



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD LEÓN

TEMA: EFECTO DEL EJERCICIO AERÓBICO POSTERIOR
A UNA CONMOCIÓN CEREBRAL EN ATLETAS
ADOLESCENTES. REVISIÓN SISTEMÁTICA

FORMA DE TITULACIÓN: DIPLOMADO DE ACTUALIZACIÓN
PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN FISIOTERAPIA

P R E S E N T A:
ISRAEL GIOVANNI GÓMEZ ARRONA

TUTOR:

DR. MAURICIO ALBERTO RAVELO IZQUIERDO

ASESOR:

MTRA. LAURA NATALIA CASAS CASTILLO



ENES UNAM
UNIDAD LEÓN

León, Guanajuato 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A la máxima casa de estudios la Universidad Nacional Autónoma de México; por brindarme la oportunidad de estudiar la carrera de fisioterapia en una de las mejores universidades de latinoamericana.

A la escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León; por brindarme los mejores años de estudio y por ser durante 4 años mi segundo hogar.

Al programa Becarios UNAM por el apoyo económico recibido mediante las becas de Manutención que durante mi formación académica fueron un apoyo para solventar mis gastos.

Especial agradecimiento al Dr. Mauricio Alberto Ravelo Izquierdo por ser partícipe de este trabajo de investigación y por todas las enseñanzas, consejos y sobre todo por el apoyo y la confianza que me brindó durante mi carrera universitaria no sólo como alumno sino también como deportista.

Al igual especial agradecimiento a la maestra Laura Natalia Casas por la paciencia, el tiempo, la dedicación y por todo el apoyo que me brindó en la realización de este trabajo de investigación.

A mis profesores de licenciatura por todas las enseñanzas, la dedicación, la paciencia y el conocimiento que me brindaron para ayudarme a formar como profesional.

Al LFT Luis Francisco León Barrera por permitirme ser partícipe de la selección de fútbol varonil de la ENES León y sobre todo por todas las enseñanzas brindadas durante mi estancia de servicio social en COMUDE León.

Un reconocimiento especial y con mucho cariño a mis Irmaos; al Dr pollo, Dr Chabelito, Dr DiCaprio y al Dr Hachita que se convirtieron en algo más que mis amigos, gracias por todas las experiencias, aventuras (partidos, retas de ping pong y de futbolito entre otras cosas) por las enseñanzas y consejos que me han brindado, pero sobre todo gracias por su apoyo incondicional.

Agradecimiento con cariño a Liz, por brindarme siempre su apoyo, cariño y por impulsarme a ser mejor cada día, gracias por estar ahí en gran parte de mi carrera universitaria y de mi vida.

A mis amigos 8/8; Fa, Key, Alexia, Idivani, Pao, Pollo y Wicho, por adoptarme y apoyarme en todo momento. A mis primeros amigos los ansiosos; Capo, Mildred, Perry, Carlitos y Erick, gracias por todos los buenos momentos.

A cada uno de ustedes muchas gracias por todo.

DEDICATORIA

A mis papás las dos personas más importantes en mi vida y que me han formado y me han ayudado a ser la persona que soy hoy en día, los cuales han estado en todo momento para mi apoyándome de todas las formas posibles, sin ellos no hubiera sido posible llegar hasta aquí. Gracias, papá por todo el apoyo, por las enseñanzas, los consejos y por estar ahí para mí siempre. A ti mamá que siempre has estado ahí para escucharme, para guiarme y ser ese apoyo, a los dos muchas gracias por estar ahí para mí siempre que los necesitaba.

A mi hermana y cuata Lechoncito Rivera, Gia este logro también va para ti, gracias por aguantarme y siempre escucharme y sobre todo por toda la ayuda que me has brindado, por ser mi paciente y mi modelo de prácticas, gracias por siempre estar ahí para mí, por ser mi cómplice y mi apoyo en todo momento.

También va dedicado a todas las personas que han sido parte de mi vida y de mi formación como persona y como profesional, a familiares, maestros y amigos e irmaos.

Este logro va dedicado con mucho cariño y esfuerzo para ustedes, ya que no hubiera sido posible realizarlo sin su apoyo.

INDICE

RESUMEN	5
SUMMARY	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Definición de conmoción cerebral.....	10
2.2 Lesión subconvulsiva o sub-conmoción cerebral.....	10
2.3 Signos y síntomas de la conmoción cerebral	11
2.4 Complicaciones potenciales de las conmociones cerebrales relacionadas con el deporte....	11
2.5 Diagnóstico de una conmoción cerebral.....	13
2.6 Mecanismos lesión de la conmoción cerebral en los deportes en riesgo	15
2.7 Fisiopatología de la conmoción cerebral	15
2.8 Prácticas actuales sobre el manejo de las conmociones cerebrales	17
2.9 Protocolo de retorno gradual al juego.....	20
2.10 Entrenamiento aeróbico	21
2.10.1 Frecuencia, intensidad y duración del ejercicio	23
3. JUSTIFICACIÓN	25
4. OBJETIVOS	27
4.1 Pregunta de investigación.....	27
4.2 Objetivo general	27
4.3 Objetivos específicos	27
5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
6. RESULTADOS.....	33
6.1 Selección de estudios	33
6.2 Características de los estudios y tabla de resultados	34
6.3 Evaluación de la calidad metodológica.....	40
6.4 Resultados de los estudios individuales	41
6.5 Síntesis de los artículos	44
7. DISCUSIÓN	46
8. CONCLUSIÓN	48
9. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	48
10. SUGERENCIAS PARA FUTUROS ESTUDIOS.....	49
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	53

RESUMEN

Antecedentes: El tratamiento de la conmoción cerebral ha cambiado completamente en los últimos años, investigaciones recientes han revelado los beneficios de realizar actividad física con un nivel de intensidad de leve a moderado después de una conmoción cerebral. La investigación de la rehabilitación con ejercicio aeróbico durante las fases agudas y subagudas después de la conmoción cerebral han representado un cambio importante en el manejo de las conmociones cerebrales en atletas, ya que se ha encontrado factible y seguro realizar el ejercicio aeróbico de intensidad ligera a moderada dentro de estas fases de recuperación. Además, se ha encontrado que realizar ejercicio aeróbico en estas etapas es más benéfico que retrasar el inicio del ejercicio y recomendar descanso.

