



TÍTULO

**CÓMO AFECTA EL EJERCICIO FÍSICO INTENSO A LA
FUNCIÓN RENAL. REVISIÓN SISTEMÁTICA**

AUTORA

Julia González Sánchez

	Esta edición electrónica ha sido realizada en 2024
Tutor	Dr. D. Juan Antonio Guerra de Hoyos
Instituciones	Universidad Internacional de Andalucía ; Universidad Pablo de Olavide
Curso	<i>Máster Oficial Interuniversitario en Actividad Física y Salud (2022/23)</i>
©	Alejandro Lara Bocanegra
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2023



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>



CÓMO AFECTA EL EJERCICIO FÍSICO INTENSO A LA FUNCIÓN RENAL. REVISIÓN SISTEMÁTICA.

Trabajo de Fin de Master presentado para optar al Título de Master Universitario en Actividad Física y Salud por **Julia González Sánchez**, siendo el tutor del mismo el **Dr. D. Juan Antonio Guerra de Hoyos**.

05-09-2023

Julia González Sánchez

MÁSTER OFICIAL INTERUNIVERSITARIO EN ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD
TRABAJO DE FIN DE MÁSTER CURSO ACADÉMICO 2022-2023

TÍTULO:

CÓMO AFECTA EL EJERCICIO FÍSICO INTENSO A LA FUNCIÓN RENAL. REVISIÓN SISTEMÁTICA.

AUTOR:

JULIA GONZÁLEZ SÁNCHEZ

TUTOR ACADEMICO:

Dr. D. JUAN ANTONIO GUERRA DE HOYOS

RESUMEN:

Desde tiempos antiguos, las civilizaciones han reconocido la importancia de la actividad física para mantener la salud y el bienestar, no obstante, con la evolución de la sociedad y los avatares de la moda, la percepción del ejercicio en el colectivo ha variado, y en la búsqueda de determinados estándares de medidas corporales, impulsados por las plataformas de redes sociales de alcanzar rápidamente resultados notorios y reconocimiento social a cualquier costo. En algunos casos los individuos terminan realizando ejercicios físicos intensos sin la preparación y guía adecuados, transformando algo que podría ser beneficioso en un problema de salud, aumentando el riesgo a una lesión renal aguda tras rhabdomiólisis.

PALABRAS CLAVE: Ejercicio físico intenso, rhabdomiólisis, lesión renal aguda, individuo sano.

ABSTRACT:

Since ancient times, civilizations have recognized the importance of physical activity to maintain health and well-being, however, with the evolution of society and the vicissitudes of fashion, the perception of exercise in the collective has varied, and in the pursuit of certain standards of body measurements, driven by social media platforms to quickly achieve noticeable results and social recognition at any cost. In some cases, individuals end up exposing themselves to performing intense physical exercises without adequate preparation and guidance, transforming something that could be beneficial into a health problem, increasing the risk of acute kidney injury for rhabdomyolysis.

KEYWORDS: Intense physical exercise, rhabdomyolysis, acute kidney injury.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	pág. 4
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	pág. 5
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	pág. 6
1.3. HIPÓTESIS	pág. 6
2. DISEÑO Y METOLOGÍA	pág. 7
2.1. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA	pág. 7
2.1.1. Búsqueda inicial	
2.1.2. Búsqueda sistemática	
2.2. CRITERIOS DE BÚSQUEDA	pág. 8
3. RESULTADOS	pág. 10
3.1. TÉCNICA DE ANALISIS	pág. 10
4. DISCUSIÓN	pág. 21
4.1. CRITERIOS PARA RABDOMIÓLISIS	pág. 21
4.1.1. Aumento de la creatinina quinasa (CK)	
4.1.2. Presencia de mioglobinuria	
4.1.3. Síntomas clínicos	
4.2. CRITERIOS PARA LA LESION RENAL AGUDA	pág. 22
4.2.1. Niveles de creatinina en sangre	
4.2.2. Criterio KDIGO	
4.2.3. Otras anomalías de laboratorio	
4.2.4. Duración de los síntomas	
5. LIMITACIONES	pág. 25
6. CONCLUSIÓN	pág. 26
7. BIBLIOGRAFÍA	pág. 27
8. ANEXO	pág. 29

1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos inmemoriales, el ejercicio ha sido reconocido como un pilar fundamental para el bienestar y la salud humana. Sus efectos positivos han sido relacionados con desarrollar músculo, perder peso, aumentar la energía y mejorar la salud en general. No obstante, detrás de estos beneficios puede estar escondida otra realidad.

En febrero de 2020, la sociedad castellonense fue sorprendida por la noticia del fallecimiento súbito de un joven deportista de 24 años mientras practicaba pádel, sin tener historial médico de patologías de base. En relación al hecho, el galeno Jesús Merino, declaró que “aunque no es algo habitual, pero sí ocasional” (1), ya que el exceso de actividad física puede desencadenar una alza significativa de la presión arterial, con la subsiguiente demanda de aporte de oxígeno y sangre, pudiéndose desencadenar una respuesta nociva al organismo, dado el estrés circulatorio al que se expone al desarrollar una práctica deportiva de alta intensidad (1).

Hoy en día, existe una tendencia marcada por la búsqueda constante de la imagen corporal ideal y el rápido reconocimiento social, de allí que la práctica del ejercicio físico intenso ha adquirido un nuevo matiz, haciendo que muchos se adentren en prácticas deportivas no controladas, corriendo maratones, o realizando competiciones de alto rendimiento sin conocimientos ni preparación previa, sobreentrenándose a niveles para los que no están aptos, convirtiéndose en un fenómeno que trasciende las fronteras de la salud y puede dar lugar a consecuencias potencialmente perjudiciales, como el del caso descrito.

Partiendo de lo anterior, cabe destacar que diversas investigaciones han arrojado luces sobre cómo el ejercicio intenso puede desencadenar la rabdomiólisis, un proceso metabólico degradativo en el que las células musculares son descompuestas liberando productos químicos de desecho al torrente sanguíneo, pudiendo en algunos casos desencadenar una respuesta inflamatoria que afecta los riñones y resultar en una lesión renal aguda (2).

