



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
SECRETARÍA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN  
Luis Guillermo Ibarra Ibarra  
ESPECIALIDAD EN:  
**MEDICINA DE REHABILITACIÓN**  
**“VALIDACIÓN DE LA PRUEBA DE DESATURACIÓN  
DE 40 PASOS PARA EVALUAR PACIENTES  
AMBULATORIOS CON INFECCIÓN POR SARS-COV2”**

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE  
MÉDICO ESPECIALISTA EN:  
**MEDICINA DE REHABILITACIÓN**

P R E S E N T A:

ÁNGEL YANEL ALEJANDRO ARAGÓN HERNÁNDEZ

PROFESOR TITULAR  
ROBERTO CORONADO ZARCO

DIRECTOR DE TESIS  
JIMENA QUINZAÑOS FRESNEDO



Ciudad de México,

Junio 2023



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.

VALIDACIÓN DE LA PRUEBA DE DESATURACIÓN DE 40 PASOS PARA EVALUAR PACIENTES  
AMBULATORIOS CON INFECCIÓN POR SARS-COV2

---

DR. ROBERTO CORONADO ZARCO  
**PROFESOR TITULAR**

---

DRA. JIMENA QUINZAÑOS FRESNEDO  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

DRA. JIMENA QUINZAÑOS FRESNEDO  
**ASESOR DE TESIS**

VALIDACIÓN DE LA PRUEBA DE DESATURACIÓN DE 40 PASOS PARA EVALUAR PACIENTES  
AMBULATORIOS CON INFECCIÓN POR SARS-COV2

---

**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:

*He aprendido que se debe dar gracias por las cosas buenas (y también malas) de la vida. Por eso, en esta tesis voy a agradecer.*

*A mi madre, por darme la vida y la posibilidad de experimentar lo maravillosa que es, por formarme con amor y así poder intentar compartir ese mismo amor a las personas a mi alrededor; tu apoyo durante estos casi 4 años fue el pilar para poder estar donde estoy y ser la persona que soy el día de hoy.*

*A mí Betty, sé que desde algún lugar del infinito, en ese páramo de luz, me observas y sonríes por lo que me estoy convirtiendo. Jamás te fuiste de mí y siempre estás a mi lado conspirando para el bien de mi aún largo camino.*

*A mi familia. Padre, abuelos y hermanas. La adquisición de la mayoría de mis valores y de virtudes que he adquirido y moldeado en esta vida han sido gracias a ustedes, formaron la persona que soy ahora y serán siempre parte de mi camino. Estar lejos de ustedes fue difícil, pero el destino nos juntará de nuevo.*

*A mi tutora de tesis. Dra. Jimena. Gracias por su paciencia, por su tiempo y su presión para poder terminar este trabajo. Me llevo un gran ejemplo de su parte para querer aspirar a lo que usted ha logrado.*

*A las personas que se quedaron, que estuvieron o no lo hicieron, que se fueron, que tocaron mi vida en algún sentido. ¡Gracias!*

*Por último. Comparto un fragmento de un discurso de la película del gran dictador por Charles Chaplin, me hace siempre recordar que me debo al amor, a la amabilidad, al buen trato y a la empatía, con esto poder predicar con la acción y el ejemplo para compartirlo con las personas a mi lado y con mis pacientes que siempre les deberé tanto.*

*“Todos queremos ayudarnos mutuamente. Los seres humanos somos así. Queremos vivir de la felicidad de los demás, no de la miseria de los demás. Nuestro conocimiento nos ha vuelto cínicos. Nuestra astucia dura y cruel. Pensamos demasiado y sentimos demasiado poco. Más que maquinaria, necesitamos humanidad. Más que inteligencia, necesitamos amabilidad y gentileza. Sin estas cualidades, la vida será violenta y todo estará perdido. El modo de vida puede ser libre y hermoso.”*

## ÍNDICE

I.	RESUMEN.....	6
II.	ANTECEDENTES .....	7
III.	JUSTIFICACIÓN .....	9
IV.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
V.	HIPÓTESIS .....	10
VI.	OBJETIVO .....	10
VII.	METODOLOGÍA .....	10
VIII.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO PROPUESTO .....	18
IX.	ASPECTOS ÉTICOS .....	18
X.	RESULTADOS .....	19
XI.	DISCUSIÓN .....	20
XII.	CONCLUSIONES .....	22
XIII.	BIBLIOGRAFIA .....	23