Objetivo: Identificar el efecto del ejercicio aeróbico en la recuperación de un atleta que ha sufrido una conmoción cerebral.

Metodología: Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Science Direct, Medline y Web of Science, con las palabras claves (sport related-concussion", "aerobic exercise", rehabilitation, "young athletes" and physiotherapy.) Se incluyeron estudios publicados entre el año 2016 al 2023, que estudiaron el efecto del ejercicio aeróbico en el manejo de la conmoción cerebral relacionada con el deporte.

Resultados: Se identificaron 800 artículos, de los cuales se seleccionaron 9 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión para esta revisión sistemática. Los resultados generales favorecieron el ejercicio aeróbico para los síntomas de recuperación tanto agudos como prolongados, como lo demuestra una disminución en la gravedad de los síntomas y un mejor tiempo de recuperación.

Conclusión: Los resultados obtenidos de esta revisión sistemática muestran que actualmente existe evidencia que respalda el efecto del ejercicio aeróbico en la fase de recuperación de los atletas adolescentes después de una conmoción cerebral relacionada con el deporte. La evidencia sugiere que el ejercicio aeróbico puede conducir a una recuperación más rápida y un regreso óptimo al deporte en comparación lo abordajes tradicionales en donde el tratamiento es el descanso físico y cognitivo. Además de que el ejercicio aeróbico reduce el riesgo de presentar síntomas posconmocionales persistentes.

Keywords:

sport related concussion", "aerobic exercise", rehabilitation, "young athletes" and physiotherapy

SUMMARY

Background: Concussion treatment has completely changed in recent years. Recent research has revealed the benefits of engaging in mild to moderate physical activity after a concussion. The investigation of aerobic exercise rehabilitation during the acute and subacute phases after concussion has represented an important change in the management of concussions in athletes, as it has been found feasible and safe to perform light-intensity aerobic exercise at moderate within these recovery phases. In addition, it has been found that performing aerobic exercise in these stages is more beneficial than delaying the start of exercise and recommending rest.

Objective: To identify the effect of aerobic exercise on the recovery of an athlete who has suffered a concussion.

Methodology: A search was carried out in the databases PubMed, Science Direct, Medline and Web of Science, with the key words (sport related-concussion", "aerobic exercise", rehabilitation, "young athletes" and physiotherapy.) studies published between 2016 and 2023, which studied the effect of aerobic exercise on the management of sports-related concussion.

Results: 800 articles were identified, of which 9 articles that met the inclusion criteria for this systematic review were selected. Overall results favored aerobic exercise for both acute and prolonged recovery symptoms, as demonstrated by a decrease in symptom severity and improved recovery time.

Conclusion: The results obtained from this systematic review show that there is currently evidence supporting the effect of aerobic exercise on the recovery phase of adolescent athletes after a sports-related concussion. Evidence suggests that aerobic exercise can lead to faster recovery and optimal return to sport compared to traditional approaches where the treatment is physical and cognitive rest. In addition, aerobic exercise reduces the risk of persistent post-concussive symptoms (PPCS).

Keywords:

sport related concussion", "aerobic exercise", rehabilitation, "young athletes" and physiotherapy

1. INTRODUCCIÓN

La conmoción cerebral es un problema de salud de consideración en el ámbito deportivo y mayor en atletas adolescentes ya que tienen una tasa de conmociones cerebrales relacionadas con el deporte (SRC) muy significativa, de acuerdo con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés), casi 330,000 adolescentes de menos de 19 años, fueron tratados en los departamentos de emergencia por conmociones cerebrales y lesiones cerebrales traumáticas relacionadas con el deporte y la recreación en 2012.(1)

La conmoción cerebral relacionada con el deporte (SRC) es una lesión cerebral traumática que se asocia con síntomas físicos, cognitivos y emocionales, debido a que se producen cambios neuropatológicos y metabólicos en el cerebro. (2) Los signos y síntomas que siguen a una conmoción cerebral pueden variar considerablemente y en la mayoría de las veces aparecen poco después de la lesión. (3) El abordaje de las conmociones cerebrales puede llegar a ser muy complejo por la heterogeneidad de los signos y síntomas, por lo que cada deportista requiere de una intervención y manejo diferente y basada en su tolerancia a las actividades y su funcionalidad. (4)

El descanso ha sido durante mucho tiempo un pilar del tratamiento de la conmoción cerebral debido al miedo a la exacerbación de los síntomas, el retraso en la recuperación y/o la nueva lesión cerebral con esfuerzo temprano después de la conmoción cerebral. Sin embargo, numerosos estudios han demostrado los efectos benéficos del ejercicio sobre la función cerebral y según las recomendaciones basadas en el consenso publicadas en 2017 recomiendan que la fisioterapia es segura antes de la resolución completa de los síntomas (1). El ejercicio y la terapia cérvico-vestibular son algunas de las herramientas que se utilizan en fisioterapia para el abordaje de las conmociones cerebrales, y se ha observado que estas intervenciones favorecen a una recuperación más completa y rápida de los atletas adolescentes. (4).

El ejercicio aeróbico en medicina y en fisioterapia, está empezando a explorarse como una intervención estándar en la prevención y en el manejo de enfermedades sistémicas. Ya que se ha demostrado que reduce el riesgo de diabetes tipo II, cáncer, hipertensión, obesidad, depresión y osteoporosis. (3)

Aunque los beneficios fisiológicos del ejercicio aeróbico son bien conocidos, se debe considerar que el ejercicio por debajo de una “dosis” mínima puede no producir ningún beneficio ya que existe una relación dosis-respuesta entre los beneficios del ejercicio aeróbico y la cantidad de ejercicio realizado, es decir el ejercicio aeróbico debe proporcionar un estímulo suficiente para evocar adaptaciones positivas en el deportista. (5)

El ejercicio aeróbico regular es benéfico para la actividad cerebral y la evidencia reciente sugiere que los niveles moderados de actividad física o ejercicio aeróbico subumbral prescrito no retrasan la

recuperación en los atletas después de SRC y, de hecho, pueden acelerar la recuperación en aquellos con síntomas postconmoción persistentes (PPCS). Sin embargo, un ejercicio de intensidad elevada puede producir síntomas posteriores a los de la conmoción cerebral en pacientes con conmoción cerebral y retrasar la recuperación. (6) Por lo tanto, el ejercicio debe tener en cuenta los tres pilares de una prescripción del ejercicio: duración, frecuencia e intensidad, así como también la modalidad del ejercicio utilizada, la sensación del deportista y la progresión. (3)

Actualmente, los protocolos de tratamiento para mejorar los resultados y reducir la carga de síntomas no están bien establecidos y se basan en la opinión de los expertos en lugar de estudios con evidencia científica (2). Por lo tanto, es muy importante explorar intervenciones basadas en evidencia para la rehabilitación posterior a una conmoción cerebral relacionada con el deporte (SRC), esta revisión sistemática se enfocó en identificar el efecto del ejercicio aeróbico en los atletas que han sufrido de una conmoción cerebral y observar qué tan favorable es en la recuperación del atleta. (5).

