

Aspectos técnicos y regulatorios sobre el uso de oxímetros de pulso en el monitoreo de pacientes con COVID-19

7 de agosto del 2020

Resumen

- La **oximetría de pulso** es un método no invasivo que de manera indirecta mide el porcentaje de saturación de oxígeno (SpO₂) transportado por la hemoglobina en la sangre de un paciente. El dispositivo médico empleado en la pulsioximetría se conoce como *oxímetro de pulso* o *pulsioxímetro* y es globalmente aceptado como el estándar para detectar y monitorear la hipoxemia, un nivel de oxígeno en la sangre inferior al normal.
- El tratamiento de soporte, incluyendo la administración de oxígeno suplementario, constituye al día de hoy el principal tratamiento para los pacientes con COVID-19.¹ De los pacientes hospitalizados, más de 75% requiere tratamiento con oxígeno suplementario. Los oxímetros de pulso constituyen una herramienta fundamental en el manejo de los pacientes con COVID-19 por su rol en la estadificación de la gravedad de la enfermedad y en la indicación y monitoreo del tratamiento con oxígeno suplementario.
- Los oxímetros de pulso de uso no médico podrían ser una herramienta particularmente útil en el monitoreo remoto de pacientes con COVID-19 porque permitirían detectar más tempranamente a pacientes con “hipoxemia silente” y potencialmente evitar su deterioro clínico.
- De acuerdo con la evidencia disponible, los oxímetros de pulso de uso no médico tendrían una eficacia comparable a la de los oxímetros de uso médico para descartar la presencia de hipoxemia en pacientes con COVID-19. El valor predictivo negativo para descartar pacientes con hipoxemia, definida como SpO₂ <90%, es de 99% aunque su precisión disminuye de manera significativa para saturaciones por debajo de 90%.
- El [algoritmo de manejo de pacientes con sospecha de infección por COVID-19 en el primer nivel de atención y en zonas remotas de la región de las Américas, de la Organización Panamericana de la Salud](#), y otras guías de manejo clínico relevantes, recomiendan la utilización de oxímetros de pulso en el manejo ambulatorio y monitoreo de pacientes con casos confirmados o sospecha de COVID-19, y proveen lineamientos para su uso.
- La oximetría de pulso también se utiliza para el monitoreo de la saturación de oxígeno de las personas en otros contextos tales como residencias de adultos mayores, áreas rurales y zonas con bajo acceso a los servicios de salud.
- Es importante destacar que, aunque la oximetría de pulso puede ser un recurso útil en la toma de decisiones clínicas, no sustituye la evaluación clínica y no es en sí misma suficiente para el diagnóstico.
- La incorporación de esta tecnología como herramienta al manejo de pacientes con COVID-19 debe realizarse siguiendo los lineamientos adecuados y tomando las precauciones correspondientes.

Objetivos y organización del documento

- En este documento se presentan consideraciones técnicas y regulatorias para el uso de oxímetros de pulso como herramienta en el monitoreo clínico de pacientes con COVID-19.
- Asimismo, se resume la evidencia disponible sobre la eficacia, efectividad y seguridad de los diferentes tipos de oxímetros de pulso, sus limitaciones y recomendaciones de utilización.
- Se presenta organizado en dos secciones:
 - Sección 1. Evidencia sobre la efectividad de los oxímetros de pulso y su implementación en el contexto clínico
 - Sección 2. Especificaciones sobre la tecnología y aspectos regulatorios
- Está destinado a profesionales de la salud, así como a autoridades sanitarias y demás tomadores de decisiones sobre el uso de tecnologías sanitarias para la atención y cuidado de pacientes con COVID-19.
- Estas recomendaciones son preliminares y están sujetas a revisión a medida que se disponga de nueva evidencia.

Introducción

- La **oximetría de pulso**, o pulsioximetría, es un método no invasivo que de manera indirecta mide el porcentaje de saturación de oxígeno (SpO₂) transportado por la hemoglobina en la sangre de un paciente. El dispositivo médico empleado en la pulsioximetría se conoce como *oxímetro de pulso* o *pulsioxímetro* y es globalmente aceptado como el estándar para detectar y monitorear la hipoxemia, un nivel de oxígeno en la sangre inferior a lo normal. La hipoxemia puede presentarse con condiciones que afectan principalmente a los pulmones, como neumonía, bronquiolitis, asma, distrés respiratorio, entre otras; pero también se presenta a través de enfermedades sistémicas tales como sepsis y trauma. Adicionalmente, en conjunto con un suministro apropiado, la pulsioximetría es necesaria para el uso eficiente y seguro del oxígeno, así como para monitorear la respuesta a la terapia con oxígeno por parte del paciente.²
- El tratamiento de soporte, incluyendo la administración de oxígeno suplementario, constituye al día de hoy el principal tratamiento para los pacientes con COVID-19.¹ De los pacientes hospitalizados, más de 75% requiere tratamiento con oxígeno suplementario.¹ El nivel de saturación oxígeno en sangre es determinante en la clasificación del estadio de gravedad de los pacientes y consecuentemente en la elección de su tratamiento.³ De este modo, los oxímetros de pulso constituyen una herramienta fundamental en el manejo de los pacientes con COVID-19.
- Un número importante de pacientes con COVID-19 alcanza un nivel de hipoxemia clínica significativo sin presentar disnea u otros signos de alarma.⁴⁻⁸ Este fenómeno, denominado “hipoxia silente”, es potencialmente riesgoso porque podría demorar el manejo hasta que el paciente presentara estadios más avanzados de lesión pulmonar, con aumento de la probabilidad de complicaciones y de la mortalidad.^{4,6,9} Esta situación podría afectar particularmente a aquellos pacientes con diagnóstico de COVID-19 cuyo estadio no requiera la internación hospitalaria, tales como aquellos con estadios moderados, o estadios leves con factores de riesgo o en situación de vulnerabilidad. Los oxímetros de pulso de uso doméstico podrían ser una herramienta útil en el monitoreo remoto de estos pacientes.
- La facilidad de uso y el costo relativamente bajo de los oxímetros de pulso de uso doméstico hacen que ésta sea una opción atractiva para monitorear a los pacientes. No obstante, existen consideraciones importantes sobre estos dispositivos que los pacientes, profesionales de la salud y autoridades sanitarias deben tener en cuenta al incorporar estos dispositivos como herramienta en el manejo y monitoreo de pacientes con COVID-19.

Sección 1. Evidencia sobre la efectividad de los oxímetros de pulso y su implementación en el contexto clínico.

Hipoxia silente en pacientes con COVID-19

- Un número importante de pacientes con COVID-19 alcanza un nivel de hipoxemia clínica significativo, e incluso desarrollan falla respiratoria, sin presentar síntomas de disnea u otros signos de alarma.⁴⁻⁸ Este fenómeno, denominado “hipoxemia silente”, es más frecuente en pacientes adultos mayores⁵ y representa un riesgo, dado que podría demorar el manejo hasta que el paciente presentara estadios avanzados de lesión pulmonar, con aumento de la probabilidad de complicaciones y de la mortalidad.^{4,6,9} Algunos casos presentan sólo síntomas leves e inespecíficos (como dolor de cabeza leve, dolor de garganta, tos, entre otros)^{10,11} y se han descrito ocasiones de pacientes que reportaron sentirse “cómodos” a pesar de mostrar niveles de saturación de oxígenos muy por debajo de los valores normales.¹¹