# VALIDACIÓN DE LA PRUEBA DE DESATURACIÓN DE 40 PASOS PARA EVALUAR PACIENTES AMBULATORIOS CON INFECCIÓN POR SARS-COV2

## I. RESUMEN

### INTRODUCCIÓN:

Durante la pandemia del COVID-19 causada por la infección del SARS-CoV-2, en todo el mundo se realizó una búsqueda exhaustiva de pruebas clínicas previamente estudiadas y descritas que funcionaran como apoyo clínico para tamizar una característica de la enfermedad que es el fenómeno de la 'hipoxemia silenciosa o silente'. Basado en observaciones de pacientes en estado crítico con COVID-19 mostraban características mínimas de dificultad respiratoria a pesar de la hipoxemia profunda. Esto condujo a la identificación y tamizaje de hipoxemia en casos sospechosos de COVID-19, por ser un indicador temprano de deterioro clínico.

Esto abrió la necesidad de herramientas clínicas que faciliten valoraciones más objetivas con indicadores confiables que ayuden a demostrar la eficacia de diferentes intervenciones en la práctica clínica.

**OBJETIVO GENERAL:** Calcular la sensibilidad y especificidad en la medición de parámetros cuantitativos y cualitativos de la prueba de desaturación de 40 pasos contra la prueba de caminata de 6 minutos.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal. La muestra de trabajo se conformó por sujetos con sospecha por infección por SARS-COV2, sin indicaciones para hospitalización y tratados de manera ambulatoria por el servicio de Infectología, que cumplieron con los criterios de inclusión. Previa firma de consentimiento informado conforme a la Ley General de Salud, se llevó a cabo la aplicación concurrente de la prueba de desaturación de 40 pasos al mismo tiempo que la prueba de caminata de 6 minutos. Se realizó prueba en un pasillo interior con superficie plana exclusivo para realizar

esta prueba, con una longitud de 30 metros marcados en cada extremo por un cono, al igual que con una marca cada 3 metros como lo marca la estandarización para realizar prueba de 6 minutos. Se realizó monitoreo de saturación parcial de oxígeno y frecuencia cardiaca con pulsioximetría.

**RESULTADOS:** Se realizaron 249 pruebas de caminata de 6 minutos y de 40 pasos a 249 sujetos con sospecha de infección por SARS-COV2 en área específica del Instituto Nacional de Rehabilitación, 13 pacientes sin prueba de desaturación de 40 pasos, 70 pacientes con comorbilidades Se demostró que la prueba de desaturación de 40 pasos tiene una sensibilidad de 0.62 y especificidad de 0.8.

Pudiendo distinguir entre sujetos con desaturación de más del 3 % de la saturación basal y tener una función como tamizaje.

**CONCLUSIÓN:** Se demostró que la prueba de desaturación de 40 pasos tiene una buena sensibilidad para identificar pacientes con probable hipoxia silente, en este caso tendría una función de tamizaje para evitar realizar prueba de caminata de 6 minutos.

## **II. ANTECEDENTES**

En diciembre de 2019, una nueva cepa de CoV (Coronavirus) también conocida como SARS-CoV-2 surgió en la ciudad de Wuhan de China y se propagó rápidamente por varios países, iniciando así una pandemia global, poniendo a prueba a todos los servicios sanitarios(Chandra et al., 2020).

El espectro clínico de la infección por SARS-CoV-2 varía desde la infección leve y autoinflamatoria de las vías respiratorias superiores hasta la forma grave de la enfermedad, como neumonía grave y síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA). Desde la aparición del SARS-CoV-2, se han estudiado y descrito ampliamente las características de su enfermedad causante (COVID-19).



Una característica de la enfermedad que ha cobrado importancia es el fenómeno de la "hipoxemia silenciosa", basado en la observación de que los pacientes con COVID-19 en estado crítico parecían mostrar características mínimas de dificultad respiratoria a pesar de una hipoxemia profunda. Esto dio lugar a que se prestara especial atención a la identificación precoz de la hipoxemia en los casos sospechosos de COVID-19, a lo que se sumaron los hallazgos preliminares de que la hipoxemia en el contexto de la COVID-19 podría ser casi un indicador del deterioro clínico. Además, se ha sugerido que la desaturación inducida por el ejercicio también puede ser una característica precoz importante para indicar el deterioro clínico en la COVID-19 (Chandra et al., 2020)

Con esto se dio hincapié a la necesidad de poder realizar y desarrollar pruebas diagnósticas clínicas, basadas en pruebas de esfuerzo previamente establecidas, como la prueba de caminata de 6 minutos para poder normar conducta respecto a tratamiento.