2. MARCO TEÓRICO

Los beneficios reconocidos de la actividad física han dado como resultado una mayor participación de los adolescentes en deportes competitivos. En las últimas décadas ha aumentado considerablemente la participación en deportes y actividades relacionadas con los deportes por parte de la población adolescente y juvenil, lo que ha causado el desarrollo de un mayor número de programas para jóvenes de género indistinto. Al mismo tiempo como resultado de esta tendencia de mayor participación deportiva en los adolescentes, los informes de conmociones cerebrales también han aumentado. (7)

La causa más común de conmoción cerebral en la población joven (15-24 años) se produce por un evento traumático relacionado con el deporte. De los cuarenta y cuatro millones de adolescentes que participan en actividades deportivas, alrededor de 3.8 millones sufren de una conmoción cerebral relacionada con el deporte cada año. Los atletas adolescentes son una población que tiene mayor riesgo de sufrir una conmoción cerebral que la población de adultos, siendo las atletas femeninas quienes tienen una mayor incidencia de conmoción cerebral en comparación con los atletas masculinos. Además de que se ha observado que la población de atletas adolescentes puede requerir un periodo de tiempo más largo para su recuperación, así como aquellos atletas que han tenido una conmoción cerebral previa. (8)

Este tipo de eventos traumáticos pueden ocurrir en cualquier deporte, sin embargo, algunos deportes conllevan un riesgo más alto que otros, en particular aquellos en que los golpes frecuentes a la cabeza o al cuerpo son parte de la estrategia competitiva. (8) A pesar de las mejoras y el uso más consciente del equipo de protección con la intención de prevenir y disminuir la incidencia de este tipo de eventos, cada año se producen un gran número de conmociones cerebrales. (7) En la tabla 1 se muestran los deportes con mayor riesgo de lesiones en la cabeza y la protección que utilizan.

Deporte	Equipo de protección	Deporte	Equipo de protección
1. Fútbol americano	Casco	8. Rugby	Casco
2. Beisbol y sófbol	Casco (cuando batean)	9. Hockey	Casco
3. Fútbol	Sin protección	10. Gimnasia, porra y danza	Sin protección
4. Ciclismo	Casco	11. Deportes acuáticos	Sin protección
5. Baloncesto	Sin protección	12. Lacrosse	
6. Deportes de combate (box, taekwondo, karate, artes marciales mixtas)	Sin protección (taekwondo, utiliza careta)	13. Deportes invernales (snowboarding)	Casco
7. Skateboarding	Casco	14. Voleibol	Sin protección

Elaboración propia. Datos obtenidos de un estudio de la Asociación Estadounidense de Cirujanos Neurológicos (AANS) sobre lesiones en la cabeza relacionadas con deportes tratadas en el servicio de emergencia de hospitales en los Estados Unidos en 2009 (<http://www.aans.org/patient%20information/conditions%20and%20tratamientos/%20head%20injury.aspx> relacionados con el deporte).

Tabla 1. Deportes con mayor riesgo de lesiones en la cabeza que requieren atención o evaluación de emergencia hospitalaria.

2.1 Definición de conmoción cerebral

El término conmoción cerebral se origina del latín *concussio* o *concutere*, que significa “atacar juntos” o “sacudir violentamente”. Este término de conmoción cerebral se ha utilizado generalmente para referirse al espectro de la lesión cerebral traumática (TBI) sin embargo, la nomenclatura de la conmoción cerebral también incluye lesiones cerebrales traumáticas leves, síntomas posteriores a la conmoción cerebral, síndrome posterior a la conmoción cerebral y lesión subconcusiva. (9)

La conmoción cerebral relacionada con el deporte (SRC, por sus siglas en inglés) es definida en la más reciente declaración del consenso del Grupo de Conmociones Cerebrales en el Deporte (CISG, por sus siglas en inglés) como un síndrome clínico de signos y síntomas, causados por una fuerza biomecánica directa o indirecta que actúa sobre el cerebro que provoca alteraciones funcionales transitorias en la fisiología cerebral sin daño estructural observable y que ocurrió durante un evento deportivo. Esto generalmente ocurre en ausencia de una patología intracraneal, aunque actualmente mediante estudios de imagen más avanzados se sugiere que se pueden detectar cambios microestructurales. (2,10)

La disfunción cerebral subyacente en este síndrome se presenta a través de síntomas clínicos o deficiencias neurológicas que son medidas a través de escalas y test que evalúan el comportamiento y los sistemas motores y vestíbulo-oculares. Estos síntomas pueden ir desapareciendo con el tiempo sin dejar secuelas, sin embargo, estos pueden persistir en ocasiones y causar secuelas en algunos pacientes. (10)

2.2 Lesión subconcusiva o sub-conmoción cerebral

Este es un término que se ha estado utilizando recientemente y si bien no existe aún una definición universalmente aceptada para este tipo de lesión, la construcción teórica en la que se basan para definirla es que es una lesión fisiológica microestructural inducida por una fuerza biomecánica de impacto menor, que daña la función de las células cerebrales pero que no llega a manifestar síntomas ni signos clínicos en el individuo. (11)

Lo que, generado una preocupación predominante en los ámbitos deportivos, debido a que existe la posibilidad de sufrir múltiples subconcusivas en un mismo evento deportivo lo que genera un aumento en el riesgo de sufrir una conmoción cerebral o a largo plazo un deterioro neurocognitivo a temprana edad. Además, se ha logrado identificar que la fuerza sobre el cerebro para causar una conmoción es de entre 2 y 4 veces mayor que una sub-conmoción, sin embargo, las sub-conmociones en deportes de contacto llegan a ser más frecuentes. (11)

