreo cardiaco y se realiza prueba de esfuerzo en banda sinfín con protocolo de Bruce en equipo Schiller CS-200 hasta alcanzar criterios de suspensión de la prueba; durante la prueba de esfuerzo se realizaron tomas para la saturación de oxígeno a nivel del lóbulo del oído derecho cada 30 segundos. Se recabaron los datos obtenidos en la prueba (Anexo 2) Los datos se evaluaron a partir de estadística descriptiva y la comparación entre grupos se realizó con la prueba de U de Mann-Whitney considerando diferencia entre los grupos a un valor de $p \leq 0.05$. Todos los datos fueron representados como gráficos y tablas.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra las características clínicas de las y los pacientes evaluados estratificados por deportistas, sedentarios y población total.

Se evaluaron 14 sujetos: 5 hombres y 2 mujeres deportistas pareados con 4 hombres y 3 mujeres sedentarios.

La comparación entre grupos (deportistas vs sedentarios), no mostró diferencia significativa entre las características reportadas, sin embargo, destaca que el grupo de deportistas tuvo un $VO_{2max} \sim 7.29$ ml/kg/min mayor al grupo de sedentarios.

Durante la prueba de esfuerzo, 5 participantes en el grupo de sedentarios realizaron tres etapas del protocolo y 2 de ellos finalizaron la prueba al término de la segunda etapa. En el grupo de deportistas, todos realizaron tres etapas de la prueba de esfuerzo y 3 de ellos realizaron de manera parcial o total, la cuarta etapa. El grupo de deportistas alcanzó en promedio una mayor frecuencia cardíaca en el esfuerzo (Tabla 1).

Para fines de comparación entre los grupos con respecto al comportamiento de la curva de saturación de oxígeno, solo se muestran los resultados observados durante 3 etapas de la prueba de esfuerzo.

Tabla 1. Comparación de variables en ambos grupos de sujetos Post-covid-19

Variable	Total (n=14)	Grupo Deportistas (n=7)	Grupo Sedentarios (n=7)	*p
Sexo (n; H/M)	9/5	5/2	4/3	
Edad (años)	46.71 ± 10.43	46.85 ± 11.18	46.57 ± 10.51	0.480
Peso (kg)	75.07 ± 13.63	73.35 ± 9.36	76.80 ± 17.55	0.622
Talla (m)	1.67 ± 0.09	1.67 ± 0.84	1.66 ± 0.97	0.459
Índice de masa corporal (kg/m ²)	26.95 ± 4.67	26.14 ± 3.07	27.77 ± 6.02	0.694
Frecuencia cardiaca máxima (lat/min)	166.86 ± 17.51	169.14 ± 11.78	164.57 ± 22.64	0.429
VO ₂ máximo (ml/kg/min)	35.86 ± 6.31	39.50 ± 5.23	32.21 ± 5.26	0.204
Saturación O ₂ Basal (%)	97.36 ± 1.86	97.71 ± 1.25	97.0 ± 2.38	0.459

Valores expresados como media ± desviación estándar;