Una sencilla prueba de caminata de 6 minutos (PC6M) (Gochicoa-Rangel et al., 2015) es una herramienta fiable para evaluar la tolerancia al esfuerzo cardiorrespiratorio en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica y pulmonar crónica. Tradicionalmente, la prueba consiste en medir la frecuencia cardíaca y la presión arterial junto con la saturación de oxígeno mediante la pulsioximetría dactilar. (Pandit et al., 2020)

La prueba proporciona una evaluación global de las reservas cardio pulmonares. Un simple esfuerzo para caminar a un ritmo constante en pacientes con reservas cardiorrespiratorias comprometidas puede precipitar un descenso de la saturación de oxígeno. La clásica prueba de caminata de 6 minutos (PC6M)(Gochicoa-Rangel et al., 2015) se utiliza para medir la respuesta a las intervenciones médicas en pacientes con enfermedad cardíaca o pulmonar de moderada a grave, evalúa el estado funcional puntual del paciente y predice la morbilidad y la mortalidad. El principio de la prueba de caminata de 6 minutos en COVID-19 es identificar a los pacientes que no son hipóxicos en reposo, pero se vuelven hipóxicos (hipoxia silenciosa) en la prueba de caminata de 6 minutos. (Pandit et al., 2020)

Una de las pruebas propuestas que aparecieron en las directrices del Servicio Nacional de Salud del Reino Unido tanto para los servicios de urgencias como para los centros de atención primaria fue la prueba de los 40 pasos, una breve prueba de esfuerzo que consiste en caminar 40 pasos sobre una superficie plana, midiendo la saturación periférica de oxígeno antes y después de la prueba.(Rhys et al., 2022) Se ha propuesto que un descenso de la saturación del 3% es significativo para iniciar una investigación adicional, iniciar manejo farmacológico y/o considerar el ingreso hospitalario. (Rhys et al., 2022). Una prueba negativa, en la que el paciente no se desatura, se utiliza como indicación de que puede ser dado de alta sin problemas. Actualmente, no está claro qué prueba de esfuerzo puede ofrecer la mejor predicción y ser adecuada para la facilidad de realización, sobre todo dentro de un espacio pequeño (siendo crucial en pacientes con sospecha de COVID-19 en los que era necesario el aislamiento) (Rhys et al., 2022)

### **III. JUSTIFICACIÓN**

La COVID-19 puede afectar los sistemas respiratorio y cardiovascular, lo que puede resultar en una disminución de la capacidad funcional de los pacientes. La prueba de los 40 pasos evalúa la capacidad de una persona para caminar una distancia determinada, lo que proporciona información sobre su nivel de condición física y la presencia de posibles limitaciones. Validar esta prueba en pacientes con COVID-19 ayudaría a determinar su utilidad en la evaluación de la capacidad funcional de estos pacientes y podría contribuir a una mejor comprensión de los efectos de la enfermedad. Dentro del desarrollo de esta prueba nació por la necesidad de economizar recursos y tiempo en una pandemia donde todo esto era una prioridad.

La prueba de los 40 pasos puede ser un indicador de la gravedad de la COVID-19 y de su impacto en la función pulmonar y cardiovascular de los pacientes. Al validar esta prueba con la prueba de caminata de 6 minutos (PC6M), se podría establecer una asociación entre el rendimiento en la prueba y la severidad de la enfermedad, así pudiendo usar esta prueba de 40 pasos como tamizaje previo, sin la necesidad de realizar una prueba con más esfuerzo

y más demanda para el paciente, economizando recursos como tiempo y espacio. Naciendo la posibilidad de realizarlo en espacios pequeños como unidades de cuidados intensivos. Esto permitiría identificar de una manera rápida a aquellos pacientes que podrían requerir un mayor nivel de atención médica.

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la sensibilidad y especificidad de la prueba de desaturación de 40 pasos para valorar probable hipoxia silente o silenciosa en pacientes con infección por COVID-19?