Esta revisión explorará en profundidad la relación entre el ejercicio intenso, la rabdomiólisis y la lesión renal en individuos sanos, a partir de estudios y artículos científicos basados en evidencia, extraídos de las bases de datos Pubmed/Medline, Cochrane Library, Scopus, Scielo y el motor de búsqueda Google Scholar, abarcando literatura en inglés y español con antigüedad de 10 años, destacando la necesidad de promover una práctica segura y consciente del ejercicio, para

asegurar que sus beneficios sean alcanzados sin poner en riesgo la salud renal y general de aquellos que buscan un estilo de vida activo y saludable.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la antigua Grecia, la promoción del ejercicio estaba aunado con el ser saludable. Tanto Platón (427-347 a.C.) como Aristóteles (384 – 322 a.C), estaban convencidos que el ejercicio era necesario para preparar a las personas para la batalla, así como también para el desarrollo de la figura atractiva y robusta de personas sanas, y realzar su bienestar mental y moral (3). De igual forma, las culturas orientales desarrollaron disciplinas como el yoga y el tai chi, para que el ejercicio fuera constituido como una parte integral de diversas tradiciones culturales. De allí que para el ideario colectivo el ejercicio físico sea considerado como una forma de mantener el buen estado de salud, haciendo pensar que el ejercicio en cualquiera de sus formas siempre será beneficioso para el usuario.

En la actualidad existen numerosas formas de encontrar información sobre diferentes entrenamientos, dietas, prácticas deportivas, etc. La mayoría de ellas de fuentes poco fiables y sin aval científico, animando a las personas a que sin formación comienzan a realizar ejercicio físico sin control ni supervisión por parte de un experto, provocándole lesiones o patologías que pueden afectar seriamente su salud.

La lesión renal aguda (anteriormente conocida como insuficiencia renal aguda), es un trastorno grave que implica una repentina disminución en la función de filtración de los riñones.

Para Eichner, un entrenamiento intenso puede producir una sobrecarga de uno o un grupo muscular, que si se incrementa rápidamente en un corto periodo de tiempo puede ocasionar una rhabdomiólisis tanto en atletas que realizan ejercicios de alta intensidad o en personas que se exceden en actividades para las que no están adecuadamente adaptados, resumiéndolo en la frase “demasiado ejercicio, demasiado rápido, demasiado pronto y demasiado novedoso”(4). Esto aunado a una hidratación inadecuada, la falta de descanso adecuado y la realización de movimientos inusuales pueden aumentar el riesgo de sufrir una lesión renal, lo que constituye una urgencia de atención hospitalaria tratando en la medida de lo posible de revertir la situación. En base a lo anterior, para este trabajo de investigación se planteó la siguiente interrogante general: ¿El ejercicio intenso puede ocasionar en individuos sanos lesión renal aguda a partir de una rhabdomiólisis?

CRITERIOS	DEFINICIÓN
P articipantes o población	<i>Pacientes sanos mayores de 18 años de ambos sexos, con diagnóstico de lesión renal aguda posterior al el ejercicio intenso.</i>
I ntervención	<i>Se incluirán estudios que evalúen la aparición de rabdomiólisis en individuos sanos que se han sometido a actividad física intensa.</i>
C omparación	<i>No se requiere una comparación específica, en virtud que el enfoque está en la relación entre la intervención (ejercicio físico intenso) y los resultados (rabdomiólisis y lesión renal aguda) en individuos sanos.</i>
O utcomes (Resultados)	Resultados Primarios: <i>Presencia de rabdomiólisis conducente a lesión renal aguda posterior al desarrollo intenso en pacientes sanos.</i>

Tabla 1.1. Estrategia PICO. (Elaboración propia)

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo Principal

Realizar la revisión bibliográfica sistematizada para analizar la relación entre ejercicio físico intenso, rabdomiólisis y lesión renal aguda.

Objetivos Secundarios

- Evaluar la relación entre la realización de ejercicio intenso y la frecuencia aparición de la rabdomiólisis.
- Investigar la posible conexión entre la presencia de rabdomiólisis ocasionada por el ejercicio intenso y el desarrollo de lesión renal aguda.

1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Existe asociación directa entre la práctica de ejercicio intenso y el riesgo a desarrollar rabdomiolisis, lo cual a su vez podría aumentar la probabilidad de sufrir lesión renal aguda en individuos sanos.

2. DISEÑO Y METODOLOGÍA

En este trabajo se realizó una revisión sistemática de la literatura científica publicada en el transcurso de la década 2013 – 2023 en referencia a la práctica del ejercicio intenso como desencadenante de rhabdomiólisis y la subsiguiente producción de una lesión renal aguda, en individuos que no reportaban enfermedades previas.

Para su desarrollo se emplearán los lineamientos establecidos por la declaración Prisma, el cual permitirá su correcta realización en sus diferentes fases.

2.1. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA

2.1.1. Búsqueda Inicial

Originariamente, se enfocó la búsqueda electrónica en literatura orientada en la medicina interna y medicina del deporte, en cuanto a la aparición de rhabdomiólisis posterior a la práctica de ejercicio intenso y el posible desencadenamiento de lesión renal aguda, en individuos que no poseían una enfermedad predisponente antes del hallazgo. Dicha revisión se realizó entre mediados de enero y finales de febrero de 2023 en las bases de datos Pubmed/Medline, Cochrane Library, SCOPUS, Scielo y el motor de búsqueda Google Scholar, llegando a identificarse 1430 artículos contentivos de las palabras clave del tema de estudio, algunos de ellos se encontraban repetidos, o resultaron poco relevantes para la revisión.

Posteriormente, se complementó con el empleo y combinación de términos MeSH y términos libres pertinentes en inglés y español: Intense physical exercise; High-intensive exercise; Renal function; Kidney function; Rhabdomyolysis; Acute kidney injure, y Renal Injure; Healthy individuals y Healthy subjects, con sus respectivas combinaciones con los booleanos (AND y/u OR).

2.1.2. Búsqueda sistemática

Con la finalidad de acrisolar la información obtenida se diseñó la búsqueda sistemática, la cual se realizó nuevamente entre el 3 de marzo y 18 de mayo del año en curso, igualmente en

PubMed/MEDLINE, Cochrane Library, SCOPUS, Scielo y Google Scholar, limitándose a las publicaciones realizadas desde enero 2013 hasta julio 2023, y la combinación de términos con mejores resultados en los buscadores fueron:

((Exercise OR Intense physical exercise) AND (Acute kidney injury OR Acute renal failure OR Rhabdomyolysis) AND (Healthy individuals OR Healthy subjects)).