*p: comparación Deportistas vs Sedentarios, prueba U Mann-Whitney

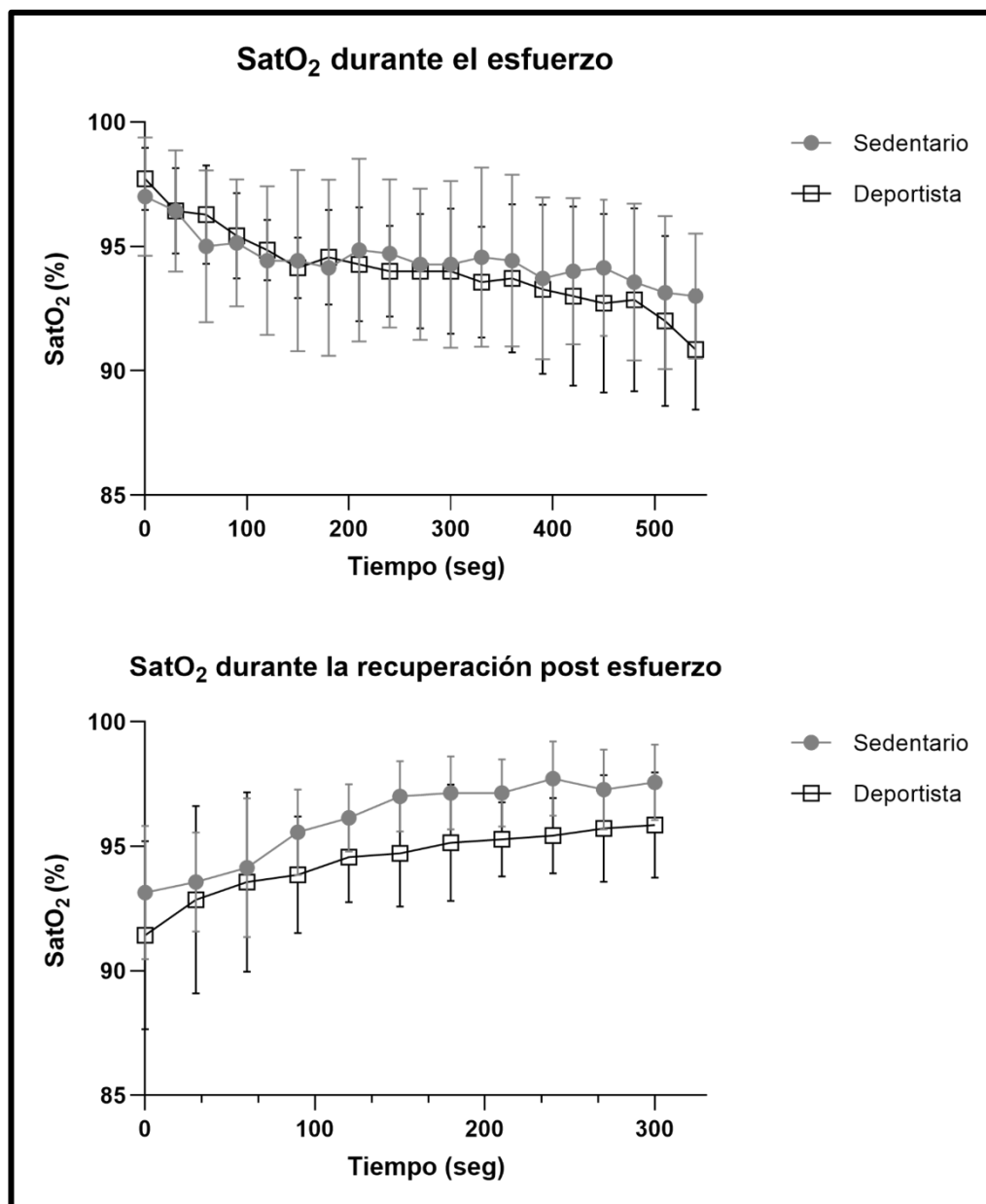


Figura 3. Caracterización comparativa de la saturación de oxígeno (SatO₂) durante el esfuerzo y recuperación de sedentarios y deportistas.

La Figura 3 muestra las curvas de saturación de oxígeno durante la prueba de esfuerzo (arriba) y durante la recuperación post esfuerzo (abajo) para pacientes deportistas y sedentarios. Durante el esfuerzo, la saturación de oxígeno para ambos grupos disminuyó gradualmente de 97% hasta 91% para los deportistas y 94% para los sedentarios a los 540 segundos (tercer min de la etapa 3 de la prueba de esfuerzo).

Ambas curvas muestran un descenso a través del tiempo durante la prueba de esfuerzo, la curva de saturación de oxígeno en sedentarios muestra un descenso abrupto hacia la 2da etapa del protocolo. La curva del paciente con antecedente deportivo sin embargo se muestra más estable durante su descenso el cual es mayor para el final de la etapa. Las curvas del periodo de recuperación post-esfuerzo, para ambos grupos aumentaron gradualmente, de 91% a 95% para deportistas y de 93% a 97% a 300 segundos de periodo post-recuperación. Nótese como la curva de saturación en el deportista tiene un ascenso más acelerado (1 min) que la saturación de oxígeno en el sedentario.