- La frecuencia respiratoria (FR) podría no ser un indicador adecuado del grado de deterioro clínico en algunos pacientes con COVID-19. Existe evidencia de discrepancia significativa en los valores de FR y los niveles de saturación de oxígeno (SpO₂) en pacientes con COVID-19 que padecen insuficiencia respiratoria aguda (IRA) respecto de pacientes con IRA de otras causas.⁶⁶ Una frecuencia respiratoria normal podría enmascarar niveles profundos de hipoxia, y dificultar la evaluación de la gravedad en pacientes con COVID-19 si sus niveles de saturación de oxígeno no se midieran de manera sistemática.⁶
- La hipoxia silente se explicaría porque el SARS-CoV2 provoca el colapso de los sacos alveolares sin llenarlos de líquido o pus, con la consiguiente reducción de la capacidad para captar oxígeno, pero conservando la capacidad pulmonar para expulsar dióxido de carbono. En consecuencia, la eliminación aún eficiente del dióxido de carbono sería la razón por la cual los pacientes con COVID-19 no sienten dificultad para respirar en las etapas iniciales de la neumonía por COVID-19. Por lo tanto, la capacidad de detectar esta forma silenciosa de hipoxia en pacientes con COVID-19 antes de que comiencen a experimentar dificultad para respirar podría permitir un tratamiento precoz que se anticipe a la progresión de la enfermedad. ^{7-9,12,13}

Precisión de los oxímetros de pulso no indicados para uso médico

- Existen pocos estudios que evalúen la precisión de los oxímetros de pulso en estudios con poblaciones de pacientes, contemplando patologías tales como la enfermedad vascular periférica y otras que pudieran afectar la precisión del dispositivo, especialmente para oxímetros de pulso de uso no médico.⁴ Un desafío adicional para evaluar la precisión de los oxímetros de uso no médico es que la evidencia existente es poca en relación con la cantidad de modelos disponibles en el mercado, que además aumenta con el tiempo.⁴
- En un revisión narrativa, Luks, Swenson et al.⁴, que incluyó estudios clínicos^{14,15} y estudios de laboratorio¹⁶, mostraron que no existen diferencias significativas en los resultados mostrados entre los oxímetros de pulso de uso médico y los oxímetros de pulso no indicados para uso médico para el rango de saturación de oxígeno entre 90% a 99%.¹⁴⁻¹⁶ No obstante, las mediciones de los oxímetros de pulso no indicados para uso médico son menos precisas para mediciones con niveles de saturación inferiores a 93% y su precisión es inadecuada a niveles bajos de saturación de oxígeno.¹⁴⁻¹⁶
- Lipnick et al.¹⁶, que evaluó la precisión de 6 modelos de oxímetros de pulso de bajo costo (menos de US\$50), mostró que el nivel de error en las mediciones aumentaba a partir de niveles de saturación real de oxígeno menores a 90%, y que el nivel de error era mayor para niveles menores de saturación. Este patrón, aunque constante para modelos de oxímetros más caros, era especialmente notable para los modelos de menor precio.¹⁶
- En uno de los estudios clínicos incluidos en la revisión, Hudson et al.¹⁴, que comparó 8 oxímetros no indicados para uso médico con dispositivos de uso médico o cooximetría, determinó que su valor predictivo positivo fue de solo 33% y mientras que su valor predictivo negativo fue de 99% para descartar pacientes con hipoxemia (definida como una saturación de oxígeno <90% en el dispositivo de uso médico o medido por cooximetría).¹⁴
- Smith y col.¹⁵, concluyó que la precisión del oxímetro de pulso portátil era comparable a la de un oxímetro de pulso de cabecera hospitalario convencional en pacientes perioperatorios con saturación de oxígeno en sangre normal (SpO₂ ≥93%). Sin embargo, la precisión del oxímetro de pulso portátil se deterioró con la hipoxemia progresiva (SpO₂ <93%).¹⁵ Este estudio clínico fue considerado en la revisión ultrarrápida de guías de práctica y utilidad clínica sobre “Monitoreo con oximetría de pulso en pacientes con riesgo de hipoxia”¹⁷ realizada por la Agencia Canadiense para Drogas y Tecnologías Sanitarias (CADTH, por sus siglas en inglés). En esta revisión se destaca que este estudio se llevó a cabo en un entorno de atención sanitaria de alta complejidad, donde la aplicación de dispositivos y las mediciones fueron realizadas por profesionales de la salud, y no es

posible asegurar que los resultados no variarían en caso de que las mediciones fueran realizadas por pacientes o población general.¹⁷

- La revisión antes mencionada sobre “Monitoreo con oximetría de pulso en pacientes con riesgo de hipoxia”¹⁷ realizada por CADTH, concluye que la evidencia disponible a la fecha, aunque de moderada calidad y con alto riesgo de sesgos, permite afirmar que los oxímetros no indicados para uso médico tienen una precisión comparable a los oxímetros de uso médico para la detección de pacientes con hipoxia.¹⁷
- La oximetría de pulso también permitiría detectar el deterioro de la condición de un paciente, aun cuando sus valores de saturación de oxígeno permanezcan por encima del umbral de saturación. Un estudio retrospectivo en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) mostró correlación entre el deterioro de la condición de un paciente y la disminución de su saturación en más de 4%.¹⁸ Un estudio en población pediátrica (niños entre 6 y 12 años) mostró que una saturación de 95% a 96% en esta población representa una situación clínica significativa que requiere evaluación e intervención temprana para evitar el deterioro en otros signos vitales.¹⁹ En el mismo sentido, guías de manejo clínico para el uso de oxígeno en adultos recomiendan la evaluación clínica del paciente si la saturación cae en $\geq 3\%$.^{20,21}
- Los oxímetros de pulso serían igualmente una herramienta fiable para la medición de la frecuencia respiratoria. Un estudio de reciente publicación²² evaluó la precisión para medir la frecuencia respiratoria con pletismografía de oxímetro de pulso en una población pediátrica y mostró evidencia de que la precisión es comparable a la del *gold standard*, la pletismografía realizada por un pediatra (asociación = 97%, $p < 0,001$; sensibilidad y especificidad para la detección de frecuencia respiratoria acelerada de 95% casi 94%, respectivamente).²²
- A partir de la evidencia citada, se podría afirmar que **los oxímetros de pulso de uso no médico podrían ser útiles para descartar la presencia de hipoxemia, aunque no serían adecuados para la evaluación del grado de ésta.**

Uso de oxímetros de pulso en el contexto de la pandemia de COVID-19

- La oximetría de pulso podría ser útil para:
 - El triaje de pacientes potencialmente hipóxicos, en centros de salud o de manera ambulatoria.
 - En conjunto con otros criterios, evaluar la gravedad de la enfermedad y determinar posibles evaluaciones o tratamientos a implementar.
 - Contribuir al monitoreo de aquellos pacientes con diagnóstico de COVID-19 que tienen un estado adecuado como para permanecer en su domicilio.
- La utilización de oxímetros de pulso ha demostrado ser eficaz para el monitoreo clínico ambulatorio de otras situaciones clínicas, tales como el monitoreo de pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica.^{23,24}
- Un ensayo clínico aleatorizado de reciente publicación²⁵ mostró que la incorporación de la oximetría de pulso al algoritmo de Manejo Integrado de Enfermedades Infantiles (IMCI, por sus siglas en inglés) de la Organización Mundial de la Salud (OMS)²⁶ aumentó significativamente (OR: 5,4, 95% IC 2,0 a 14,3, $p = 0,001$) el número de diagnósticos de casos graves de neumonía infantil en centros de salud, y podrían ayudar a reducir sustancialmente la mortalidad infantil por hipoxemia.²⁵
- Si bien la guía de Atención inicial de personas con infección respiratoria aguda (IRA) en el contexto de la infección por coronavirus (COVID-19) en establecimientos de salud, de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)²⁷ y de la Organización Mundial de la Salud (OMS)³ recomiendan un monitoreo estrecho de los pacientes ambulatorios con COVID-19 moderado para detectar signos o síntomas de progresión de la enfermedad, al momento de su publicación no existía evidencia que permitiera guiar el uso de oxímetros de

pulso en entornos domésticos. El [algoritmo de manejo de pacientes con sospecha de infección por COVID-19 en el primer nivel de atención y en zonas remotas de la región de las Américas, de la Organización Panamericana de la Salud](#)²⁸, de más reciente publicación, incorpora el uso de oxímetros tanto en centros de salud como en el manejo ambulatorio de pacientes confirmados o con sospecha de COVID-19 y la medición de la saturación de oxígeno constituye un factor fundamental en la toma de decisiones clínicas.