#### **V. HIPÓTESIS**

La prueba de desaturación de 40 pasos es sensible y específica para valorar a pacientes con sospecha de hipoxia silente en la infección por SARS-Cov2.

#### **VI. OBJETIVO**

- Establecer la sensibilidad y especificidad de la prueba de desaturación de 40 pasos como prueba de tamizaje para la hipoxia silente

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la asociación (validación concurrente) de la prueba de desaturación de 40 pasos con la prueba de caminata de 6 minutos (PC6M)
- Calcular sensibilidad y especificidad de la prueba

#### **VII. METODOLOGÍA**

##### **TIPO DE ESTUDIO**

Descriptivo, observacional, transversal.

## UNIVERSO DE TRABAJO

Para el presente estudio se consideraron aquellos pacientes con sospecha de infección por SARS-Cov2 independientemente de su sintomatología. Se incluyeron todos los sujetos que acudieron a valoración y tratamiento de manera ambulatoria por el servicio de infectología en el Centro Nacional de Atención e Investigación de Quemados dentro del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra.

### Criterios de selección

#### - Criterios de inclusión

1. Pacientes con sospecha de infección por SARS-Cov2.
2. Cualquier sexo.
3. Cualquier tiempo de evolución.
4. Mayores de 18 años

#### - Criterios de eliminación

1. Pacientes que retiren su consentimiento para participar en el estudio.
2. Tener pruebas o valoraciones incompletas

#### -Criterios de exclusión

1. Comorbilidades que imposibilitan realizar la prueba o infección grave por SARS-Cov2
2. Angina inestable durante el mes previo a la prueba.
3. Infarto de miocardio durante el mes previo a la prueba.
4. Taquicardia en reposo: ritmo cardíaco de más de 120 latidos/min.
5. Hipertensión no controlada: presión sistólica mayor de 180/presión diastólica mayor de 100.
6. SpO2 en reposo < 85%
7. Disnea.

8. Dolor torácico.
9. Problemas ortopédicos que impidan la realización de la prueba.

#### TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se estudiaron todos los sujetos que acudieron al servicio de infectología de marzo del 2020 a marzo del 2022 que cumplieran con los criterios de selección.

#### PROCEDIMIENTO

Dentro de los pasos principales para procedimiento de la prueba de caminata de 6 minutos y prueba dedesaturación de 40 pasos, incluyen la medición de datos básicos del paciente, la explicación de las instrucciones y una demostración visual para garantizar que el paciente comprenda correctamente cómo realizar la prueba.

Inicialmente, se mide y registra el peso y la estatura del paciente de forma estandarizada, anotando estos datos en una hoja de trabajo. Se calcula y registra la frecuencia cardíaca máxima esperada utilizando la fórmula 220 menos la edad del paciente. Se procede a medir la presión arterial y se registran los valores basales. Se solicita al paciente que permanezca en posición sedente durante al menos 15 minutos antes de la prueba. Se coloca un oxímetro de pulso para medir la saturación de oxígeno en sangre (SpO2) y la frecuencia cardíaca en reposo. Estos valores también se registran como basales. Para comenzar la prueba, se verifica que el contador de pasos y vueltas esté en cero y se programa un cronómetro para seis minutos. Se explica al paciente en qué consiste la Escala de Borg, la cual se utiliza para evaluar el esfuerzo percibido durante el ejercicio. El valor basal de la Escala de Borg también se registra. Se leen textualmente las instrucciones al paciente, sin agregar ni eliminar palabras. Las instrucciones indican que el objetivo de la prueba es caminar tanto como sea posible durante seis minutos. El paciente debe caminar de ida y vuelta en un pasillo tantas veces como le sea posible en ese tiempo.

Mientras se realiza la prueba de caminata de 6 minutos, se cuentan los 40 primeros pasos del paciente, que al cumplir estos 40 pasos se realiza un registro de la SpO2. (Rhys et al., 2022) Posterior se le informa que puede caminar más despacio, detenerse y descansar si es necesario, pero se le pide que retome la caminata tan pronto como le sea posible. Además, se destaca la importancia de dar la vuelta rápidamente en los conos para continuar la caminata. (Gochicoa-Rangel et al., 2015)

Para mayor claridad, se realiza una demostración por parte del evaluador, comenzando desde la línea de inicio y dando la vuelta en los conos, mostrando al paciente cómo hacerlo sin detenerse ni dudar.