2.3 Signos y síntomas de la conmoción cerebral

Los signos y síntomas de una conmoción cerebral pueden variar considerablemente y algunas veces aparecen poco después de la lesión. (12) En la mayoría de los casos los síntomas disminuyen rápidamente durante las primeras dos semanas; sin embargo, el 10-30% de los adolescentes pueden tardar más en recuperarse. Los síntomas que persisten durante más de un mes en adolescentes ahora se denominan síntomas posconmocionales persistentes (PPCS). (13) Después de una conmoción cerebral, estos síntomas pueden ser desencadenados o aumentados por el esfuerzo cognitivo o físico que puede conducir a la intolerancia al ejercicio aeróbico. (14)

Dentro de los factores neurofisiológicos que explican estos síntomas, así como el efecto del esfuerzo físico sobre ellos es probable que estén involucradas lesiones funcionales y microestructurales en el tejido neural que provocan una alteración en la función del sistema nervioso autónomo y un flujo sanguíneo cerebral deteriorado. En la tabla 2 se muestran y enumeran los posibles signos y síntomas que pueden presentar los atletas después de una conmoción cerebral. Si un atleta muestra uno o más de estos signos y síntomas se debe de plantear la posibilidad de que haya sufrido una conmoción cerebral (9).

Dominio	Signos y síntomas
<i>Físicos</i>	Cefalea, cervicalgia, náuseas, vómitos, problemas del equilibrio, vértigo, trastornos visuales, fatiga, fotofobia, sonofobia y/o adormecimiento de una parte del cuerpo.
<i>Cognitivos</i>	Sensación de aturdimiento, dificultad para concentrarse y problemas de memoria, respuesta lenta a preguntas y/o repetición de preguntas.
<i>Emocionales</i>	Irritabilidad, tristeza, cambios bruscos en el estado de ánimo.
<i>Sueño</i>	Tendencia al sueño, dificultad para dormir.

Tabla 2. Posibles signos y síntomas asociados a una conmoción cerebral. (elaboración propia)

2.4 Complicaciones potenciales de las conmociones cerebrales relacionadas con el deporte

La mayoría de los atletas que sufren de una conmoción cerebral relacionada con el deporte se recuperan sin problemas aproximadamente dentro de los 12 (+- 2 días) de la lesión, sin embargo, los atletas pueden llegar a presentar una serie de complicaciones las cuales se mencionan en la tabla 3. Estas complicaciones han sido relacionadas a varios factores, dentro de los que destacan el retorno prematuro al juego (puede ocasionar una segunda conmoción), la edad, el sexo y el estado de salud del atleta y actualmente se ha sugerido que los factores genéticos tienen un papel muy importante, sin embargo, los factores de riesgo de complicaciones o resultados adversos después de una conmoción cerebral en el deporte siguen sin estar claros. (10)

Complicaciones	Detalles
<i>Menor rendimiento deportivo y mayor riesgo de lesiones al volver al juego</i>	Volver al juego después de una conmoción cerebral con deficiencias cognitivas o del equilibrio no resueltas, puede resultar en un desempeño deficiente o predisponer al individuo a un mayor riesgo de lesión, incluida la conmoción cerebral repetida
<i>Síndrome del segundo impacto</i>	Es una complicación que se produce cuando un atleta sufre una segunda conmoción dentro del periodo sintomático por una conmoción cerebral previa. La fisiopatología puede implicar una autorregulación cerebral alterada, provocando una alteración vascular cerebral que puede progresar a edema cerebral difuso.
<i>Síntomas prolongados</i>	Son los síntomas que persisten durante más de 1 mes en adolescentes. El 5-10% de los atletas con conmoción cerebral tardan más de 10 días en recuperarse y <1% tiene un «síndrome posconmoción cerebral» verdadero (es decir, síntomas que duran >3 meses). (9,14).
<i>Problemas de salud mental</i>	La exposición a conmociones cerebrales repetitivas en los deportes se ha asociado a provocar un mayor riesgo de síntomas de angustia, depresión, demencia, trastornos del sueño y abuso/dependencia de sustancias. (7)
<i>Deterioro cognitivo progresivo</i>	Es un deterioro neurocognitivo y conductual demostrable y medido a través de estudios de imagen, herramientas neuropsicológicas y pruebas que es asociado a traumas repetitivos. La encefalopatía traumática crónica (CTE) es considerada una enfermedad neurodegenerativa progresiva asociada a traumas cerebrales repetitivos y antiguamente era conocida como demencia pugilística. (10)
<i>Síndrome posterior a la conmoción cerebral</i>	El síndrome post-conmoción cerebral se ha descrito como una entidad clínica con presencia de síntomas neurológicos persistentes (dolor de cabeza, mareos, deterioro de la memoria, irritabilidad, problemas de atención/concentración, depresión, ansiedad) que tienen una duración variable (más de 3 meses hasta 12 meses o más) después de una conmoción cerebral. (22) Alrededor del 10 al 15 % de las personas experimentan síntomas persistentes después de 1 año. (6) El manejo inadecuado o la desatención de la conmoción cerebral y subconmoción cerebral puede poner al atleta en un alto riesgo de desarrollar síntomas postconmoción persistentes (15).

Tabla 3. *Complicaciones asociadas con conmociones cerebrales (elaboración propia)*

2.5 Diagnóstico de una conmoción cerebral

El realizar un diagnóstico de una conmoción cerebral es un tema que, de suma importancia, sin embargo, no siempre se realiza un diagnóstico acertado de las conmociones cerebrales, esto debido a que los síntomas y signos clínicos pueden cambiar y/o evolucionar rápidamente, además la mayoría de estos signos y síntomas no son específicos de la conmoción cerebral y llegan a presentarse de manera diferente en cada atleta. Otro de los motivos por el cual es muy difícil establecer un diagnóstico es que no existe aún una prueba o una escala confiable que permita obtener un diagnóstico objetivo. Por lo tanto, el diagnóstico de la conmoción cerebral sigue siendo una decisión clínica basada en la evaluación de una variedad de dominios, incluidos los signos y síntomas mencionados en la tabla 1. (7)

Las herramientas clave que debe de incluir una evaluación para un diagnóstico de una conmoción cerebral son:

1. Una evaluación médica: esta evaluación debe de comprender:

Historial completo que incluya el mecanismo de lesión, los síntomas iniciales, el historial previo de lesiones (centrándose en los traumatismos craneoencefálicos) y los modificadores de la conmoción (como cefaleas preexistentes o dificultad para aprender).