- A la fecha, aunque los estudios clínicos de oxímetros de pulso para el monitoreo de pacientes con COVID-19 aún son escasos, ya existe evidencia de su utilidad clínica como herramienta para identificar pacientes ambulatorios con mayor riesgo de deterioro.²⁹ Un estudio reciente que monitoreó la saturación de oxígeno en el domicilio de pacientes con diagnóstico confirmado de COVID-19 mostró un riesgo relativo (RR) de 7 (95% CI 3,4-14,5) para el grupo de pacientes que presentaron una saturación <92% respecto del grupo que presentó una saturación mayor.³⁰
- Otras guías de manejo clínico³¹⁻³⁴ también recomiendan la utilización de oxímetros de pulso en el manejo ambulatorio y monitoreo de pacientes con casos confirmados o sospecha de COVID-19, y proveen lineamientos para su uso.

A continuación se hace una breve descripción de algunas de ellas:

Guía	Recomendaciones																								
<p>Guía del Sistema Nacional de Salud del Inglaterra. (NHS, por sus siglas en inglés).</p> <p>“La oximetría de pulso para detectar el deterioro temprano de pacientes con COVID-19 en entornos de atención primaria y comunitaria”³²</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lineamientos para la utilización de oxímetros en el triaje remoto inicial de pacientes con diagnóstico confirmado o sospechoso de COVID-19 y para guiar su monitoreo remoto. - Se recomienda su uso para el monitoreo de casos leves y la detección temprana de hipoxemia silenciosa, aunque se destaca que la atención remota y el uso de oxímetros quedan a discreción del médico.³² - Para el triaje inicial, tanto de manera presencial como remota, la saturación determina el nivel de severidad y la conducta a seguir en cada caso. Además de la saturación, se considera la frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca y el score de confusión de NEWS2 (National Early Warning Score). <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Estadio</th> <th>Grave</th> <th>Moderado</th> <th>Leve</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Saturación</td> <td>92% o menor*</td> <td>93%-94%*²</td> <td>95% o mayor*³</td> </tr> <tr> <td>Frecuencia respiratoria</td> <td>≥25</td> <td>21-24</td> <td>≤20</td> </tr> <tr> <td>Frecuencia cardíaca</td> <td>≥131</td> <td>91-130</td> <td>≤90</td> </tr> <tr> <td>Score de NEWS2</td> <td>>5</td> <td>3-4</td> <td>0-2</td> </tr> <tr> <td>Conducta</td> <td>Internación hospitalaria</td> <td>Considerar internación hospitalaria /evaluación presencial</td> <td>Considerar monitoreo remoto</td> </tr> </tbody> </table> <p>* ≤84% si la saturación basal es 88% ² 84-85% si la saturación basal es 88% ³ 86% si la saturación basal es 88%</p> <p>Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía del Sistema Nacional de Salud del Inglaterra.³²</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se propone la realización de “oximetría de esfuerzo” (bajo la supervisión de un profesional), para identificar tempranamente a pacientes con hipoxemia silenciosa. Se realiza en pacientes con saturaciones de al menos 93% y las pruebas más comunes son la caminata de 40 pasos y prueba “de sentado a parado” en un minuto.³² - Los pacientes reciben un oxímetro de dedo por un periodo de 14 días desde el inicio de los síntomas. Se les entrega también un diario, donde deben registrar sus mediciones tres veces al día. - El profesional de salud tratante contacta al paciente o a su cuidador para obtener las mediciones con la frecuencia que considere adecuada y tomar las decisiones clínicas correspondientes.³² 	Estadio	Grave	Moderado	Leve	Saturación	92% o menor*	93%-94%*²	95% o mayor*³	Frecuencia respiratoria	≥25	21-24	≤20	Frecuencia cardíaca	≥131	91-130	≤90	Score de NEWS2	>5	3-4	0-2	Conducta	Internación hospitalaria	Considerar internación hospitalaria /evaluación presencial	Considerar monitoreo remoto
Estadio	Grave	Moderado	Leve																						
Saturación	92% o menor*	93%-94%*²	95% o mayor*³																						
Frecuencia respiratoria	≥25	21-24	≤20																						
Frecuencia cardíaca	≥131	91-130	≤90																						
Score de NEWS2	>5	3-4	0-2																						
Conducta	Internación hospitalaria	Considerar internación hospitalaria /evaluación presencial	Considerar monitoreo remoto																						

<p>Guía rápida de COVID-19: manejo de neumonía sospechada o confirmada en adultos en la comunidad. Instituto Nacional de Excelencia en la Atención de Salud (NICE, Reino Unido)³¹</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Considera la evaluación de signos y síntomas y la utilización de herramientas de evaluación (entre las que se encuentran los oxímetros de pulso) para identificar a pacientes con enfermedad más severa y decidir sobre su internación en el hospital.³¹ - Recomienda que, cuando la oximetría de pulso esté disponible, se consideren niveles de saturación de oxígeno por debajo de 92% (por debajo de 88% en personas con EPOC), en reposo, como umbral para la identificación de pacientes con enfermedad severa.³¹
<p>Guía para usar la oximetría de pulso durante la pandemia de Covid-19. Londonwide - Comité Médico de Londres.³³</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contempla el uso de oxímetros de pulso en pacientes con infección respiratoria aguda, EPOC y asma severo. - Se destaca que la oximetría de pulso puede ser una ayuda útil para la toma de decisiones clínicas, pero no es un sustituto de una evaluación clínica, ni suficiente para el diagnóstico por sí sola. <p>Algoritmo propuesto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SpO2 >96%: valores normales. - SpO2 93-96%: considerar la realización de ejercicio breve y evaluar si se produce desaturación. - SpO2 ≤92%: hipoxia e indicación de tratamiento con oxígeno suplementario. <p>- El uso de oxímetros se plantea en dos instancias del manejo de pacientes con COVID-19:</p> <p>Durante la evaluación inicial: Se propone un uso diferente según las personas tengan capacidad de movilizarse de su hogar o deban permanecer en este. Para el primer caso se contempla la posibilidad de organizar centros de “auto servicio”, donde las personas puedan acudir a realizar su evaluación y chequear su nivel de saturación de oxígeno. Para el segundo grupo, un equipo médico visita su hogar para realizar la evaluación inicial, que incluye la medición de su saturación.</p> <p>Monitoreo continuo en el hogar: para aquellos pacientes que por su gravedad no requieran internación y puedan ser monitoreados remotamente.</p>

Uso de oxímetros para el manejo de pacientes con COVID-19 en contextos especiales