Obteniéndose en total 466 registros: 45 resultados en PubMed/MEDLINE, 10 en Cochrane Library, 6 en Scopus, 7 en Scielo y 398 en Google Scholar.

Antes de proceder a la selección de artículos, se definieron los criterios de inclusión y exclusión.

2.2. CRITERIOS DE BÚSQUEDA

Fueron admitidos como *criterios de inclusión* aquellos artículos realizados por investigadores y especialistas en el área de interés, y la validez de dichas fuentes bibliográficas reconocidas a nivel mundial por instituciones clínicas y hospitalarias. Así como aquellos disponibles de forma gratuita a texto completo en formato online en las bases de datos (*Free Full Text*) través de la biblioteca virtual consultada o aquellos que aun siendo pagos se tuviese acceso a ellos por suscripción on line al ente que lo publica.

Como *criterios de exclusión* fueron descartados todos aquellos artículos científicos cuya lectura de títulos y resúmenes su objetivo no fuese determinar la rabdomiólisis y lesión renal aguda posterior al ejercicio intenso; aquellos en los que la rabdomiólisis y lesión renal aguda posterior al ejercicio intenso estuvieran vinculados con individuos con alguna comorbilidad o enfermedad predisponente; todos los que aun y cuando abarcaban lesiones renales, no hacían mención a la rabdomiólisis; aquellos en los que asociaban la rabdomiólisis a otras causas; aquellos cuyo objeto de estudio fueran animales ó individuos menores de 18 años; aquellos que superaran los 10 años de publicación; que estuviesen en idiomas diferentes al español e inglés, y que estuviesen duplicados en las diferentes bases de datos utilizadas Según estos criterios, se consideraron adecuados 84 artículos.

Finalmente, se realizó una revisión detallada del resumen de estos artículos, desechándose: 18 que aunque se centraban en la aparición de rabdomiólisis posterior al ejercicio intenso, y su asociación a lesión renal aguda, correspondían a presentaciones de casos clínicos de forma

individual y aislada. 20 solo registraban los resúmenes; 10 no vinculaban la rabdomiólisis con la lesión renal aguda, 5 ya no se encontraban disponibles, 1 que se trataba de un estudio ex vivo, 8 eran propuestas y protocolos de tratamiento, más no presentaban resultados; 4 eran repositorios de conferencias; 5 explicaban la fisiopatología de la rabdomiólisis, 2 no tenían libre acceso, 1 era reseña comentada de otro artículo, y 2 mostraban mensaje de advertencia de sitio no seguro, por lo que se abortó el proceso de esa búsqueda.

Finalmente, se trabajó sobre 8 artículos que cumplieron los criterios de inclusión y se seleccionaron para llevar a cabo la revisión sistemática. Todos ellos señalaban la presencia de rabdomiólisis por esfuerzo y su asociación a lesión renal aguda en individuos sanos, y poseían una calidad razonable.

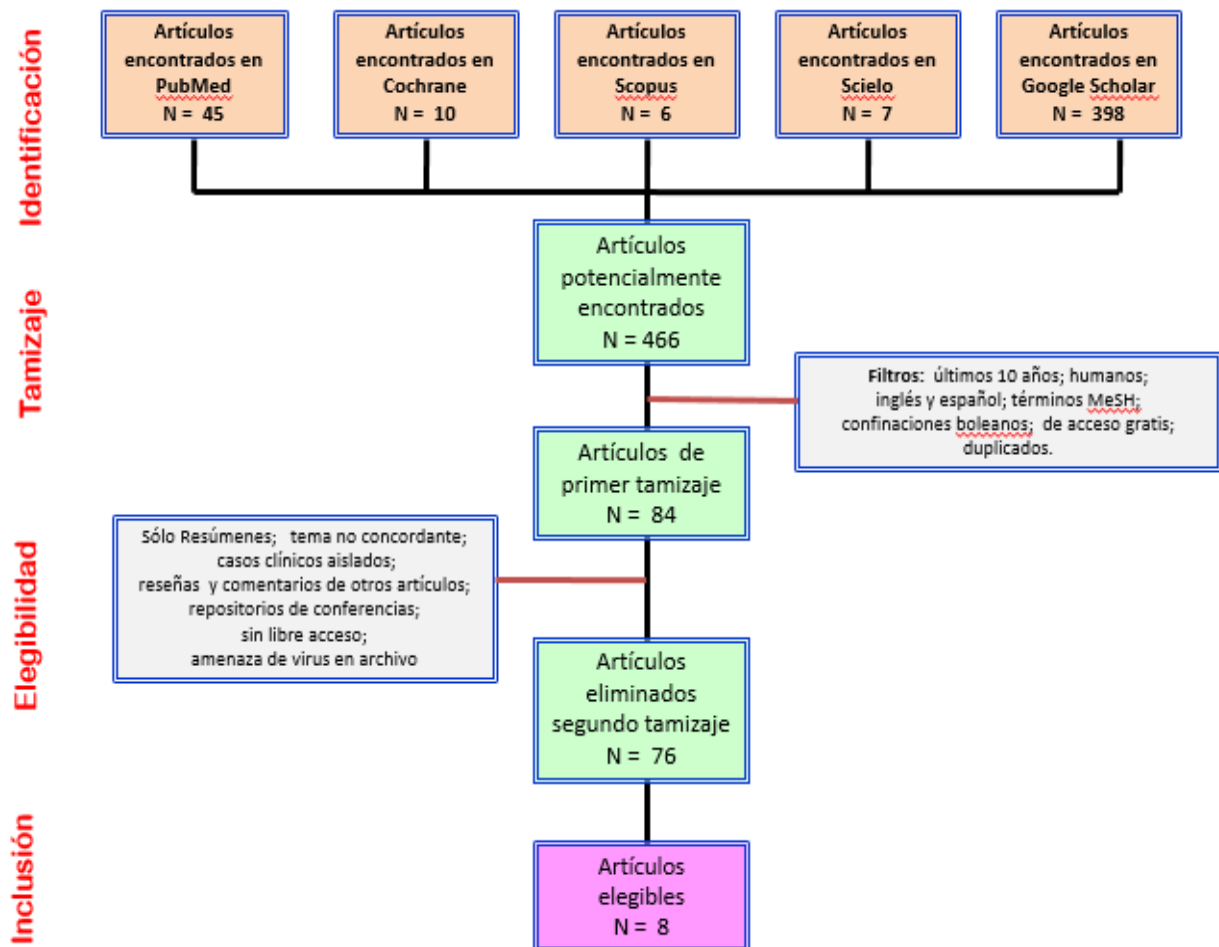


Figura 2.1. Guía prisma para los resultados de la búsqueda (Elaboración Propia)