En resumen, la PC6M es un procedimiento que involucra la medición de datos básicos del paciente, como peso, estatura, frecuencia cardíaca y presión arterial. Se explica al paciente las instrucciones detalladas para la prueba, incluyendo la utilización de la Escala de Borg para evaluar el esfuerzo percibido. Asimismo, se realiza una demostración para asegurar que el paciente comprenda correctamente cómo realizar la prueba (Gochicoa-Rangel et al., 2015)

La prueba de desaturación de 40 pasos se llevó a cabo para evaluar la capacidad del paciente para caminar una distancia corta mientras se monitorea su saturación parcial de oxígeno y frecuencia cardíaca. (*What Is the Efficacy and Safety of Rapid Exercise Tests for Exertional Desaturation in Covid-19? - CEBM*, n.d.) Durante esta prueba, el paciente caminaba de manera continua durante 6 minutos en el mismo pasillo, mientras se registraba la saturación parcial de oxígeno, la frecuencia cardíaca y la distancia recorrida.

Estas pruebas proporcionaron una evaluación integral de la función pulmonar y cardiovascular de los pacientes, permitiendo obtener información relevante sobre su capacidad funcional en relación con la infección por SARS-CoV-2.

El procedimiento siempre incluyó los siguientes lineamientos:

1. Previa firma de consentimiento informado, de acuerdo a la Ley General de Salud, se llevó a cabo la aplicación concurrente de la prueba de desaturación de 40 pasos junto con la prueba de caminata de 6 minutos en un pasillo interior con superficie plana, destinado exclusivamente para la realización de estas pruebas.
2. El pasillo utilizado tenía una longitud de 30 metros y estaba marcado en cada extremo por un cono. Además, se colocaron marcas adicionales cada 3 metros, siguiendo los estándares establecidos para la realización de la prueba de 6 minutos.
3. Durante el desarrollo de las pruebas, se realizó el monitoreo constante de la saturación parcial de oxígeno y la frecuencia cardíaca mediante el uso de un dispositivo de pulsioximetría. Asimismo, se llevó a cabo una valoración clínica utilizando la escala de percepción de esfuerzo de Borg.
4. Se registraron diversas variables reconocidas, tales como la edad, el género, la estatura, el peso, el índice de masa corporal y las comorbilidades previas del paciente, con el fin de contar con información relevante para el análisis posterior.

Durante todo el procedimiento se siguieron los protocolos establecidos y se garantizó la confidencialidad de los datos obtenidos.

#### DESCRIPCIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

Esta tabla presenta las variables utilizadas en el estudio y brinda una descripción de cada una de ellas.

<b>VARIABLES CLÍNICAS Y DEMOGRÁFICAS</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>	<b>UNIDAD/ VALORES</b>
<b>Edad del paciente</b>	Años que trascurren a partir de la fecha de nacimiento	Años cumplidos al momento de la aplicación del cuestionario	Cuantitativa discreta	Años
<b>Género del paciente</b>	Condición de un organismo que distingue entre masculino y femenino.	Femenino: género gramatical; propio de la mujer. Masculino: género gramatical, propio del hombre	Nominal	Femenino/Masculino.



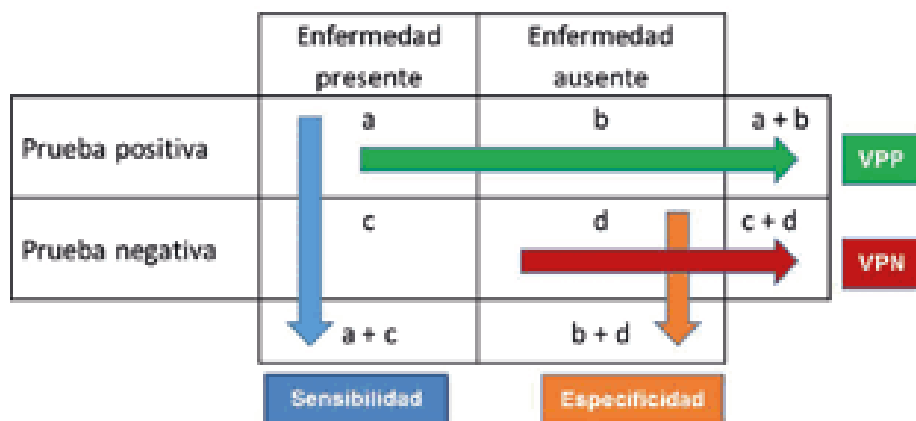
<p><b>Frecuencia cardiaca (lpm)</b></p>	<p>número de veces que se contrae el corazón durante un minuto</p>	<p>número de veces que se contrae el corazón en reposo y durante la realización de la prueba de caminata de 6 minutos</p>	<p>Cuantitativa discreta</p>	<p>Número de latidos/min</p>
<p><b>Saturación de oxígeno (SaO2%)</b></p>	<p>cantidad de oxígeno que está presente en la oxihemoglobina, en el torrente sanguíneo</p>	<p>Nivel de oxigenación en la sangre medido con oximetría de pulso en reposo, durante y posterior a la prueba de caminata de 6 minutos</p>	<p>Cuantitativa discreta</p>	<p>Porcentaje de saturación &gt; o igual a 94% normal O disminucion &gt;3% de la basal</p>