Exploraciones neurológicas; neuropsicológicas; vestíbulo-oculares y de la columna cervical.

2. Análisis del estado clínico del paciente:

Es un análisis clínico del atleta que incluya si existe una mejoría o un empeoramiento desde el momento de la lesión. En este análisis se observan si hay una disminución de los síntomas o un aumento, así como la percepción que tienen los padres, los entrenadores o el personal médico del estado de salud del atleta. (2)

3. Uso de herramientas de evaluación de conmociones cerebrales

En la actualidad existe una serie de herramientas de evaluación de conmociones cerebrales en el mercado utilizadas en medicina deportiva. Una de las tendencias más importantes que se utilizan en el ámbito deportivo son las evaluaciones basales (antes de una lesión) similares a las evaluaciones que se utilizan en los periodos agudos y subagudos luego de la conmoción cerebral, estas proporcionan al personal médico medidas de referencia previas a la lesión y generalmente son realizadas en las fases de pretemporada donde se les realizan exámenes médicos a todos los atletas. (9)

El uso de pruebas basales comparativas resulta una herramienta fundamental en el diagnóstico temprano de conmociones cerebrales, ya que cambios mínimos son suficientes para tomar la

decisión de remover a un jugador del juego. Además, permitiría disponer de información relacionada con la conmoción cerebral, incluida una historia pasada de conmoción cerebral (número, frecuencia, gravedad y recuperación) y la presencia de trastornos del estado de ánimo, el aprendizaje, la atención o la migraña. (7)

Dicha evaluación debería incluir el uso de herramientas estandarizadas de evaluación de atletas lesionados por conmoción cerebral como la denominada «Standardized concussion Assessment Tool, 5th edition (SCAT5), la cual fue diseñada para el uso de médicos y de profesionales de la salud. (9-13) Una de las ventajas de estas herramientas es que incluyen diversos aspectos a considerar a la hora de evaluar a un jugador, como, por ejemplo, antecedentes personales; factores pronósticos de recuperación; lista de verificación de síntomas comúnmente observados después de una conmoción cerebral, incluyendo una medida de la gravedad de los síntomas; evaluación neurocognitiva abreviada; examen neurológico, y evaluación del equilibrio. (7)

4. Análisis sobre la necesidad de realizar pruebas de imagen para el diagnóstico:

Después de una conmoción cerebral sin complicaciones, no se recomienda solicitar ninguna de las técnicas de neuroimágenes convencionales (radiografía de cráneo, tomografía o resonancia magnética de encéfalo) ya que son generalmente normales y no cambian la conducta a seguir. (7)

Sin embargo, se debe tener en cuenta que pueden existir complicaciones, existen síntomas o signos de alarma (tabla 4) y la presencia de estos en un atleta nos pueden indicar un posible daño estructural, si el jugador presenta alguno de estos signos se debe sospechar de una lesión estructural y el personal médico deberá derivar al atleta inmediatamente a un servicio de emergencias y solicitar estudios de imagen con urgencia con el objetivo de descartar algún daño en alguna estructura cerebral. (7)

1.	Escala de Glasgow <15
2	Sospecha de fractura de cráneo
3	Rinorraquia u otorraquia
4	Convulsión postraumática
5	Déficit neurológico focal
6	>1 episodio de vómitos desde el traumatismo craneal
7	Anormalidad pupilar
8	Aumento progresivo de los síntomas somáticos de conmoción cerebral
9	Deterioro del estado mental / condición general

Tabla 4. Síntomas o signos de alarma que indican posible daño estructural (elaboración propia)

2.6 Mecanismos lesión de la conmoción cerebral en los deportes en riesgo

El mecanismo principal por el que se producen las conmociones cerebrales y las subconmociones son las fuerzas de aceleración y desaceleración del cerebro, ya sean lineales o rotaciones. La aceleración rotacional, como los golpes directos a la cabeza en el boxeo provoca conmoción cerebral con mayor frecuencia que la aceleración lineal causada por golpes o contactos directos en la cabeza en otros deportes como lo es el fútbol americano o un choque de cabezas en el fútbol soccer. (7)

Cuando se somete a rápidas fuerzas de aceleración, desaceleración y rotación, el cerebro y todos sus componentes, incluidas las células gliales, las neuronas y los vasos sanguíneos sufren de una deformación lo que provoca alteraciones en el funcionamiento normal de la fisiología cerebral. Los axones que se extienden a largas distancias desde los cuerpos celulares son particularmente susceptibles al estiramiento, lo que puede provocar una lesión axonal difusa, una base de los síntomas experimentados en la conmoción cerebral (7).

2.7 Fisiopatología de la conmoción cerebral

Cuando se sufre una conmoción cerebral se identifica al punto de contacto inicial como (coup) y al punto opuesto como (contre-coup) con esto se explica que al recibir un golpe o sufrir una sacudida violenta en el cuerpo, el cerebro no sufre solo un golpe, en cambio, sufre dos golpes (coup y contre-coup) (13). La agresión mecánica al cerebro inicia una cascada de eventos químicos y metabólicos que conducen a la perturbación de la homeostasis cerebral. Las fuerzas biomecánicas distorsionan las membranas celulares las neuronas, dando como resultado defectos transitorios de flujo iónico y de membrana (mecanocorporación) (6,10). En la figura 1 se muestra un esquema de la cascada neurometabólica de la conmoción cerebral.

Inmediatamente después de la lesión en el cerebro, se produce una liberación en exceso de neurotransmisores y flujos iónicos no controlados. La unión de los transmisores excitatorios, como el glutamato, al receptor NMDA (N-metil-D-aspartato) conduce a una mayor despolarización neuronal que produce una liberación indiscriminada de potasio y una afluencia de sodio y calcio (11). Al mismo tiempo se presenta una liberación de citoquinas proinflamatorias (proteínas que favorecen la inflamación del tejido cerebral como respuesta inmune ante una agresión externa) (10).