3. RESULTADOS

El presente trabajo de fin de máster representa el resultado de un esfuerzo sostenido y meticuloso en el ámbito de la salud, con el propósito de abordar de manera exhaustiva y analítica el desafío planteado por la lesión aguda de riñón en el deporte intenso. A lo largo de este proceso de investigación, se ha llevado a cabo una rigurosa recopilación de datos, se han aplicado metodologías específicas con el fin de obtener una comprensión más profunda y precisa del tema en cuestión, y se han realizado análisis detallados que arrojan luz sobre aspectos críticos sobre cómo la rabdomiólisis puede afectar a la función renal. Estos resultados no solo constituyen un avance significativo en la comprensión del tema, sino que también ofrecen valiosas perspectivas que pueden contribuir al conocimiento existente en la medicina del deporte.

En el siguiente apartado, se presentarán con detalle los hallazgos alcanzados a lo largo de este trabajo, proporcionando una visión holística de los resultados y su impacto potencial en la comunidad académica y profesional interesada en ello.

3.1. TÉCNICA DE ANÁLISIS

Para la técnica de análisis y una mejor recogida de la información de los artículos seleccionados, se construyó una tabla con el resumen de los artículos científicos seleccionados indicando autor, país, año, población, muestra, intervenciones, resultados de los mismos y las conclusiones a las que han llegado.

Todos fueron sometidos a una evaluación crítica utilizando los niveles de evidencia y grados de recomendación de SING (Anexo).

Autor, País, Año	Población y Muestra	Intervenciones	Resultados	Conclusiones	Nivel Evidencia
Lim SYW, Chong CJ, Liu Z, Kan JYL (5) Singapur 2023	93 Pacientes	Se realizó una revisión de todos los pacientes adultos ingresados en el Hospital General de Singapur desde el 1 de marzo de 2021 al 31 de marzo de 2022, por Rbdomiólisis por esfuerzo inducida por spinning (SER) y nivel elevado de creatina quinasa (CK)	Edad media fue de 28,6±5,6 años, 66 (71,0%) del sexo femenino. 81 (87,1%) pacientes practicaban spinning por primera vez. Todos los pacientes presentaron dolor muscular, 68 (73,1%) orina oscura, 16 (17,2%) hinchazón muscular y 14 (15,1%) debilidad muscular. Hubo 80 (86,0%) pacientes con CK al ingreso >20.000 U/L. La creatinina media al ingreso fue de 59,6±15,6 µmol/L. Solo 1 (1,1%) paciente presentó lesión renal aguda, la cual resolvió al día siguiente con hidratación intravenosa.	El manejo hospitalario del SER incluye investigaciones de laboratorio, analgesia e hidratación. El riesgo de complicaciones es bajo en pacientes SER. Los pacientes SER sin factores de riesgo de complicaciones pueden ser considerados para tratamiento hospitalario domiciliario con reposo en cama, hidratación intensa y revisión ambulatoria temprana.	2+ + B

Tabla 3.1. Resumen de artículos revisados lesión renal aguda a partir de una rabdomiólisis posterior al ejercicio intenso en individuos sanos. (Elaboración Propia)

Autor, País, Año	Población y Muestra	Intervenciones	Resultados	Conclusiones	Nivel Evidencia
Tidmas V, Brazier J, Bottoms L, Muniz D, Desai T, Hawkins J, et al. (6) Reino Unido 2022 ... Continuación	445 Ultraatletas	22 Artículos 17 cohortes observacionales prospectivos. 3 series de casos retrospectivos 2 informes de casos individuales	445 Ultraatletas resultaron con criterios de IRA de riesgo. 281 con criterios de IRA por lesión. 1 caso de necrosis tubular aguda.	El consumo de AINE entre los atletas de ultra resistencia es preocupante y se necesita más investigación para identificar el impacto longitudinal sobre la salud renal del ultraatleta. Los atletas de ultra resistencia también tienen un mayor riesgo de desarrollar múltiples patologías diferentes e interrelacionadas, como ER.	2 + + B

Autor, País, Año	Población y Muestra	Intervenciones	Resultados	Conclusiones	Nivel Evidencia
		<p>Insuficiencia Renal Aguda (IRA)</p> <p>Rabdomiólisis por Esfuerzo (RE)</p>	<p>Se informaron otras afecciones junto con la disfunción renal, incluidos 43 casos RE en seis estudios, 30 ocurrieron junto con el diagnóstico de IRA.</p> <p>En tres estudios se informaron 21 casos (HAE), 7 ocurrieron.</p>	<p>HAE y manifestaciones gastrointestinales, todas las cuales tienen el potencial de aumentar el riesgo de desarrollar IRA.</p>	
		<p>Hiponatremia Asociada al Ejercicio (HAE)</p>	<p>Junto con el diagnóstico de IRA, mientras que otros 8 ocurrieron simultáneamente con ER y IRA</p>	<p>La hidratación y la alimentación parecen desempeñar un papel en el desarrollo de múltiples patologías, así como de la IRA, por lo que los planes nutricionales y de hidratación individualizados son clave para la salud del deportista.</p>	