<p><b>Prueba de caminata de 6 minutos</b></p>	<p>Prueba submáxima de ejercicio que mide la distancia máxima que un individuo puede recorrer en un periodo de 6 minutos en un corredor de 25 a 33 metros con una mediana de 30 metros, permite evaluar la respuesta del sistema respiratorio y cardiovascular</p>	<p>Distancia máxima recorrida que un individuo puede recorrer en 6 minutos en un corredor de superficie plana de 28 metros.</p>	<p>Cuantitativa continua</p>	<p>Metros</p>
<p><b>Comorbilidades</b></p>	<p>Presencia de uno o más trastornos además de la enfermedad o trastorno primario. El efecto de estos trastornos o enfermedades adicionales.</p>	<p>Determinación de enfermedades asociadas además de la enfermedad primaria.</p>	<p>Nominal</p>	<p>Hipertensión arterial sistémica Diabetes Mellitus Obesidad Neumopatías Enfermedades Reumáticas Enfermedades Neurológicas Enfermedades Cardiovasculares</p>

## VIII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PROPUESTO

Los datos obtenidos se analizaron con el programa SPSS versión 25. Para el análisis descriptivo, se calcularon proporciones para las variables cualitativas y media y desviación estándar para las variables cuantitativas. Para determinar la asociación entre la prueba de 6 minutos y de 40 pasos, se calculó la Chi cuadrada

Se calcularon sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo mediante las fórmulas:



Se elaboró una curva ROC para optimizar el punto de corte de la prueba de 40 pasos.

Se consideró un nivel de significancia alpha de 0.05.

## IX. ASPECTOS ÉTICOS

El estudio tiene un riesgo mínimo de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación por tratarse de una prueba de esfuerzo supervisada por profesionales de la salud.

El consentimiento informado se obtuvo por un médico residente, miembro del equipo de investigación.

## X. RESULTADOS

Se estudiaron 253 individuos con prueba positiva para SARS-CoV-2 atendidos en el servicio de infectología del INRLGII. La mayoría de los sujetos fueron mujeres (59.9%). La edad promedio fue de 41.7 años, con desviación estándar de 13.53 y rango entre 18 y 84 años.

El 72.5% de los sujetos presentó comorbilidades, de las cuales, las más frecuentes fueron HAS (13.5%), seguido por obesidad (11.5%) y tabaquismo (9.8%).

En relación con las pruebas de caminata de 6 minutos y de 40 pasos, se obtuvieron 51.4% de pruebas positivas según la 6M y 39.5% según la de 40 pasos.

En la Tabla 1 se muestran los resultados de las pruebas.

Tabla 1. Tabla de contingencia del resultado de la prueba de 6 minutos y de la de 40 pasos

		Prueba de caminata de 6 MIN		TOTAL
		NEGATIVO	POSITIVO	
PRUEBA DE DESATURACIÓN DE 40 PASOS	NEGATIVO	98	49	147
	POSITIVO	19	81	100
TOTAL		117	130	247

Se calculó la Chi cuadrada para determinar si existe asociación entre los resultados de estas dos pruebas y se encontró una  $X^2=54.24$ ,  $p<0.001$ .