Las bombas iónicas de membrana agotan las reservas de energía intracelular, en un esfuerzo por restaurar el potencial de la membrana neuronal, se activan las bombas de membrana (la bomba sodio-potasio $\text{Na}^+ -\text{K}^+$) que requieren grandes cantidades de Adenosín Trifosfato (ATP), lo que desencadena un aumento en el uso de la glucosa. Este aumento en el metabolismo de la glucosa produce una disminución del flujo sanguíneo cerebral y un aumento de la producción de lactato (11). Este desajuste, es denominado como “desacoplamiento” y empeora la disfunción metabólica.

Es probable que esta ventana de disfunción metabólica determine el período de tiempo de mayor vulnerabilidad biológica a una segunda conmoción cerebral (6).

La mayoría de signos y síntomas posconmocionales se debe a la alteración de este metabolismo energético provocada por la disfunción mitocondrial luego de generarse el impacto, aparte de esto se descubre que las células en estado posconmoción presentan una peligrosa vulnerabilidad, de tal forma que si llega a sufrir una segunda conmoción cerebral en este estado, las células pueden resultar irreversiblemente dañadas por la aparición de hinchazón, a esto se le conoce como síndrome del segundo impacto (10).

Después del periodo inicial del uso acelerado de la glucosa, el cerebro con conmoción cerebral entra en un periodo de metabolismo deprimido. Los aumentos persistentes de calcio pueden afectar el metabolismo oxidativo mitocondrial y empeorar la crisis energética. La acumulación de calcio no controlada también puede activar directamente las vías que conducen a la muerte celular. Se ha demostrado que el flujo de calcio intraaxonal altera los neurofilamentos y los microtúbulos, perjudicando la conectividad neuronal postraumática (11).

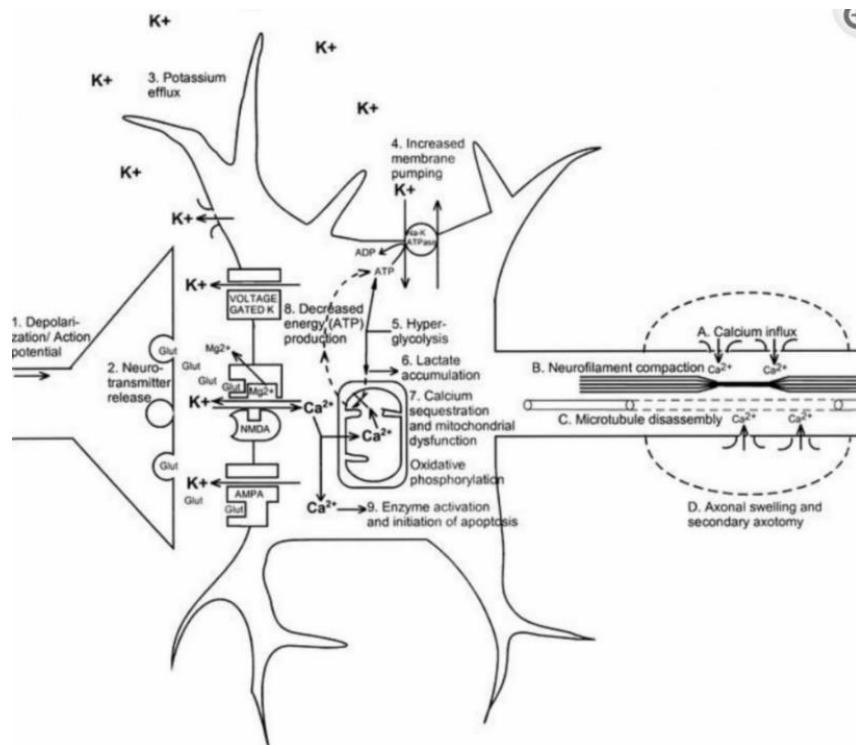


Figura1. Cascada neurometabólica después de una lesión traumática Giza CC, Hovda DA. The Neurometabolic Cascade of Concussion. J Athl Train. 2001 Sep;36(3):228-235.

2.8 Prácticas actuales sobre el manejo de las conmociones cerebrales

En los deportes, específicamente en los deportes de contacto, se han establecido protocolos en los que cualquier jugador en el que se sospecha de una conmoción cerebral debe de ser retirado del terreno de juego y ser evaluado de forma estandarizada y rápida por un médico y este se encargara de definir la situación del atleta. (13)

Si el médico diagnóstica una conmoción cerebral, al atleta no se le debe permitir que regrese al juego el día de la lesión y las recomendaciones del consenso más reciente sugieren que los atletas deben de someterse a una evaluación exhaustiva, realizada en un entorno sin distracciones (por ejemplo, vestuarios y sala de entrenamiento). (2). La mayoría de las organizaciones deportivas profesionales nacionales e internacionales tienen guías y/o protocolos específicos para evaluar las lesiones en la cabeza durante un juego, dentro de las cuales se incluye un protocolo de Retorno Gradual al Juego (RTP o Return to play, de sus siglas en inglés) que consiste en un aumento gradual y progresivo de las demandas físicas, las actividades específicas del deporte y el riesgo de contacto (13).

Las declaraciones emitidas en el consenso de conmociones cerebrales del 2016 coinciden en que cuando un atleta sufre una conmoción cerebral, se necesita un periodo de descanso físico y cognitivo antes de que el atleta comience un protocolo de RTP (Return to play). (2,16). Sin embargo, actualmente no existen medidas validadas que ayuden a determinar la presencia de alteración cerebral y recuperación de esta después de una conmoción cerebral. (7) Es debido a esto que en la práctica habitual se recomienda realizar un abordaje multidisciplinario para que la evaluación sea más completa y que disminuyan el riesgo de un mal diagnóstico.