... Continuación

Autor, País, Año	Población y Muestra	Intervenciones	Resultados	Conclusiones	Nivel Evidencia
Poussel M, Touzé C, Allado E, Frimat L, Hily O, Thilly N, et al. (7) Francia 2020	24 Individuos voluntarios mayores de 20 años, sin enfermedad crónica de salud y sin tratamiento farmacológico	Estudio observacional prospectivo en el que participaron 224 corredores en el de ultra-trail francés “Infernal-trail”, durante su edición 2017	No observamos una disminución significativa en la filtración glomerular, tras una carrera de ultramaratón de 120 km en clima templado en sujetos sin uso estricto de AINE durante el evento y adecuadamente hidratados. La prevalencia de lesión renal aguda se encontró de 0 al 4,2% dependiendo de la metodología aplicada para calcular el FG.	El estudio demostró una muy baja prevalencia de IRA y no hay evidencia de que las carreras de ultraresistencia puedan causar daño renal importante en sujetos adecuadamente hidratados sin el uso de AINE. Es necesario aclarar si el aumento de los biomarcadores urinarios de daño renal después de una carrera refleja una lesión renal estructural o una simple adaptación metabólica del ejercicio extenuante.	2 + D

... Continuación

Autor, País, Año	Población y Muestra	Intervenciones	Resultados	Conclusiones	Nivel Evidencia
Rojas-Valverde D, Sánchez-Ureña B, Crowe J, Timón R, Olcina GJ. (8) Costa Rica 2020	345 Pacientes	43 estudios	<p>De un total de 813 casos (edad media: 31,6 años).</p> <p>Las mujeres participaron en un total de 13 (30,2%) de los 43 estudios. 345 casos (43,5%) presentaron ER después del ejercicio (CK > 5000 UI/L), y 130 (16,4%) reportaron ER + IRA (creatinina \geq 1,88 mg/dL).</p> <p>Del total de casos de RE + IRA, el 96,92% fueron corredores de ultraresistencia.</p> <p>Se informaron niveles elevados de lesión muscular y renal inmediatamente después de los eventos de resistencia, pero después de 5,86 días estos niveles regresaron a los valores iniciales.</p>	<p>Hubo inconsistencias entre los estudios en los criterios de diagnóstico de RE e IRA, lo que representó una dificultad en la interpretación de los datos.</p> <p>Existe una falta de conocimiento sobre el potencial de que las RE y la IRA repetidas predispongan a la ERC a largo plazo. Se necesitan marcadores más precisos para el diagnóstico de IRA subclínica y funcional en el análisis de la salud renal después de eventos de resistencia. ER y AKI son problemas clínicos graves con una morbilidad significativa.</p>	2 ++ B

... Continuación

Autor, País, Año	Población y Muestra	Intervenciones	Resultados	Conclusiones	Nivel Evidencia
Hopkins BS, Li D, Svet M, Kesavabhotla K, Dahdaleh NS (9) Australia 2019	11 Paciente	Estudio de cohorte retrospectivo	De 523 pacientes que sufrieron lesiones asociadas práctica de CrossFit, 11 pacientes que acudieron a urgencias fueron diagnosticados con rabdomiólisis (2,1%). La edad promedio de los pacientes con rabdomiólisis fue de 34,9 años, siendo el 81,9% de los pacientes hombres, y el nivel de experiencia promedio fue de principiante (54,5%). El síntoma de presentación más común fue la orina oscura (90,9%), seguido del dolor en las extremidades superiores (54,5%). El 81,8% de los pacientes	La participación en CrossFit plantea riesgos importantes para los participantes incluida la rabdomiólisis inducida por el ejercicio. Más estudios son necesario para crear conciencia sobre este tema y cuantificar aún más factores de riesgo que pueden promover lesiones durante la participación.	2++ B

... Continuación

			<p>acudieron inicialmente al departamento de urgencias con valores promedio de CK en más de 1000 IU/L, permaneciendo por el límite superior durante la estadía en el hospital.</p> <p>También presentaron otras anomalías de laboratorio asociadas con daño renal, anomalías de laboratorio asociadas con daño renal, como niveles de potasio, generalmente en el extremo superior de lo normal con un promedio de 4,28 mmol/L.</p> <p>La duración promedio de los síntomas fue de 2,9 días para el 81,8% de los pacientes que acudieron al servicio de urgencias.</p>		
--	--	--	--	--	--

... Continuación

Autor, País, Año	Población y Muestra	Intervenciones	Resultados	Conclusiones	Nivel Evidencia
<p>Spada TC, Silva JMRD, Francisco LS, Marçal LJ, Antonangelo L, Zanetta DMT, et al. (10)</p> <p>Brasil 2018</p>	<p>58 voluntarios sanos (edad media 24 años, 50% mujeres)</p>	<p>Muestras de sangre y orina en tres momentos diferentes: antes de la sesión HIIRT (línea de base) y luego a las 2 y 24 horas después de la sesión HIIRT.</p>	<p>CR10P para el dolor tuvo un aumento significativo a las 2 y 24 horas después del entrenamiento, y la Creatinina Kinasa aumentó significativamente a las 2 horas y aumentó aún más a las 24 horas.</p> <p>La mioglobina aumentó significativamente a las 2 horas y permaneció elevada a las 24 horas. La Creatinina sérica aumentó después significativamente a las 24 horas sólo en los hombres. Tres hombres cumplieron los criterios diagnósticos de KDIGO para lesión renal aguda. Los</p>	<p>Una única sesión de HIIRT es capaz de producir daño muscular y renal, lo que se evidencia en la presencia de cifras elevadas tempranas y significativas de CK, mioglobina, microalbuminuria, y SCr y biomarcadores urinarios indicativos de lesión tubular renal.</p>	<p>2 + + B</p>

... Continuación

Autor, País, Año	Población y Muestra	Intervenciones	Resultados	Conclusiones	Nivel Evidencia
			<p>biomarcadores de lesión renal urinaria aumentaron significativamente a las 2 horas y regresaron a los valores iniciales 24 horas después del HIIRT.</p>		
<p>Marcalain P, Altube AJ, Ayuso M, Fuks V, Gallardo MF, Marino C, et al. (11) Argentina 2016</p>		<p>Análisis retrospectivo de casos con rabdomiolisis por spinning spinning que fueron internados en áreas clínicas de 2 hospitales en Bahía Blanca entre junio 2014 y enero 2016</p>	<p>Valores de CPK al ingreso al hospital varió desde 4.676 hasta 90.960 UI/l, con valor máximo de 117.000 UI/l durante la hospitalización. También se observó elevación de las enzimas musculares (TGO, TGP y LDH), y fueron descartadas otras causas de su aumento. A pesar de la presencia de mioglobinuria en 7 pacientes, ninguno de ellos presentó alteración aguda de la función</p>	<p>La LRA es la complicación más frecuente de la rabdomiólisis y se debe principalmente a la toxicidad del pigmento hemo sobre el riñón. La prevención de la rabdomiólisis por spinning se centra en realizar entrenamientos físicos progresivos, sobre todo cuando se trata de ejercicios nuevos</p>	<p>2 ++ C</p>