Con estos datos, encontramos los siguientes valores:

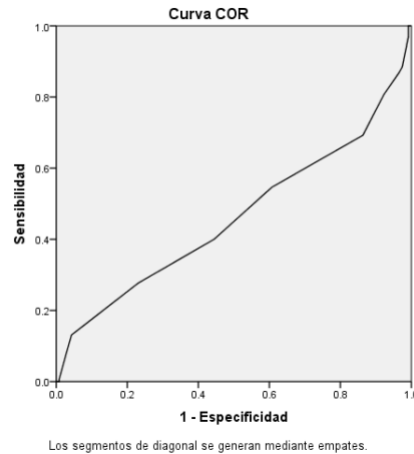
Sensibilidad:  $81/(81+49)= 0.62$

Especificidad=  $98/(98+19)=0.84$

Valor predictivo positivo=  $81/(81+19)= 0.81$

Valor predictivo negativo=  $98/(98+49)= 0.67$

Se realizó una curva ROC con la saturación de oxígeno en la prueba de 40 pasos y el resultado (positivo o negativo) de la prueba de 6 minutos para optimizar el punto de corte. Sin embargo, el área bajo la curva fue de 0.461, por lo que no se logró determinar un nuevo punto de corte.



## XI. DISCUSIÓN

El estudio presentado se centra en la validación de la prueba de desaturación de 40 pasos como una herramienta para evaluar a pacientes ambulatorios con infección por SARS-CoV2 (Rhys et al., 2022) y detectar la hipoxia silente o silenciosa. Encontramos una buena especificidad y valor predictivo positivo alto. La especificidad es la capacidad de la prueba para clasificar adecuadamente a los sanos como sanos; es el porcentaje de personas que no tienen la condición de estudio y dan resultados “negativos” o “normales” (Medina 1 et al,2014). El aspecto más importante es que el examen puede clasificar correctamente al paciente sano como sano; es decir, los verdaderos negativos. Un examen con una alta especificidad es muy útil cuando el resultado es positivo, pues la tasa de falsos positivos es muy baja. Si se pretende “detectar” una enfermedad que sea muy riesgosa o hay un precio importante que pagar si no se hace el diagnóstico, se utilizarán pruebas de alta sensibilidad: estas son más útiles cuando los resultados son negativos, por lo cual si los falsos negativos tienen alto costo se prefiere alta sensibilidad.

En el caso de estudios de tamizaje, cuando la probabilidad de la condición sea baja y el propósito sea descubrirlo, se debe utilizar una prueba de alta sensibilidad.

Si un falso positivo tiene alto riesgo o costo, se prefieren pruebas con una alta especificidad, pues son más útiles cuando los resultados son positivos; por tener una baja tasa de falsos positivos, se usan para la confirmación del diagnóstico. (Araujo, 2016)

Nuestros resultados sugieren que la prueba de desaturación de 40 pasos es capaz de identificar la mayoría de los casos de hipoxia silente relacionada con una probable severidad, lo que la convierte en una herramienta útil para poder identificar la severidad y el probable desenlace clínico en cierto grupo de pacientes.

Otro aspecto destacado es la capacidad de la prueba de desaturación de 40 pasos para distinguir entre sujetos con desaturación significativa y aquellos sin ella, lo que brinda información inicial sobre la gravedad de la enfermedad y ayuda en la toma de decisiones clínicas, como el inicio de intervenciones farmacológicas o considerar el ingreso hospitalario. Además, esta prueba puede evitar la necesidad de realizar pruebas más largas y exhaustivas, como la prueba de caminata de 6 minutos, al proporcionar información relevante de manera más rápida y sencilla, teniendo valor para la economización de recursos y tiempo. También pudiendo ser aplicada en entornos donde el espacio es limitado, como en pacientes que requieren aislamiento o se encuentran en una unidad de cuidados intensivos.

Con lo anteriormente mencionado, al tratarse de una prueba poco sensible, pero con alta especificidad y alto valor predictivo positivo, la hace una prueba con un adecuado uso para tamizaje y así evitar realizar la prueba de caminata de 6 minutos. La poca sensibilidad arrojada en los resultados se puede explicar también por la corta duración de la prueba, probablemente no dando pauta para que se manifieste una desaturación mayor del 3 % que es compatible con el punto de corte descrito para catalogarlo como una hipoxia silente. Así, teniendo en cuenta nuestros hallazgos, en un futuro se podría valorar realizar una modificación en el punto de corte, probablemente mejorando la sensibilidad de la prueba, pudiendo hacer una relación con los datos clínicos de severidad y el probable desenlace.