Sin embargo, lo que no se ha acordado actualmente es la cantidad o la duración del descanso necesario. La mayoría recomienda que un ejercicio ligero puede promover la recuperación después de un período inicial de descanso (7,17) El período breve de descanso durante la fase aguda es generalmente entre 24 y 48h después de la lesión, y a continuación, se debe alentar a los jugadores a mantenerse activos en forma gradual mientras se mantengan por debajo de sus umbrales de exacerbación de síntomas cognitivos y físicos, es decir que el nivel de actividad no debe provocar o empeorar sus síntomas (17)

En la actualidad, sin embargo, no existen medidas validadas para determinar la presencia de alteración cerebral y recuperación de esta luego de una conmoción cerebral. En su lugar, los médicos disponen de medidas indirectas para determinar y definir su opinión y sugerencia médica. En la práctica habitual, se recomienda realizar un abordaje multidisciplinario que incluya:

1. Evaluación por médico responsable del atleta o de la organización a la que pertenece

El médico responsable del club o de la organización a la que el atleta pertenece debe conocer y evaluar a los jugadores en forma basal antes del inicio de la temporada deportiva. (18) El objetivo es disponer de un parámetro de referencia para la comparación posterior, esta evaluación podría ser importante para atletas con un alto riesgo de conmociones cerebrales como lo pueden ser aquellos que practican deportes de contacto, o aquellos con antecedentes de conmociones cerebrales. (14)

2. Evaluación inmediata posconmoción por el médico del partido o entrenamiento

El médico responsable del partido o entrenamiento debe conocer y evaluar a los jugadores que han sufrido una conmoción cerebral, después de la práctica deportiva, para detectar la presencia de estos signos y síntomas de alarma (tabla 4), para asegurar la detección temprana de una lesión cerebral más grave y la derivación a un centro de emergencias de alto nivel para la detección y el tratamiento de una afección potencialmente mortal. (7)

3. Evaluación médica por un especialista

Se recomienda que un especialista capacitado en conmociones cerebrales como lo pueden ser neurólogos o médicos de atención primaria en medicina deportiva se encarguen de la evaluación del atleta, (15) así como también se recomienda la suspensión de este hasta que no sea evaluado completamente y sea emitido un diagnóstico oficial.

4. Evaluación neuropsicológica

La evaluación neuropsicológica es considerada como una «piedra angular» en el manejo de las conmociones cerebrales. (2) La administración de pruebas neuropsicológicas tiene valor clínico y aporta información significativa en el contexto de un enfoque multimodal y multidisciplinario para el manejo de las conmociones cerebrales y, en particular, en el protocolo de regreso al juego. (14) Las pruebas neuropsicológicas posteriores a la lesión no son necesarias para todos los atletas. Sin embargo, cuando esto se considere necesario, la evaluación debe ser realizada de manera óptima por un neuropsicólogo calificado y acreditado (2)

Las pruebas neuropsicológicas después de una conmoción cerebral pueden ayudar al personal médico en las toma de decisiones sobre si el atleta es apto para el regreso al juego y se realizan normalmente cuando un atleta está clínicamente asintomático. (19) Sin embargo, la evaluación neuropsicológica puede agregar información importante en las primeras etapas después de la lesión. El uso de estas pruebas en el manejo de la conmoción cerebral sigue siendo el gold estándar para la evaluación de la función cognitiva y son superiores a la caracterización de los síntomas subjetivos de los jugadores, (20,21) ya que se sabe que son poco reconocidos y los atletas no siempre reportan los síntomas que presentan, lo que genera una evaluación con menor precisión, lo que puede provocar que haya un diagnóstico menos acertado. Para fines prácticos, se pueden usar pruebas

neuropsicológicas estandarizadas y abreviadas para evaluar la recuperación cognitiva. Idealmente, las pruebas deben compararse con el desempeño basal previo a la lesión del individuo. En los casos en que no existe una evaluación basal o previa del atleta, como suele ser el caso en la práctica general, el resultado de la prueba puede compararse con los datos de la población. (21)

En general, es importante recordar que las pruebas neuropsicológicas son solo un componente de la evaluación y, por lo tanto, no deben ser la única base de la toma de decisiones. Las pruebas neuropsicológicas no reemplazan la necesidad de un historial completo y un examen clínico / neurológico. (7)

5. Evaluación instrumentada de balance, marcha y desempeño oculomotor

En la evaluación de las conmociones cerebrales, las escalas recomendadas para la evaluación de jugadores son el SCAT 5, PSCI y el PSSC, siendo la primera la más usada por organismos deportivos en el mundo. (7) Estas escalas incluyen el examen clínico de balance y equilibrio mediante el uso de la prueba denominada Modified Balance Error Scoring System (mBESS), la cual es comúnmente usada por investigadores y clínicos para evaluar el balance y equilibrio en sujetos que han sufrido una conmoción cerebral. (23) Otra evaluación que es muy importante de realizar es el examen clínico neurooftálmico ya que puede ayudar para detectar anomalías en la convergencia, los movimientos sacádicos, el seguimiento y la fijación visual, los cuales son elementos muy importantes en el manejo de las conmociones cerebrales. (24)

6. Educación

Se recomienda que todos los atletas de deportes de contacto, sus entrenadores, dirigentes, réferis, familiares o población relacionada al deporte o en general, sean educados y entrenados para reconocer los signos y síntomas de conmoción cerebral.(7) Si un atleta de deportes de contacto experimenta algún signo o síntoma de conmoción cerebral durante el entrenamiento o la competición, debe retirarse de las actividades de contacto y buscar una evaluación inmediata por parte de un profesional de la salud. **tabla 5**

Criterios para el retiro inmediato y definitivo del partido	Criterios de herramienta de examen fuera del campo
Criterios 1	Criterios 2
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de conocimiento confirmada. • Pérdida de conocimiento sospechada. • Postura tónica. • Convulsiones. • Problemas de equilibrio / ataxia • Confusión evidente no orientado en tiempo, persona, o lugar • Claramente aturdido • Evidentes cambios de comportamiento • Anomalías oculomotoras 	<ul style="list-style-type: none"> • Evento de impacto en la cabeza en el que el diagnóstico no es inmediato • Posibles cambios de comportamiento • Posiblemente confuso • Lesión con potencial de resultar en conmoción cerebral • Otras características relacionadas

Tabla 5. Criterios para el retiro definitivo del partido o evaluación fuera del campo de juego en caso de sospecha de conmoción cerebral. Protocolo para la evaluación y el manejo de las conmociones cerebrales asociadas al deporte. Russo MJ (2019).