- La utilización de oxímetros de pulso puede considerarse en otros contextos adicionales al monitoreo de pacientes en los centros de salud y de manera ambulatoria. A continuación se detallan algunos de ellos:
 - En **residencias de adultos mayores**³⁵ y otros ambientes de convivencia de alto número de personas. Esta posibilidad está descrita en la guía de los Centros para el Control de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos para dar respuesta a la COVID-19 en residencias geriátricas, donde se recomienda el monitoreo con oxímetros de pulso a personas asintomáticas diariamente o con cada cambio de turno de los cuidadores para detectar potenciales nuevos contagios.³⁵
 - En las **áreas rurales o zonas con bajo acceso a servicios de salud** también se ha implementado su utilización como herramienta para el manejo ambulatorio de pacientes.³⁶
 - En el **automonitoreo en el domicilio para personal de salud** con diagnóstico de COVID-19. La Yale School of Medicine ha implementado un programa de automonitoreo con oxímetros de pulso para el personal de salud de su institución con COVID-19, y está evaluando la expansión del uso al cuidado regular de los pacientes.^{37,38}

- En el **automonitoreo de la saturación de oxígeno en la población general**. El Departamento de Salud del Estado de Minnesota, Estados Unidos, publicó una guía destinada a la población general explicando cómo realizar automonitoreo de la saturación de oxígeno con oxímetros de pulso, y los pasos a seguir en caso de presentar valores anormales.³⁹

Implementación e interpretación de resultados

- Si un paciente con COVID-19 tiene acceso a un oxímetro de pulso confiable en el hogar y puede medir e informar adecuadamente los resultados al médico o al sistema de salud, la medición de la saturación de oxígeno se puede usar como una información adicional para evaluar su estado clínico.
- El monitoreo debe realizarse siguiendo los lineamientos adecuados (ver sección “Guía de uso”).
- **Es importante destacar que, aunque la oximetría de pulso puede ser un recurso útil en la toma de decisiones clínicas, no sustituye la evaluación clínica y no es en sí misma suficiente para el diagnóstico.**
- La oximetría solo debe considerarse dentro del contexto de la presentación clínica general del paciente; un nivel de saturación de oxígeno normal no debe permitir descartar una afectación respiratoria clínicamente significativa en un paciente que presenta otros signos de alarma.³⁴ En el mismo sentido, debe tenerse presente que, aunque el nivel de saturación obtenido por oximetría sea normal al momento de la medición, el estado respiratorio puede deteriorarse a medida que avanza la enfermedad.³⁴
- **Es importante destacar que si la saturación de oxígeno de un paciente cae en $\geq 3\%$, incluso si aún se encuentra dentro del rango objetivo, se debe realizar una evaluación inmediata ya que puede anunciar un deterioro agudo en la condición del paciente.**^{20,21}
- Debe contarse con un algoritmo claro de manejo del paciente para aquellos casos en que la saturación de oxígeno sea menor al umbral establecido o se deteriore.³³
- No debería realizarse monitoreo con oximetría de pulso en aquellos pacientes que se encuentran en cuidados paliativos al final de su vida, dado que la información obtenida no impactará en su manejo y podría provocarle más estrés al paciente y sus cuidadores.³³

Interpretación de resultados de saturación de oxígeno con oximetría de pulso en el paciente ambulatorio confirmado o con sospecha de COVID-19

SpO ₂ > 96% (FR < 20 y sin signos de emergencia) ²⁸	<ul style="list-style-type: none"> - Valor normal.^{3,27,31,34} - Aislamiento en casa o en instalaciones asignadas para atender a los pacientes con sospecha de COVID-19.²⁸ - Administrar acetaminofén (500 mg cada 6 a 8 horas, máximo 4 gr al día) en caso de fiebre o dolor.²⁸ - Brindar recomendaciones de hidratación y nutrición adecuadas; e identificación de signos de emergencia.²⁸ - No administrar antibióticos.²⁸
SpO ₂ 94-96% (FR < 20 y sin signos de emergencia) ²⁸	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar si el paciente requiere una evaluación más cercana o derivación a un centro de salud.^{31,33,34} - Puede plantearse la posibilidad de solicitar al paciente que haga un ejercicio breve (subir las escaleras, caminar en el lugar durante un minuto) para evaluar si se produce desaturación con el ejercicio. Es importante destacar que la importancia clínica de la

	desaturación en el ejercicio y su impacto en el manejo del paciente aún se encuentra en discusión. ^{31,33,34}
SpO2 90-94%*	<ul style="list-style-type: none"> - Aislamiento en instalaciones de los proveedores de salud y considerar traslado al segundo nivel de atención. - Monitoreo de signos vitales y de emergencia. - Considerar aporte de oxígeno y administración de fluidos. - Exámenes de laboratorio e imágenes disponibles**
SpO2 <90%	<ul style="list-style-type: none"> - Remisión a segundo nivel de atención y considerar tratamiento con oxígeno suplementario.²⁸ - Las guías de manejo del paciente con COVID-19 de la Organización Panamericana de la Salud²⁷ y de la Organización Mundial de la Salud³ recomiendan la administración de oxigenoterapia suplementaria a todo paciente con signos de emergencia o sin signos de emergencia con SpO2 < 90%.^{2,26}
Caída en SpO2 ≥3%	- Considerar remisión a un centro salud por posible deterioro clínico progresivo. ^{20,21}

*En caso de que el paciente padezca EPOC, deberá considerarse un valor de saturación de 88%.³³

** Exámenes de laboratorio sistemáticos de acuerdo a disponibilidad: Especímenes respiratorios para valoración viral de la COVID-19, función hepática, hemograma, otras pruebas de laboratorio basadas en epidemiología local (como influenza, otras infecciones respiratorias, dengue, malaria), uroanálisis.²⁸

Limitaciones

- El esmalte de uñas, la suciedad, o las uñas artificiales pueden provocar valores menores o no permitir la lectura.⁴¹
- La mala perfusión (debido a hipotensión, *shock* hipovolémico o frío en el ambiente), los movimientos que incluyen temblores, arritmias o insuficiencia cardíaca pueden dificultar la identificación adecuada de la señal de pulso y no permitir una lectura adecuada.^{33,41}
- La luz artificial o solar muy brillante puede causar dar valores falsamente bajos.^{32,41}
- Para valores de SpO2 <90% puede sobreestimarse la saturación de oxígeno, particularmente en aquellos pacientes con piel oscura.^{16,32}
- En caso de envenenamiento por monóxido de carbono pueden producirse lecturas erróneas.⁴¹
- La insuficiencia cardíaca de bajo gasto proporciona lecturas poco confiables o nulas.⁴
- Los pacientes con anemia pueden tener una SpO2 normal pero un suministro de oxígeno inadecuado a los tejidos⁴

Uso óptimo del dispositivo

Dados los problemas mencionados anteriormente, se pueden instituir varios pasos para disminuir el riesgo de problemas con la oximetría de pulso y facilitar la implementación del monitoreo en el hogar.