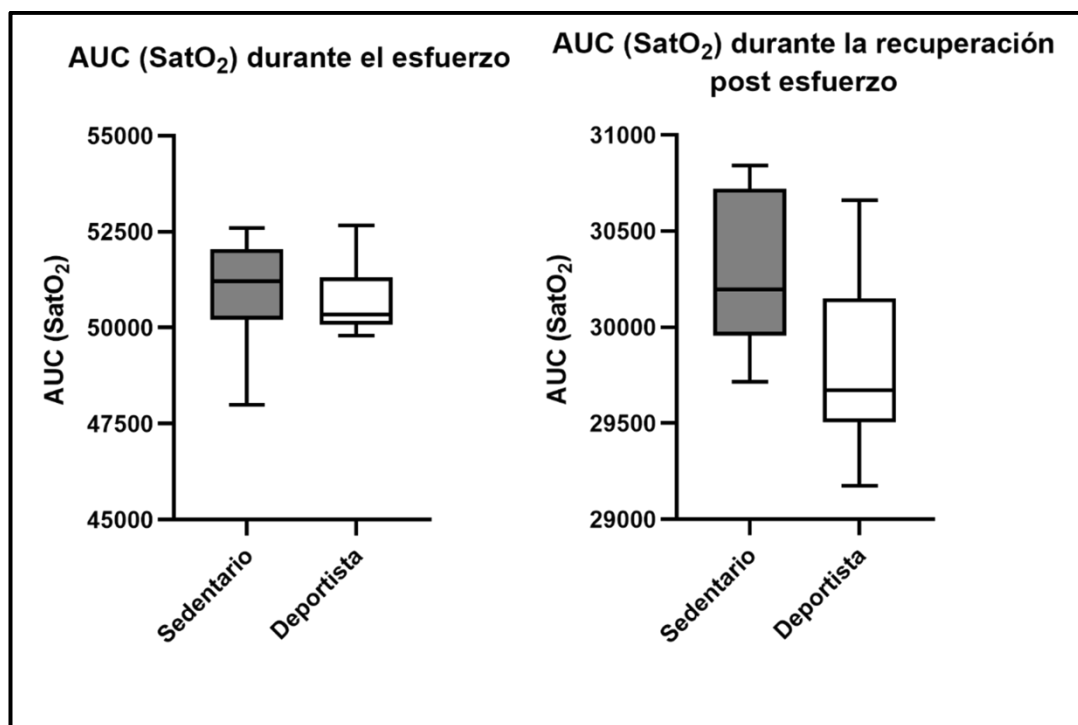


Figura 4. Área bajo la curva durante y post esfuerzo de la saturación de oxígeno (SatO₂) durante el esfuerzo y recuperación de sedentarios y deportistas.

La Figura 4 muestra la comparación de las áreas bajo la curva (AUC) durante el esfuerzo y durante la recuperación post-esfuerzo. No hubo diferencia significativa el AUC del grupo deportistas vs sedentarios [50340, RIC (50070, 51300) vs 51210 RIC (50205, 52035); p=0.710]. Por otro lado, las AUCs durante la recuperación post-esfuerzo fueron significativamente diferentes entre deportistas y sedentarios [29670 RIC (29505, 30150) vs 30195 RIC (29995, 30720); p=.0379].

DISCUSIÓN

Los resultados del análisis del área bajo la curva muestran un descenso gradual durante el esfuerzo, estos son similares a los reportados por Pilar Martin-Escudero et al (4); sin embargo, en nuestra población de sedentarios se mostró un descenso abrupto durante la segunda etapa probablemente asociada a la deficiente adaptación cardiopulmonar de estos sujetos y su esperada respuesta disminuida a un incremento en la demanda de oxígeno.

Así mismo, se mostraron resultados similares en las etapas alcanzadas en el grupo con antecedente deportivo que reflejan finalmente un mayor descenso en los niveles de saturación de oxígeno, aunque más estable y gradual no tuvo diferencia significativa, respecto al grupo de sedentarios en nuestro estudio.

Durante la recuperación, las curvas de saturación de O₂ en la población con antecedente deportivo, mostraron un ascenso más rápido respecto al final del esfuerzo, comparado con los sedentarios, probablemente por una mayor adaptación cardiovascular al esfuerzo. Esto es debido a que el grupo de deportistas alcanzo mayor tiempo de esfuerzo y por tanto tuvo un descenso mayor de la saturación de oxígeno durante el esfuerzo el cual se vio reflejado al inicio de la recuperación.

CONCLUSIONES

El presente estudio muestra que durante el esfuerzo no hay cambios significativos en la variabilidad y comportamiento de la curva de saturación de oxígeno entre ambos grupos. En el post-esfuerzo se observó que, en el grupo de deportistas, la curva de recuperación fue discretamente más acelerada (30 seg) que en los sedentarios siendo esta la única variable que tuvo un comportamiento un tanto diferente.