En resumen, nuestros resultados indican que la prueba de desaturación de 40 pasos tiene un alto valor en su especificidad y un alto valor predictivo positivo, teniendo un valor importante como prueba inicial, tomando en cuenta que debe realizarse en conjunto con la prueba de caminata de 6 minutos (PC6M) y valorar según el resultado de la primera prueba si es factible continuar la segunda prueba y así evitar poner en riesgo al paciente.

## **XII. CONCLUSIONES**

La validación de la prueba de desaturación de 40 pasos en este estudio respalda su utilidad como una herramienta confiable y específica para evaluar pacientes ambulatorios con infección por SARS-CoV2 y detectar la presencia de hipoxia silente y probablemente su severidad. Su implementación puede mejorar la evaluación clínica, el manejo y el seguimiento de estos pacientes, contribuyendo así al mejor entendimiento y tratamiento inicial de la enfermedad. Sin embargo, dentro de los resultados obtenidos, la prueba cuenta con una baja sensibilidad, probablemente por la corta duración de la prueba y el punto de corte establecido para catalogar al paciente con una prueba positiva. Con esto nace la incertidumbre si con un nuevo análisis estadístico con la muestra obtenida y una propuesta para modificar a un nuevo punto de corte, si la prueba pueda tener un alto valor predictivo negativo y un alto valor en su sensibilidad.

## Bibliografía

1. Araujo, M. (2016). Estudios sobre el diagnóstico de las enfermedades. *Medwave*, 11(07). <https://doi.org/10.5867/medwave.2011.07.5067>
2. Author links open overlay panelMaría Camila Medina 1, 1, ResumenIntroducciónLa utilidad de las pruebas diagnósticas se basa en la capacidad de separar adecuadamente las personas sanas de las enfermas, AbstractIntroducciónThe usefulness of diagnostic tests consists of the ability to detect and separate a person with a disease from a healthy person, Callahan, C., Cerda, J., & Riegelman, R. (2014, May 10). *Generalidades de las Pruebas diagnósticas, y su utilidad en la toma de decisiones médicas*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034745014601657>
3. Chandra, A., Chakraborty, U., Pal, J., & Karmakar, P. (2020). Silent Hypoxia: A frequently overlooked clinical entity in patients with COVID-19. *BMJ Case Reports*, 13(9). <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-237207>
4. Gochicoa-Rangel, L., Mora-Romero, U., Guerrero-Zúñiga, S., Silva-Cerón, M., Cid-Juárez, S., Velázquez-Uncal, M., Durán-Cuéllar, A., Salas-Escamilla, I., Mejía-Alfaro, R., & Torre-Bouscoulet, L. (2019). Prueba de Caminata de Seis Minutos: Recomendaciones y procedimientos. *NCT Neumología y Cirugía de Tórax*, 78(S2), 164–172. <https://doi.org/10.35366/nts192j>
5. Kalin, A., Javid, B., Knight, M., Inada-Kim, M., & Greenhalgh, T. (2020). *What Is the Efficacy and Safety of Rapid Exercise Tests for Exertional Desaturation in Covid-19: A Rapid Review Protocol*. <https://doi.org/10.1101/2020.10.31.20223453>
6. Rhys, G. H., Wakeling, T., Moosavi, S. H., Moore, J. P., Dawes, H., Knight, M., Inada-Kim, M., Frischknecht-Johansen, E., & Subbe, C. P. (2022). Feasibility and accuracy of the 40-steps desaturation test to determine outcomes in a cohort of patients presenting to hospital with and without COVID-19. *Clinical Medicine*. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2022-0027>
7. Six-Minute walk test. (n.d.). *SpringerReference*. [https://doi.org/10.1007/springerreference\\_184598](https://doi.org/10.1007/springerreference_184598)
8. Vargas-Domínguez, C., Mejía-Alfaro, R., Martínez-Andrade, R., Silva-Cerón, M., Vázquez-García, J. C., & Torre-Bouscoulet, L. (2019). Prueba de Desaturación y titulación de Oxígeno Suplementario. recomendaciones y Procedimientos. *NCT Neumología y Cirugía de Tórax*, 78(S2), 187–197. <https://doi.org/10.35366/nts192l>