Recomendaciones para los responsables de la implementación de la tecnología en los servicios de salud

- Los sistemas hospitalarios deben utilizar únicamente oxímetros de bolsillo aprobados por una autoridad reguladora y que brinden información sobre la intensidad de la señal de pulso. No se recomienda utilizar aplicaciones de teléfonos inteligentes.⁴
- Debe verificarse que el oxímetro produzca valores válidos y consistentes antes de entregar un oxímetro a una persona a la que se le realizará monitoreo en su hogar, particularmente para aquellos que presenten enfermedad vascular periférica.⁴
- Deben proporcionarse instrucciones claras a los pacientes antes de comenzar el monitoreo en el hogar y procurar que se conozcan adecuadamente los signos de alarma (incluyendo umbrales de saturación) y cómo proceder en cada caso. Se deberán traducir estas instrucciones a los idiomas apropiados.⁴
- Debe instarse a las personas a buscar atención si la tendencia general en la saturación de oxígeno durante un período de tiempo establecido es descendente, incluso si los valores medidos permanecen por encima del umbral establecido.^{20,21}
- Es posible que los umbrales para buscar atención necesiten ajustarse a la baja cuando se realiza el monitoreo en comunidades ubicadas a altitudes mayores.⁴

Recomendaciones para el usuario o su cuidador

- Al monitorear su saturación en el hogar, las personas deben descansar, permanecer en silencio y sin hablar durante varios minutos antes de realizar una medición. ⁴
- Los valores deben ser medidos varias veces al día y registrados para medir con precisión las tendencias en la saturación de oxígeno.³²
- Deben observarse las lecturas del dispositivo durante 30 a 60 segundos y registrar el valor que se presente con más frecuencia. Solo deben considerarse valores asociados con una señal de pulso fuerte.³²
- Debe quitarse el esmalte de uñas del dedo en el que se realizarán las mediciones. ⁴¹
- Las extremidades frías deben calentarse antes de la medición.⁴¹
- Cuando el oxímetro fuera utilizado por más de una persona, deberá ser limpiado entre un uso y otro.³³
- El oxímetro puede limpiarse frotando suavemente con una tela húmeda o un hisopo humedecido con alcohol.⁴¹

Sección 2. Especificaciones sobre la tecnología y aspectos regulatorios.

Principio de operación de oximetría de pulso

- Los oxímetros de pulso determinan la SpO₂ basándose en el principio de la absorción diferencial de la luz. El sensor del dispositivo se coloca en una región del cuerpo (por ejemplo, en un dedo de la mano o del pie, o en el lóbulo de la oreja) y a por medio de diodos emisores de luz (LED) transmite diferentes longitudes de onda de luz a través de la piel hacia el tejido; estas longitudes de onda son absorbidas diferencialmente por la oxihemoglobina (HbO₂) de la sangre, que es de color rojo, y la desoxihemoglobina, que es de color azul. Un fotodetector también localizado en el sensor (generalmente situado en el lado opuesto al LED) convierte la luz transmitida en señales eléctricas proporcionales a la absorbancia. El microprocesador del oxímetro de pulso procesa las señales y muestra la lectura de SpO₂.⁴²

Tipos de oxímetros de pulso

- De acuerdo con la aplicación y sofisticación del diseño, los oxímetros de pulso pueden agruparse de tres formas:

De dedo	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo portátil ultra compacto integrado en un clip que se coloca directamente en el dedo de la mano o del pie del paciente.^{43,44} - Alimentado por batería.^{43,44} - Muestra el valor de SpO₂ y puede mostrar el pulso cardíaco.^{43,44} - Normalmente destinados para uso personal y adecuados para verificación puntual.^{43,44}
De mano o portátil	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo portátil con pantalla digital al que se pueden conectar varios tamaños de sensores dependiendo del uso en pacientes adultos, pediátricos, infantiles o neonatales. - Alimentado por batería. - Además de mostrar valores numéricos y una forma de onda de SpO₂, el oxímetro puede calcular y mostrar otros parámetros, por ejemplo, el pulso cardíaco. - Estos dispositivos se pueden usar para verificación puntual, triaje de pacientes o monitoreo continuo; en el último caso, la función de alarma debe estar activada.^{43,44}
De mesa	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo fijo (montado en una mesa, pared o poste) con pantalla digital al que se pueden conectar varios tamaños de sensores dependiendo del uso en pacientes adultos, pediátricos, infantiles o neonatales. - Alimentado de por corriente alterna. - Además de mostrar los valores numéricos de SpO₂, el oxímetro puede calcular y mostrar otros parámetros, tales como el pulso cardíaco, electrocardiograma (ECG), capnografía, control de la presión arterial y temperatura. - Estos dispositivos normalmente se colocan junto a la cama del paciente y se usan para el triaje de pacientes o para monitoreo continuo, por lo que incluyen configuraciones de alarmas y tendencias.^{43,44}

Regulación y conformidad con normas

- Los oxímetros de pulso son dispositivos médicos regulados que deben cumplir con requisitos específicos de acuerdo con la clase de riesgo asignada por la Autoridad Reguladora del país que emite la autorización de comercialización. Por ejemplo, en Australia, Canadá, Japón y la Unión Europea se clasifican como Clase IIb y se regulan de acuerdo con las disposiciones oficiales aplicadas a esa clase de riesgo.
- En el proceso previo a la comercialización, los dispositivos médicos deben cumplir los principios esenciales de seguridad y desempeño. Para demostrar la conformidad con estos principios, entre otros requisitos, algunos países reconocen normas internacionales en su totalidad o parcialmente. El uso apropiado de estas puede ser efectivo para demostrar aspectos individuales de seguridad o desempeño.⁴⁵ Algunos ejemplos de estas normas son las desarrolladas por los grupos de expertos pertenecientes a organismos internacionales como la Organización Internacional de Estandarización (ISO, por su sigla en inglés) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC, por su sigla en inglés). En el cuadro 1 se detallan las normas internacionales que aplican según el tipo de oxímetro de pulso⁴⁴ divididas en: 1) las que aplican al fabricante y al proceso de fabricación; y 2) las que aplican al producto. Se recomienda la conformidad de los oxímetros de pulso con las versiones vigentes de estas normas o, en su caso, con normas nacionales equivalentes a las mismas.

Cuadro 1. Normas internacionales aplicables a los oxímetros de pulso

Normas que aplican al fabricante y al proceso de fabricación

Norma		Oxímetro de dedo	Oxímetro portable de mano	Oxímetro de mesa
ISO 13485	<i>Dispositivos médicos - Sistemas de gestión de calidad - Requisitos para fines reglamentarios</i>	•	•	•
ISO 14971	<i>Dispositivos médicos - Aplicación de la gestión de riesgos a dispositivos médicos</i>	•	•	•

Normas que aplican al producto

Norma		Oxímetro de dedo	Oxímetro portable de mano	Oxímetro de mesa
ISO 80601-2-61	<i>Equipos eléctricos médicos. Parte 2-61: Requisitos particulares para la seguridad básica y el desempeño esencial de los oxímetros de pulso</i>	•	•	•
IEC 60601-1	<i>Equipos eléctricos médicos. Parte 1: Requisitos generales de seguridad básica y desempeño esencial</i>	•	•	•
IEC 60601-1-2	<i>Equipos eléctricos médicos. Parte 1-2: Requisitos generales de seguridad básica y desempeño esencial. Norma colateral: Compatibilidad electromagnética. Requisitos y pruebas</i>	•	•	•
ISO/IEEE 11073-10404	<i>Informática de la salud. Comunicación del dispositivo de salud personal. Parte 10404: Especialización del dispositivo. Oxímetro de pulso</i>	•	•	•
IEC 60068-2-31	<i>Ensayos ambientales. Parte 2-31: Ensayos. Ensayo Ec: choques debidos a manejo brusco, destinado principalmente a equipos</i>	•		
IEC 62366-1	<i>Dispositivos médicos - Parte 1: Aplicación de la ingeniería de usabilidad a los dispositivos médicos</i>	•		
IEC 62133	<i>Celdas secundarias y baterías que contienen electrolitos alcalinos u otros electrolitos no ácidos. - Requisitos de seguridad para celdas secundarias selladas portátiles. Parte 1: Níquel, Parte 2: Litio</i>	•		

Existen en el mercado una gran variedad de oxímetros de pulso cuya indicación **no es para uso médico**. La Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA, por sus siglas en inglés) regula a un grupo de estos dispositivos con intención de uso para *bienestar general* o *uso exclusivo en actividades deportivas y aviación* (en inglés estas categorías se conocen como “Wellness” e “Infrared, Sporting, Aviation” respectivamente) y considera que representan un nivel de riesgo moderado (Clase II). Para este grupo de oxímetros, es importante indicar que el fabricante es quien determina la intención de uso y no la FDA. Existe también en el mercado otro grupo de oxímetros etiquetados para uso no médico que no forman parte de esta última categoría y por ende no se encuentran regulados por la FDA.