Es necesario en el futuro ampliar el tamaño muestral para poder tener conclusiones más sólidas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kackmerreck RK fundamentals of Respiratory Care 10th 2012 mosby.
2. Hopkins SR. Exercise induced arterial hypoxemia: the role of ventilation-perfusion inequality and pulmonary diffusion limitation. *Adv Exp Med Biol.* 2006; 588:17-30
3. Olfert Balouch Does gender affect human pulmonary gas exchange during exercise? *J.Physiol* 2004 529-541
4. Martín-Escudero P, Cabanas AM, Fuentes-Ferrer M, Galindo-Canales M. Oxygen Saturation Behavior by Pulse Oximetry in Female Athletes: Breaking Myths. *Biosensors (Basel).* 2021; 11:391
5. Jubran A. Pulse oximetry. *Crit Care.* 2015:272
6. Barker SJ. "Motion-resistant" pulse oximetry: a comparison of new and old models. *Anesth Analg.* 2002:967-72.
7. Clayton DG, Webb RK, Ralston AC, Duthie D, Runciman WB. Pulse oximeter probes. A comparison between finger, nose, ear and forehead probes under conditions of poor perfusion. *Anaesthesia.* 1991; 46:260-5.
8. Seyed Hosseini E, Riahi Kashani N, Nikzad H, Azadbakht J, Hassani Bafrani H, Haddad Kashani H. The novel coronavirus Disease-2019 (COVID-19): Mechanism of action, detection and recent therapeutic strategies. *Virology.* 2020; 551:1-9.
9. Mattiuzzi C, Lippi G. Which lessons shall we learn from the 2019 novel coronavirus outbreak? *Ann Transl Med.* 2020; 8:48.
10. Peramo-Álvarez FP, López-Zúñiga MÁ, López-Ruz MÁ. Medical sequels of COVID-19. *Med Clin (Barc).* 2021;157: 388-394
11. Jimeno-Almazán A, Pallarés JG, Buendía-Romero Á, Martínez-Cava A, Franco-López F, Sánchez-Alcaraz Martínez BJ, Bernal-Morel E, Courel-Ibáñez J. Post-COVID-19 Syndrome and the Potential Benefits of Exercise. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;

12. Organización Mundial de la Salud (OMS) 2020 Coronavirus. Prevención (Consultado Abril 2022)
13. Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation*. 1999; 99:963-72.
14. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985; 100:126-131.
15. Campbell JP, Turner JE. Debunking the Myth of Exercise-Induced Immune Suppression: Redefining the Impact of Exercise on Immunological Health Across the Lifespan. *Front Immunol*. 2018; 9:648.
16. Bo W, Xi Y, Tian Z. The role of exercise in rehabilitation of discharged COVID-19 patients. *Sports Med Health Sci*. 2021; 3:194-201.

ANEXOS

ANEXO 1. Definición de variables.

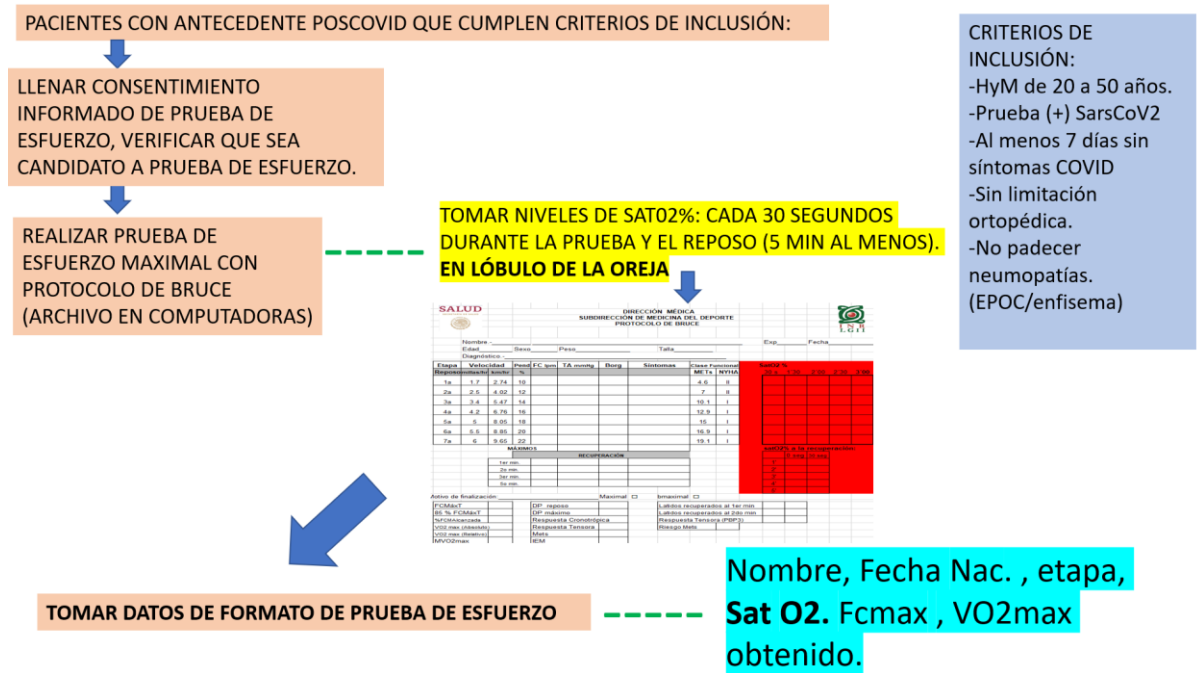
Variabes de estudio	Definición conceptual	Operacionalización	Unidad de medida	Escala de medición
Capacidad aeróbica	Consumo de oxígeno y gasto calórico durante una actividad	Determinación a través de una prueba de esfuerzo en banda sin fin con monitoreo cardiaco (protocolo de Bruce)	METs	Cuantitativa continua
Edad	Años transcurridos desde el nacimiento hasta el momento de la inclusión	Se registrará la edad de acuerdo a la fecha de nacimiento referida por el paciente	Años	Cuantitativa discreta
Sexo	Características biológicas y fisiológicas que definen a un hombre o a una mujer	Se codificará el sexo de la siguiente manera: Mujer u Hombre	Adimensional	Cualitativa dicotómica
Tiempo de evolución post Covid-19	Tiempo desde el inicio de síntomas hasta el inicio de la intervención	Se registrará el número de semanas	Semanas	Cuantitativa discreta