... Continuación

Autor, País, Año	Población y Muestra	Intervenciones	Resultados	Conclusiones	Nivel Evidencia
Oh RC, Arter JL, Tiglao SM, Larson SL (12) Hawaii 2015	30 Pacientes ingresados Hosp. Tripler Army Medical Center	Base de datos de pacientes ingresados en Tripler para rabdomiólisis (código ICD-9 728.88) Desde el 1 de enero de 2010 hasta el 31 de diciembre de 2012 de la base de datos de la Herramienta de informes y análisis de gestión del sistema de salud militar. Se excluyeron los pacientes con rabdomiólisis asociada con insolación o enfermedad por calor por esfuerzo.	La estancia media fue de 3,6 días (rango: 1-8 días). La duración de la estancia hospitalaria se correlacionó significativamente con los niveles máximos de creatina quinasa (CK). La CK media al ingreso fue de 61.391 U/L (rango 697-233.180 U/L). La CK media al alta fue de 23.865 U/L con un amplio rango (1.410-94.665 U/L). Seis casos (20%) tenían evidencia de lesión renal aguda, pero la mayoría tenía creatinina sérica (Cr) <1,7 mg/dL.	Los niveles máximos de CK más altos predijeron una estancia hospitalaria más prolongada. Una Cr sérica más alta se correlacionó significativamente con niveles más bajos de CK. No parecía haber ningún umbral de CK para el ingreso o el alta; sin embargo, todos los pacientes, excepto uno, fueron dados de alta después de que la CK disminuyó.	2 + C

... Continuación

4. DISCUSIÓN

La actividad física intensa, especialmente durante largos períodos de tiempo o en condiciones extremas, puede afectar varios sistemas del cuerpo, incluido el sistema renal.

Este ejercicio conlleva a la pérdida de líquidos a través de la sudoración, disminuyendo el flujo sanguíneo renal pudiendo comprometer su función de filtrado. Adicionalmente, durante el ejercicio intenso, los músculos liberan productos de desecho como creatinina y urea, que se filtran y excretan a través de los riñones. El aumento de la excreción de estos productos de desecho puede ejercer más presión sobre los riñones, especialmente si la tensión es muy intensa o prolongada.

La rabdomiólisis es una entidad fisiopatológica en la que las células musculares se descomponen y liberan productos celulares en la sangre, lo cual puede ocurrir durante una situación un ejercicio muy intenso o una lesión y puede afectar negativamente la función renal. Los productos excretados como la mioglobina pueden dañar los riñones si se acumulan en exceso, en consecuencia se manifiesta con signos como dolor muscular excesivo y orina oscura, pudiéndose desencadenar una lesión renal aguda (LRA), también conocida como Insuficiencia Renal Aguda (IRA).

Cabe destacar que aunque el cambio de terminología fue propuesta en 2005 por el grupo AKIN, al considerar que su alcance era más amplio en cuanto a los fenómenos que se producen durante la IRA, y no solo centrándose en el daño renal subsiguiente a la eliminación de los desechos metabólicos (13), a efectos de los artículos considerados en esta revisión, pareciera ser utilizados indistintamente como sinónimos.

4.1. CRITERIOS PARA RABDOMIÓLISIS

4.1.1. Aumento de la creatinina quinasa (CK)

En varios estudios, se considera que la rabdomiólisis está presente cuando los niveles de CK en suero superan un cierto umbral. Por ejemplo, en uno de los estudios se menciona un valor de CK > 5000 UI/L como indicativo de ejercicio inducido por rabdomiólisis.

4.1.2. Presencia de mioglobinuria

Algunos estudios señalan la presencia de mioglobinuria (mioglobina en la orina) como un indicador de rhabdomiólisis.

4.1.3. Síntomas clínicos

Los síntomas típicos de la rhabdomiólisis incluyen orina oscura, dolor muscular, hinchazón muscular y debilidad muscular.

4.2. CRITERIOS PARA LA LESION RENAL AGUDA

4.2.1. Niveles de creatinina en sangre

La mayoría de los estudios utilizan niveles de creatinina en sangre para diagnosticar la IRA. Por ejemplo, se menciona un valor de creatinina $\geq 1,88$ mg/dL como indicativo de IRA en uno de los estudios.

4.2.2. Criterio KDIGO

En uno de los estudios, se menciona que tres hombres cumplieron con los criterios diagnósticos de KDIGO para lesión renal aguda. Los criterios KDIGO son un conjunto de criterios clínicos para el diagnóstico de la IRA.

4.2.3. Otras anomalías de laboratorio

Algunos estudios también informan sobre otras anomalías de laboratorio asociadas con la IRA, como niveles anormales de K^+ en sangre.

4.2.4. Duración de los síntomas

En uno de los estudios, se menciona que la duración promedio de los síntomas de los pacientes con IRA fue de 2,9 días.

Debe tenerse en consideración que tales criterios pueden variar entre los estudios considerados para esta investigación, lo que pudiese generar variabilidad en los resultados e interpretación.

Dado que el daño renal por rhabdomiólisis es un proceso multifactorial que implica diversos factores que contribuyen a la lesión de las células musculares y, posteriormente, al daño en los riñones, como: traumatismo muscular, isquemia, temperaturas extremas, uso de sustancias, desordenes metabólicos, desbalance electroquímico y ejercicio intenso, se tuvo especial cuidado en sólo enfocarse en aquellos estudios en los que el factor ejercicio fuera el hilo conductor, no obstante, con Tidmas, et. al. (6) se hizo una excepción, en virtud de la relevancia de los resultados del estudio planteado.

Es menester aclarar, no es condición sinequanom que todos los individuos experimentarán daño renal por rhabdomiólisis, ya que la gravedad y la aparición de la lesión pueden variar según la susceptibilidad genética, la cantidad de tejido muscular afectado y la prontitud con la que sea tratada su aparición, por cuanto el tratamiento adecuado y temprano de la rhabdomiólisis es de capital importancia prevenir y minimizar el daño renal ocasionado y sus futuras complicaciones.