- En los cuadros 2, 3 y 4, se muestran las especificaciones técnicas para los tres tipos de oxímetros de pulso, recomendadas por la OMS y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, por sus siglas en inglés) para dispositivos usados en terapia de oxígeno.^{43,44} Estas especificaciones contemplan requerimientos mínimos de acuerdo con el tipo del oxímetro, así como también características operacionales, de visualización, alarmas, eléctricas y de portabilidad. Además, se enlistan los accesorios a incluir junto al oxímetro y las características de portabilidad para cada tipo. Sobre la garantía de funcionamiento lo ideal es contar con 2 años de cobertura, sin embargo, en caso de no ser posible se puede aceptar 1 año como mínimo.

Cuadro 2. Oxímetro de pulso de dedo: especificaciones técnicas

Requerimientos generales	SpO2 y monitor de frecuencia del pulso integrados en el clip de dedo / dedo del pie
	Para uso en adultos y niños, y todas las pigmentaciones de la piel
	Adecuado para verificación puntual
	Apto para detección en condiciones de baja perfusión
	El diseño debe permitir su uso en entornos exigentes (por ejemplo, golpes, vibraciones)
	Caja para tener un nivel de protección de ingreso IPX2 o mejor
	Apto para limpieza y desinfección
Características operacionales	Detección de SpO2 para incluir el rango: 70-99%
	Resolución de SpO2: 1% o menos
	Precisión de SpO2 (en el rango de al menos 70-99%): dentro de $\pm 3\%$
	Detección de frecuencia de pulso para incluir el rango: 30-240 lpm
	Resolución de la frecuencia del pulso: 1 lpm o menos
	Precisión de frecuencia de pulso dentro de ± 3 lpm
	Almacenamiento interno de datos y / o descarga de datos externos, para tendencias de pacientes y registro de eventos opcional
	Adultos, configuraciones pediátricas requeridas
Parámetros de visualización	SpO2
	Frecuencia del pulso
	Calidad de señal
	Forma de onda pletismografía (opcional)
	Estado de la batería y del sistema
Alarmas	Visual y audible (preferido con control de volumen)
	SpO2 alto / bajo
	Frecuencia de pulso alta / baja
	Sensor apagado o falla del sensor
	Batería baja
	Operado por batería interna

Características eléctricas	Baterías deben permitir al menos 2500 comprobaciones puntuales calculadas a 30 s por comprobación puntual, o al menos 21 horas de funcionamiento.
	Baterías pueden ser de un solo uso o recargables con un cargador externo de baterías de CA o mediante una conexión USB. Se prefieren las baterías recargables.
	Si es recargable, la operación debe ser posible mientras se carga
	El cargador, si se usa, debe tener protección contra sobretensiones y condiciones de línea de sobrecorriente, y debe estar certificado según IEC 60601-1
	Apagado automático
Portabilidad	Portátil
Accesorios	1 x estuche de transporte / almacenamiento
	2 x juegos de baterías de repuesto, si son de un solo uso (embalados por separado)
	1 x cordón de cuello para llevar
	1 x cubierta flexible de repuesto para contacto con los dedos del paciente (si es extraíble)
Garantía	2 años recomendados, al menos 1 año obligatorio

Cuadro 3. Oxímetro de pulso de mano: especificaciones técnicas

Requerimientos generales	SpO ₂ y monitor de frecuencia del pulso, con forma de onda de pletismografía, para adultos, niños y neonatos, para todas las pigmentaciones de la piel
	Se debe indicar el rango de peso para cada categoría de paciente
	Apto para detección en condiciones de baja perfusión
	Corrección automática de movimiento y artefactos de luz ambiental
	El diseño debe permitir su uso en entornos exigentes (por ejemplo, golpes, vibraciones)
	Capaz de trabajar con, y suministrado, sondas reutilizables para adultos, pediátricos y neonatales
	Apto para limpieza y desinfección
Características operacionales	Detección de SpO ₂ para incluir el rango: 70-99%
	Resolución de SpO ₂ : 1% o menos
	Precisión de SpO ₂ (en el rango de al menos 70-100%): dentro de $\pm 2\%$ en condiciones ideales de uso, y dentro de $\pm 3\%$ para todos los pacientes y condiciones de perfusión / movimiento
	Si el equipo es capaz de un rango de detección de SpO ₂ más amplio, se indicará la precisión sobre ese rango más amplio
	Detección de frecuencia de pulso para incluir el rango: 30-240 lpm.
	Resolución de la frecuencia del pulso: 1 lpm o menos.
	Precisión de frecuencia de pulso dentro de ± 3 lpm.
	Período de actualización de datos para datos válidos que se muestran ≤ 10 s.
	Almacenamiento interno de datos para tendencias de pacientes y registro de eventos (opcional)
	Interfaz de datos, adecuada para exportar datos a software externo (opcional)
	Función de apagado automático habilitado / deshabilitado, para permitir el uso de monitoreo continuo
Parámetros de visualización	% SpO ₂
	Frecuencia del pulso
	Forma de onda pletismográfica (y posiblemente otros indicadores de calidad de señal)
	Mensajes de alarma
	Indicación del estado de la batería

Alarmas	Visual y audible (preferido con control de volumen)
	SpO2 alto/bajo, umbral establecido por el usuario
	Frecuencia de pulso alta/baja, umbral establecido por el usuario
	Sensor apagado o falla del sensor
	Batería baja
	Anulación de alarma y opción de silenciamiento temporal
Características eléctricas	Funciona con una fuente de alimentación de batería reemplazable, ya sea recargable o de un solo uso. Se preferirán los dispositivos que funcionan con baterías recargables o ambos tipos de baterías
	Cargador de batería de CA externo o incorporado, si es recargable. Estilo de enchufe según suministro local
	Adecuado para el funcionamiento con batería y fuente de alimentación de red, si está conectado o recargando
	Cambio automático entre los modos de batería y alimentación de red, cuando se recarga o cuando falla la alimentación de red
	La pantalla mostrará qué fuente de energía está en uso
	Tiempo de funcionamiento con batería solo ≥ 12 horas
Portabilidad	Portátil, de mano
Accesorios	Estuche
	Para ser suministrado con sondas reutilizables, para adultos, pediátricos y neonatales (dependiendo del uso previsto), se recomiendan 2 o 3 sondas del tipo necesario, longitud del cable de la sonda (incluido el extensor si se suministra) >1 m
	El catálogo debe incluir varios tamaños, adecuados para todos los pacientes, de sondas de clip y envoltura (silicona, tejido, adhesivo y otro material o diseño)
Garantía	2 años recomendados, al menos 1 año obligatorio

Cuadro 4. Oxímetro de mesa: especificaciones técnicas

Requerimientos generales	Que permita el monitoreo continuo de SpO2, pulso y curva pletismográfica.
	Medición de SpO2 en rango de 70-99%
	Resolución de SpO2: 1% o menos
	Precisión de SpO2 de $\pm 2\%$ (dentro del rango 70-100% y bajo condiciones de uso ideal. Precisión de $\pm 3\%$ para todo tipo de pacientes y condiciones de perfusión sanguínea y movimientos
	Indicar si el equipo es capaz de detectar un mayor rango de SpO2
	Medición de pulso en el rango de 30-240 lpm
	Resolución del pulso: 1 lpm o menos
	Precisión del pulso dentro de ± 3 lpm
	Actualización de datos medidos ≤ 10 s
	Apto para detección en baja perfusión sanguínea (de acuerdo con ISO 80601-2-61)
	Debe contar con sistema automático de corrección de movimiento y luz ambiental (de acuerdo con ISO 80601-2-61).
	Para uso bajo condiciones exigentes (por ejemplo, vibraciones, crisis, etc.)