Tabaquismo	Adicción al tabaco provocada principalmente, por el efecto de la nicotina; la acción de esta sustancia condiciona el abuso del consumo de tabaco.	Se codificará al tabaquismo de la siguiente manera: No fumador Ex fumador Fumador activo	Adimensional	Cualitativa nominal
------------	---	---	--------------	---------------------

<i>Variable dependiente</i>				
Variables de desenlace	Definición conceptual	Operacionalización	Unidad de medida	Escala de medición
Porcentaje de Saturación de Oxígeno	Parámetro que provee directamente los niveles de oxigenación arterial basado en la diferencia de absorción de luz	Se registrará cada 30 segundos durante la prueba de esfuerzo y en la recuperación, tomada en el lóbulo de la oreja.	Porcentaje% 1-100	Cuantitativa discreta

<i>Variable independiente</i>				
Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Unidad de medida	Escala de medición
Antecedente de práctica de ejercicio/deportivo	Realizar una actividad con movimiento corporales planeados, repetitivos y sincronizados por más de 150 minutos a la semana de intensidad moderada	Se interrogará previo a la prueba de esfuerzo	Adimensional 1: con antecedente deportivo 0: sin antecedente deportivo	Cualitativa nominal

ANEXO 2. Diagrama de flujo de atención al paciente y hoja de captura de resultados.



SALUD DIRECCIÓN MÉDICA SUBDIRECCIÓN DE MEDICINA DEL DEPORTE PROTOCOLO DE BRUCE													
Nombre		Sexo		Peso		Talla		Exp. Fecha					
Diagnóstico													
Etapa	Velocidad Reposomillas/hr km/hr	Pend %	FC ipm	TA mmHg	Borg	Síntomas	Clase Funcional METs NYHA	SatO2 %					
1a	1.7	2.74	10				4.6 II	30 s	1'00	1'30	2'00	2'30	3'00
2a	2.5	4.02	12				7 II						
3a	3.4	5.47	14				10.1 I						
4a	4.2	6.76	16				12.9 I						
5a	5	8.05	18				15 I						
6a	5.5	8.85	20				16.9 I						
7a	6	9.65	22				19.1 I						
MÁXIMOS													
RECUPERACIÓN													
1er min.													
2o min.													
3er min.													
5o min.													
Motivo de finalización:					Maximal <input type="checkbox"/> Submaximal <input type="checkbox"/>								
Observaciones													
Se atiende al paciente respetando el Protocolo de Medidas Sanitarias en función de la Contingencia Sanitaria por COVID - 19.													
Realizó, nombre y firma					Supervisó, nombre y firma								
<small>Aviso de Privacidad: El Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, garantiza el derecho que tiene toda persona a la protección de sus datos personales recabados en este formulario, los cuales serán de uso exclusivo para el formato Protocolo de Bruce, como lo establece el art. 25 de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.</small>													