Rojas-Valverde D et al. revisó múltiples casos de rhabdomiólisis por esfuerzo (RE) en atletas de resistencia, donde un (16.4%) de los casos desarrolló IRA. No obstante aclara que dada la inconsistencia de criterios para diagnóstico de RE e IRA en los diferentes estudios, dificulta la interpretación de los datos y subraya la necesidad de estandarización en este sentido (8).

Hopkins BS et al., asocia la aparición de rhabdomiólisis con práctica de CrossFit, donde los síntomas comunes incluyeron orina oscura y dolor en las extremidades superiores con valores promedio de CK en más de 1000 IU/L, lo que a su vez aumentaba la estadía hospitalaria (9). Igual que Rojas –Valverde, destaca la necesidad de realizar más estudios para crear conciencia sobre este tema y cuantificar los factores de riesgo que pueden promover lesiones durante la participación prácticas de ejercicios de alto desempeño (8,9).

Spada TC et al., destaca los efectos nocivos para el riñón que puede acarrear de una única sesión de High-Intensity Interval Resistance Training (HIIRT) en voluntarios sanos, lo cual fue demostrable por los aumentos significativos en los biomarcadores de daño muscular y renal la creatina quinasa (CK) y la creatinina sérica (sCR). A pesar de no mencionar la rhabdomiólisis, esto aunado con criterios KDIGO para lesión renal aguda positivos de diagnóstico en 3 de los

individuos estudiado, resalta que el ejercicio intenso de resistencia puede tener un impacto significativo en la salud muscular y renal (10).

Para Marcalain P et al., la presencia de mioglobulinuria en algunos pacientes, no fue determinante para variación de la función renal ni cambios electrolíticos significativos, aun y cuando en pacientes con rabdomiólisis por 1 sola sesión de práctica de spinning cursaron con valores elevados de creatina quinasa (CK) junto con otras anomalías de laboratorio asociadas con daño renal. De lo que se infiere que la rabdomiólisis por spinning puede tener diferentes manifestaciones clínicas y que la prevención se centra en un entrenamiento progresivo y una hidratación adecuada (11).

Oh RC et al., encontró que los niveles máximos de CK eran consistente con la presencia de rabdomiólisis, y además, un nivel elevado de CK era indicativo para una estadía hospitalaria más prolongada, no obstante, aunque algunos pacientes tenían evidencia de lesión renal aguda (IRA), la mayoría tenía creatinina sérica (sCr) dentro de los rangos normales, de allí que la CK pareciera ser un marcador más sensible para la rabdomiólisis, por lo que considera que el monitoreo de los niveles de CK en RE puede ayudar a prevenir complicaciones graves (12).

Lim SYW et al., contrastó resultados de pacientes que experimentaron rabdomiólisis por esfuerzo inducida por spinning (SER) y niveles elevados de creatina quinasa (CK). Y a pesar de que los pacientes afectados presentan dolor muscular, solamente uno progresó hasta IRA, por lo que el riesgo es mínimo y no existe relación con factores de riesgo adicionales (14).

Marcalain P et al., Hopkins BS et al. y Lim SYW et al. subrayan que la rabdomiólisis y la lesión renal aguda pueden ser consecuencias graves del ejercicio extenuante, resistencia de alta intensidad y eventos de ultra resistencia. La prevención, la identificación temprana y la gestión adecuada de estas afecciones son esenciales para mantener la salud muscular y renal en individuos físicamente activos (9,11,14). Además, se necesita una estandarización en los criterios de diagnóstico para facilitar la interpretación de los datos y la investigación futura.

Tidmas V et al., centrado en atletas de ultra resistencia encontró que la prevalencia de riesgo de IRA puede rondar el 63.1% y coincidían con el uso de Antiinflamatorios No Esteroides (AINES) (6).

5. LIMITACIONES

Aun y cuando, los estudios presentados y analizados proporcionan información valiosa sobre la relación entre el ejercicio intenso, la rhabdomiólisis y la lesión renal aguda, es importante considerar la necesidad de realizar investigaciones adicionales y estudios más exhaustivos para obtener una comprensión más completa de esta relación.

Dado lo específico de los criterios de búsqueda, no fue posible ubicar literatura actualizada y extensa sobre el tema de estudio, a partir de los datos e información proporcionados en los estudios individuales y la revisión global de la investigación.

Los estudios incluidos en la revisión son diversos en términos de diseño, población de estudio, criterios de diagnóstico y métodos de medición, lo que puede dificultar la comparación y la síntesis de los resultados.

Algunos estudios pueden haber seleccionado a participantes específicos o poblaciones de manera sesgada, lo que podría influir en la generalización de los hallazgos.

La dificultad para el diagnóstico preciso de la rhabdomiólisis y la lesión renal aguda debido a la falta de criterios uniformes en algunos estudios y la variabilidad en la presentación clínica.

Algunos estudios tienen un tamaño de muestra relativamente pequeño, lo que limita la capacidad para detectar asociaciones significativas y generalizar los resultados a poblaciones más amplias.

La intensidad y duración de la jornada de ejercicio intenso pueden variar ampliamente entre individuos, lo que hace que sea difícil establecer un umbral claro de riesgo.

Los resultados de estos estudios pueden no ser aplicables a todas las poblaciones, ya que están centrados básicamente en atletas de resistencia, ultraatletas, y personas que practican ejercicios específicos como CrossFit y spinning.

6. CONCLUSIONES

La presente revisión bibliográfica sistemática sobre el ejercicio físico intenso, la rabdomiólisis y la lesión renal aguda en individuos sanos, arroja luces esclarecedoras sobre los riesgos y la necesidad de una comprensión más profunda de esta relación.

Los estudios analizados abordaron diferentes contextos en los que la rabdomiólisis por esfuerzo y la lesión renal aguda pueden ocurrir en el individuo sano, incluyendo eventos de ultra resistencia, CrossFit y ejercicios de alta intensidad, lo cual determina que tales episodios no son exclusivos de una sola forma de actividad física extenuante.

La prevalencia de lesión renal aguda en individuos con rabdomiólisis por esfuerzo varió ampliamente entre los estudios, de lo cual se infiere que la incidencia puede depender de los factores que interactúen, como la intensidad, duración del ejercicio y/o la preparación previa.