	Debe permitir el almacenamiento interno de datos y/o la descarga de datos. Opcional permitir análisis de tendencias y registro de eventos.
	De permitir funcionamiento con sondas reutilizables, para pacientes adultos, pediátricos y neonatales
	Encapsulado hermético con nivel de protección IPX2 o superior
	Apto para limpieza y desinfección con detergentes grado hospitalario
Parámetros de visualización	SpO2
	Pulso
	Calidad de señal
	Forma de onda pletismografía (opcional)
	Estado de la batería y del sistema
	La pantalla debe permitir una fácil visualización en todos los niveles de luz ambiental.
Alarmas	Visual y audible, de preferencia con control de volumen
	SpO2 alto/bajo
	Pulso alta/baja
	Sensor apagado o con falla
	Batería baja
	Incluir opción de anulación de alarma y silenciamiento temporal.
Portabilidad	Mesa
Características eléctricas	Funcionamiento con fuente de alimentación de línea eléctrica y con respaldo mediante baterías recargables.
	Debe contar con protección ante uso de descargas de desfibrilador y unidades electroquirúrgicas
	Con batería recargable integrada al equipo
	Debe permitir el cambio automático entre los modos de batería y alimentación de red, mientras está recargando o hay una falla eléctrica
	El display debe indicar la fuente de alimentación usada.
	Tiempo de funcionamiento con batería ≥ 6 horas
	Funcionamiento con corriente eléctrica: 100-240 V ~/50-60 Hz.
	Cable eléctrico y enchufe deben ser adecuados para el país en dónde se utilice el equipo.
	Longitud del cable eléctrico con $\geq 2,5$ m.
Garantía	2 años recomendados, al menos 1 año obligatorio.

Referencias

1. Wiersinga WJ, Rhodes A, Cheng AC, Peacock SJ, Prescott HC. Pathophysiology, Transmission, Diagnosis, and Treatment of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Review. JAMA [Internet]. 10 de

julio de 2020 [Accedido el 22 de julio de 2020]; Disponible en:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32648899>

2. Organización Mundial de la Salud. Pulse oximetry: training material [Internet]. Ginebra: OMS; 2011 [Accedido el 24 de julio de 2020]. Disponible en:
https://www.who.int/patientsafety/safesurgery/pulse_oximetry/tr_material/en/
3. Organización Mundial de la Salud. Clinical Management of COVID-19 [Internet]. Ginebra: OMS; 2020 [Accedido el 22 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/clinical-management-of-covid-19>
4. Luks AM, Swenson ER. Pulse Oximetry for Monitoring Patients with COVID-19 at Home: Potential Pitfalls and Practical Guidance. *Ann Am Thorac Soc*. 10 de junio de 2020;
5. Xie J, Tong Z, Guan X, Du B, Qiu H, Slutsky AS. Critical care crisis and some recommendations during the COVID-19 epidemic in China. *Intensive Care Med* [Internet]. 1 de mayo de 2020 [Accedido el 3 de julio de 2020];46(5):837-40. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05979-7>
6. Jouffroy R, Jost D, Prunet B. Prehospital pulse oximetry: a red flag for early detection of silent hypoxemia in COVID-19 patients. *Crit Care*. 8 de junio de 2020;24(1):313.
7. Gattinoni L, Coppola S, Cressoni M, Busana M, Rossi S, Chiumello D. COVID-19 Does Not Lead to a «Typical» Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 de mayo de 2020;201(10):1299-300.
8. Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P, Busana M, Romitti F, Brazzi L, et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? *Intensive Care Med*. 1 de junio de 2020;46(6):1099-102.
9. Wilkerson RG, Adler JD, Shah NG, Brown R. Silent hypoxia: A harbinger of clinical deterioration in patients with COVID-19. *Am J Emerg Med* [Internet]. 2020 [Accedido el 3 de julio de 2020]; Disponible en: </pmc/articles/PMC7243756/?report=abstract>
10. Tobin MJ, Laghi F, Jubran A. Why COVID-19 Silent Hypoxemia is Baffling to Physicians. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 15 de junio de 2020 [Accedido el 1 de julio de 2020]; Disponible en:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32539537>
11. Couzin-Frankel J. The mystery of the pandemic's 'happy hypoxia'. *Science* (80-) [Internet]. 1 de mayo de 2020 [Accedido el 23 de julio de 2020];368(6490):455-6. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32355007/>
12. Ottestad W, Seim M, Mæhlen JO. Covid-19 med stille hypoksemi. *Tidsskr den Nor Laegeforening* [Internet]. 21 de abril de 2020 [Accedido el 8 de julio de 2020];140(7). Disponible en:
[https://www.nakos.no/pluginfile.php/23843/mod_forum/attachment/6066/COVID-19 Prehospital.p](https://www.nakos.no/pluginfile.php/23843/mod_forum/attachment/6066/COVID-19%20Prehospital.p)
13. Teo J. Early Detection of Silent Hypoxia in Covid-19 Pneumonia Using Smartphone Pulse Oximetry. *J Med Syst* [Internet]. 19 de junio de 2020 [Accedido el 3 de julio de 2020];44(8):134. Disponible en:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32562006>
14. Hudson AJ, Benjamin J, Jardeleza T, Bergstrom C, Cronin W, Mendoza M, et al. Clinical interpretation of peripheral pulse oximeters labeled "not for medical use". *Ann Fam Med* [Internet]. 2018 [Accedido el 23 de julio de 2020];16(6):552-4. Disponible en: </pmc/articles/PMC6231944/?report=abstract>
15. Smith RN, Hofmeyr R. Perioperative comparison of the agreement between a portable fingertip pulse oximeter v. A conventional bedside pulse oximeter in adult patients (COMFORT trial). *South African Med J* [Internet]. 1 de marzo de 2019 [Accedido el 23 de julio de 2020];109(3):154-8. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30834870/>
16. Lipnick MS, Feiner JR, Au P, Bernstein M, Bickler PE. The Accuracy of 6 Inexpensive Pulse Oximeters Not Cleared by the Food and Drug Administration. *Anesth Analg* [Internet]. 1 de agosto de 2016 [Accedido el 23 de julio de 2020];123(2):338-45. Disponible en: <http://journals.lww.com/00000539-201608000-00009>

17. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health (CADTH). Pulse Oximetry Monitoring in Patients at Risk of Hypoxia: An Ultra-Rapid Review of Clinical Utility and Guidelines - CADTH Covid-19 Evidence Portal [Internet]. Ottawa: CADTH, 2020 [Accedido el 23 de julio de 2020]. Disponible en: <https://covid.cadth.ca/screening/pulse-oximetry-monitoring-in-patients-at-risk-of-hypoxia-an-ultra-rapid-review-of-clinical-utility-and-guidelines/>
18. Gokalp H, Clarke M. Analysis of daily oxygen saturation for detecting deterioration in the condition of COPD patients. En: Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.; 2015. p. 6840-3.
19. Kobayashi M, Fukuda S, Takano K, Kamizono J, Ichikawa K. Can a pulse oxygen saturation of 95% to 96% help predict further vital sign destabilization in school-aged children? *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 1 de junio de 2018 [Accedido el 28 de julio de 2020];97(25):e11135. Disponible en: <http://journals.lww.com/00005792-201806220-00046>
20. Kane B, Decalmer S, O'Driscoll BR. Emergency oxygen therapy: From guideline to implementation. *Breathe* [Internet]. 1 de junio de 2013 [Accedido el 28 de julio de 2020];9(4):247-54. Disponible en: <https://breathe.ersjournals.com/content/9/4/246>
21. O'driscoll BR. British Thoracic Society Guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Open Resp Res*. 2017;4:170.
22. Alwadi V, Sarin E, Kumar P, Saboth P, Khera A, Gupta S, et al. Measuring accuracy of plethysmography based respiratory rate measurement using pulse oximeter at a tertiary hospital in India. *Pneumonia* [Internet]. diciembre de 2020 [Accedido el 28 de julio de 2020];12(1). Disponible en: <https://pneumonia.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41479-020-00067-2>
23. Shah SA, Velardo C, Farmer A, Tarassenko L. Exacerbations in chronic obstructive pulmonary disease: Identification and prediction using a digital health system. *J Med Internet Res* [Internet]. 1 de marzo de 2017 [Accedido el 13 de julio de 2020];19(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28270380/>
24. Bonnevie T, Gravier FE, Elkins M, Dupuis J, Prieur G, Combret Y, et al. People undertaking pulmonary rehabilitation are willing and able to provide accurate data via a remote pulse oximetry system: a multicentre observational study. *J Physiother* [Internet]. 1 de enero de 2019 [Accedido el 13 de julio de 2020];65(1):28-36. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30573441/>
25. Tesfaye SH, Tesfaye SH, Tesfaye SH, Gebeyehu Y, Loha E, Loha E, et al. Pulse oximeter with integrated management of childhood illness for diagnosis of severe childhood pneumonia at rural health institutions in Southern Ethiopia: Results from a cluster-randomised controlled trial. *BMJ Open* [Internet]. 21 de junio de 2020 [Accedido el 27 de julio de 2020];10(6). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32565474/>
26. Organización Mundial de la Salud. Integrated Management of Childhood Illness (IMCI) [Internet]. Ginebra: OMS; 2017 [Accedido el 28 de julio de 2020]. Disponible en: http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/child/imci/en/
27. Organización Panamericana de la Salud. Atención inicial de personas con infección respiratoria aguda (IRA) en el contexto de la infección por coronavirus (COVID-19) en establecimientos de salud: evaluar el riesgo, aislar, referir. Recomendaciones provisionales, versión 1 (12 de abril de 2020) [Internet]. Washington, DC. ; 2020 [Accedido el 6 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52030>
28. Organización Panamericana de la Salud. Algoritmo de manejo de pacientes con sospecha de infección por COVID-19 en el primer nivel de atención y en zonas remotas de la región de las Américas, julio del 2020 [Internet]. Washington, DC. OPS; 2020 jul [Accedido el 30 de julio de 2020]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/52501>

29. Lauren M. Westafer DMM. Pulse Oximetry in Outpatients with COVID-19. NEJM J Watch [Internet]. 26 de junio de 2020 [Accedido el 13 de julio de 2020];2020. Disponible en: <https://www.jwatch.org/NA51896/2020/06/26/pulse-oximetry-outpatients-with-covid-19>
30. Shah S, Majmudar K, Stein A, Gupta N, Suppes S, Karamanis M, et al. Novel use of home pulse oximetry monitoring in COVID-19 patients discharged from the emergency department identifies need for hospitalization. Acad Emerg Med [Internet]. 17 de junio de 2020 [Accedido el 13 de julio de 2020];acem.14053. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/acem.14053>
31. COVID-19 rapid guideline: managing suspected or confirmed pneumonia in adults in the community [Internet]. 2020 [Accedido el 2 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.nice.org.uk/terms-and-conditions>
32. National Health Service (NHS) England. Pulse oximetry to detect early deterioration of patients with COVID-19 in primary and community care settings [Internet]. [Accedido el 2 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.england.nhs.uk/coronavirus/publication/pulse-oximetry-to-detect-early-deterioration-of-patients-with-covid-19-in-primary-and-community-care-settings/>
33. Londonwide - London Medical Committee. Guide to using pulse oximetry during Covid-19 pandemic [Internet]. London, UK; [Accedido el 24 de julio de 2020]. Disponible en: [https://www.lmc.org.uk/visageimages/Covid-19/Guide to using pulse oximeters during Covid-19 pandemic.pdf](https://www.lmc.org.uk/visageimages/Covid-19/Guide%20to%20using%20pulse%20oximeters%20during%20Covid-19%20pandemic.pdf)
34. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Outpatient management in adults - UpToDate [Internet]. [Accedido el 2 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/coronavirus-disease-2019-covid-19-outpatient-management-in-adults>
35. Responding to Coronavirus (COVID-19) in Nursing Homes | CDC [Internet]. [Accedido el 2 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/nursing-homes-responding.html>
36. McCollum ED, King C, Deula R, Zadutsa B, Mankhambo L, Nambiar B, et al. Pulse oximetry for children with pneumonia treated as outpatients in rural Malawi. Bull World Health Organ [Internet]. 1 de diciembre de 2016 [Accedido el 28 de julio de 2020];94(12):893-902. Disponible en: </pmc/articles/PMC5153930/?report=abstract>
37. Gifted Oximeters Help Those Infected With COVID-19 Monitor Their Recovery at Home. Internal Medicine [Internet]. [Accedido el 30 de junio de 2020]. Disponible en: <https://medicine.yale.edu/intmed/news-article/24711/>
38. Should You Really Have a Pulse Oximeter at Home? Yale Medicine [Internet]. [Accedido el 13 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.yalemedicine.org/stories/covid-pulse-oximeter/>
39. Minnesota Department of Health. Pulse Oximetry and COVID-19 INTERIM GUIDANCE [Internet]. [Accedido el 30 de junio de 2020]. Disponible en: www.health.state.mn.us
40. Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Manejo clínico de la COVID-19: orientaciones provisionales, 27 de mayo de 2020. 2020.
41. Organización Mundial de la Salud. Using the Pulse Oximeter [Internet]. Ginebra: OMS; 2011 [Accedido el 28 de julio de 2020]. Disponible en: https://www.who.int/patientsafety/safesurgery/pulse_oximetry/who_ps_pulse_oxymetry_tutorial2_advance_d_en.pdf?ua=1.
42. ECRI Institute. Pulse Oximetry: Factors to Consider When Choosing a Technology [Internet]. [Accedido el 24 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.ecri.org/search-results/member-preview/hdjournal/pages/pulse-oximetry-technology-purchasing-considerations>
43. Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. WHO-UNICEF technical specifications and guidance for oxygen therapy devices who medical device technical series [Internet]. 2019 [Accedido el 28 de julio de 2020]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329874/9789241516914-eng.pdf?ua=1>

44. Organización Mundial de la Salud. COVID-19 Technical specifications for procurement of oxygen therapy and monitoring devices. Ginebra: OMS, 2020. [Accedido el 28 de julio de 2020]. Disponible en: https://www.who.int/medical_devices/priority/Tech_Specs_O2_Therapy_monitoring_final_draft.pdf?ua=1
45. Food and Drug Administration (FDA). Appropriate Use of Voluntary Consensus Standards in Premarket Submissions for Medical Devices Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff [Internet]. Maryland, United States of America; 2007 [Accedido el 28 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.fda.gov/BiologicsBloodVaccines/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/Guid>

OPS/HSS/MT/COVID-19/20-0029

© **Organización Panamericana de la Salud, 2020**. Algunos derechos reservados. Esta obra está disponible en virtud de la licencia [CC BY-NC-SA 3.0 IGO](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/).