La falta de estandarización en los criterios de diagnóstico de rabdomiólisis y lesión renal aguda representa un desafío para investigaciones futuras, en aras de establecer criterios claros, homogéneos y determinantes.

Todos los estudios hacen hincapié en la importancia de la gestión y prevención de estas afecciones a través de medidas como la hidratación adecuada, el monitoreo de biomarcadores y la concienciación de los actores involucrados sobre los riesgos subyacentes. Así como también sobre los riesgos de participar en ejercicios físicos intensos sin una preparación adecuada, particularmente en la actual dinámica y vertiginosa, era de las redes sociales en la búsqueda de resultados rápidos.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. ELMUNDO [Internet]. 2020 [citado 4 de mayo de 2023]. Muerte súbita con 24 años: cuando lo ocasional vira hacia lo habitual. Disponible en: <https://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/castellon/2020/02/13/5e450dd1fc6c83ef098b4655.html>
2. Rodríguez E, Soler MJ, Rap O, Barrios C, Orfila MA, Pascual J. Risk Factors for Acute Kidney Injury in Severe Rhabdomyolysis. PLOS ONE. 18 de diciembre de 2013;8(12):e82992.
3. Romero FG. Deporte y educación en la Grecia clásica = Sport and education in Classical Greece. *Materiales para la Historia del Deporte*. 12 de febrero de 2015;0(0):17-36.
4. Eichner ER. Rhabdo redux: «Don't know much about history». *Curr Sports Med Rep*. julio de 2011;10(4):174-5.
5. Admin A. Clinical outcomes of hospitalised individuals with spin-induced exertional rhabdomyolysis - *Annals Singapore* [Internet]. 2023 [citado 28 de marzo de 2023]. Disponible en: <https://annals.edu.sg/clinical-outcomes-of-hospitalised-individuals-with-spin-induced-exertional-rhabdomyolysis/>
6. Tidmas V, Brazier J, Bottoms L, Muniz D, Desai T, Hawkins J, et al. Ultra-Endurance Participation and Acute Kidney Injury: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. enero de 2022;19(24):16887.
7. Poussel M, Touzé C, Allado E, Frimat L, Hily O, Thilly N, et al. Ultramarathon and Renal Function: Does Exercise-Induced Acute Kidney Injury Really Exist in Common Conditions? *Frontiers in Sports and Active Living* [Internet]. 2020 [citado 30 de marzo de 2023];1. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2019.00071>
8. Rojas-Valverde D, Sánchez-Ureña B, Crowe J, Timón R, Olcina GJ. Exertional rhabdomyolysis and acute kidney injury in endurance sports: A systematic review. *European Journal of Sport Science*. 1 de febrero de 2021;21(2):261-74.
9. Hopkins BS, Li D, Svet M, Kesavabhotla K, Dahdaleh NS. CrossFit and rhabdomyolysis: A case series of 11 patients presenting at a single academic institution. *J Sci Med Sport*. julio de 2019;22(7):758-62.

10. Spada TC, Silva JMRD, Francisco LS, Marçal LJ, Antonangelo L, Zanetta DMT, et al. High intensity resistance training causes muscle damage and increases biomarkers of acute kidney injury in healthy individuals. PLoS One. 2018;13(11):e0205791.
11. Marcalain P, Altube AJ, Ayuso M, Fuks V, Gallardo MF, Marino C, et al. Rabdomiólisis asociada a spinning. Presentación de doce casos. Rev Asoc Med Bahía Blanca. 2016;4-8.
12. Oh RC, Arter JL, Tiglao SM, Larson SL. Exertional rhabdomyolysis: a case series of 30 hospitalized patients. Mil Med. febrero de 2015;180(2):201-7.
13. Granado RCD. Lesión renal aguda; ya no más insuficiencia renal aguda. 2008;3.
14. Sherman Yun Wei L, Jiamin Chong C, Zhenghong L, Yin Li Kan J. Clinical outcomes of hospitalised individuals with spin-induced exertional rhabdomyolysis - Annals Singapore. 27 de julio de 2023;52(7):356-63.
15. Niveles de evidencia y grados de recomendación [Internet]. GuíaSalud. 2019 [citado 16 de mayo 2023]. Disponible en: <https://portal.guiasalud.es/egpc/lupus-niveles/>

8. ANEXO

Niveles de evidencia científica	
1++	Meta-análisis (MA), de alta calidad, revisiones sistemáticas (RS) de ensayos clínicos o ensayos clínicos de alta calidad con muy poco riesgo de sesgo.
1+	MA bien realizados, RS de ensayos clínicos o ensayos clínicos bien realizados con poco riesgo de sesgos.
1-	MA, RS de ensayos clínicos o ensayos clínicos con alto riesgo de sesgos.
2++	RS de alta calidad de estudios de cohortes o de casos y controles. Estudios de cohortes o de casos y controles con riesgo muy bajo de sesgo y con alta probabilidad de establecer una relación causal.
2+	Estudios de cohortes o de casos y controles bien realizados con bajo riesgo de sesgo y con una moderada probabilidad de establecer una relación causal.
2-	Estudios de cohortes o de casos y controles con alto riesgo de sesgo y riesgo significativo de que la relación no sea causal.
3	Estudios no analíticos, como informes de casos y series de casos.
4	Opinión de expertos.
Grados de recomendación	
A	Al menos un MA, RS o ensayo clínico clasificado como 1++ y directamente aplicable a la población diana de la guía; o un volumen de evidencia científica compuesto por estudios clasificados como 1+ y con gran consistencia entre ellos.
B	Un volumen de evidencia científica compuesta por estudios clasificados como 2++, directamente aplicable a la población diana de la guía y que demuestren gran consistencia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 1++ o 1+.
C	Un volumen de evidencia científica compuesta por estudios clasificados como 2+ directamente aplicables a la población diana de la guía y que demuestren gran consistencia entre ellos; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 2++.
D	Evidencia científica de nivel 3 o 4; o evidencia científica extrapolada desde estudios clasificados como 2+.

Tabla 7.1. Niveles de evidencia y grados de recomendación de SING (Scottish Intercollegiate Guidelines Network) (15)

Fuente: Biblioteca de guías de práctica clínica del Sistema Nacional de Salud.