2.9 Protocolo de retorno gradual al juego

Las recomendaciones actuales propuestas recomiendan un protocolo gradual de retorno al juego, este protocolo originalmente fue realizado por la Academia Canadiense de Medicina Deportiva en el año 2000 y posteriormente fue avalado por el grupo de expertos de conmoción cerebral asociada al deporte, CISG, tanto en Viena como en Berlín. (2) El protocolo de RTP comienza después de que el atleta haya estado asintomático por 24-48h. El atleta avanza a través de las sucesivas etapas mientras permanezca asintomático. (7)

Cada etapa debe ser de un mínimo de 24-48h. Si se produce algún síntoma, el atleta debe estar asintomático durante otras 24h antes de volver a intentar el paso anterior. El RTP debe llevarse a cabo bajo supervisión (entrenadores y/o médicos de ser posible). (13) Nunca lo puede hacer el jugador solo, en ninguna circunstancia debe un deportista competir o participar en una actividad de contacto o competición si está experimentando signos y síntomas de conmoción cerebral. (2) Es necesario repetir la evaluación para garantizar que los jugadores que han sufrido una conmoción cerebral no muestren signos y síntomas de inicio diferido. Las etapas del protocolo RTP se detallan en la **tabla 6**

<i>Etapa</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Actividad permitida</i>
1. <i>Periodo de reposo mínimo</i>	Recuperación	Sin actividad
2. <i>Ejercicio aeróbico liviano</i>	Incremento de la frecuencia cardíaca	Trote liviano (10-15min), natación o bicicleta fija, de
3. <i>Ejercicios deportivos específicos</i>	Se agrega movimiento	baja a moderada intensidad Ejercicios de carrera. Sin
4. <i>Sin ejercicio de entrenamiento de contacto</i>	Ejercicio, coordinación, cargacognitiva	impacto en la cabeza Progresión a ejercicios más complejos (por ejemplo, ejercicios de pase). Puede comenzar progresivamente ejercicios de resistencia
5. <i>Practica de contacto pleno</i>	Se restaura confianza del atleta y se supervisa habilidades funcionales por parte de los entrenadores	Actividades de entrenamientonormales
6. <i>Retorno al juego</i>	<i>Recuperación física y cognitiva completa</i>	Jugador rehabilitado

Tabla 6. *Protocolo de Retorno Gradual al Juego (elaboración propia)*

2.10 Entrenamiento aeróbico

La práctica de cualquier actividad física favorece la activación de determinadas áreas y la creación de nuevas redes cerebrales que potencian e involucran múltiples procesos cognitivos que llegan a conducir a cambios estructurales y funcionales en el cerebro. A esto se le conoce como neuroplasticidad cerebral. Cuando se realiza una actividad física de tipo aeróbica existe un aumento de la actividad cardiovascular y cerebrovascular además de un aumento en la perfusión sanguínea, que es de suma importancia para el crecimiento y la sinapsis neuronal. El proceso de neuroplasticidad comienza cuando se provee de nutrientes necesarios a las neuronas como lo es la glucosa y el oxígeno, esto conlleva a que se puedan iniciar cambios moleculares y celulares. (25)

Independientemente del ámbito de aplicación (mejora de salud o rehabilitación, rendimiento) del entrenamiento aeróbico la finalidad es introducir un elemento de estrés en el organismo con la intención de generar una adaptación en órganos y sistemas mediante modificaciones estructurales

y funcionales. Es necesario que el estímulo aplicado sea lo más eficaz posible, para poder alcanzar las adaptaciones óptimas, es debido a esto que se deben de individualizar al máximo la intensidad, la duración, la frecuencia de aplicación y la modalidad del ejercicio recomendado en el proceso de entrenamiento. (26) Si consideramos el proceso de rehabilitación como una sucesión de sesiones programadas, entonces son la duración del ejercicio y su intensidad los componentes más importantes.

Teniendo en cuenta que la duración del ejercicio aeróbico depende de la intensidad con la que este se desarrolla, entonces se debe de considerar que, de los componentes del ejercicio aeróbico, la intensidad es quizás la más decisiva a la hora de configurar un plan individualizado de entrenamiento.(27) Antes de realizar una planificación de entrenamiento aeróbico, se deben de conocer, al menos los procesos sobre las respuestas que se producen en el organismo cuando se realiza ejercicio a diferentes intensidades. Solo así es posible obtener de forma óptima las adaptaciones necesarias en la mejora de la capacidad funcional aeróbica, sea cual fuere el objetivo (rendimiento, mejora de salud o rehabilitación). La dosis de un programa de entrenamiento de ejercicios se compone de intensidad, frecuencia, duración, modo, patrón y volumen (27) (Fig. 2).

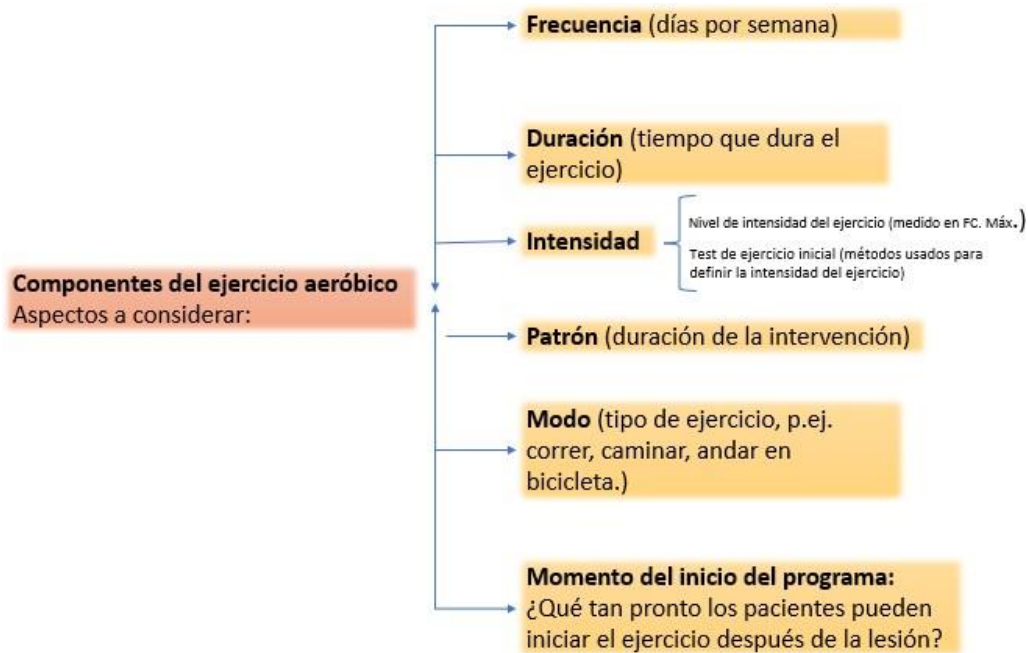


Figura2. Los seis parámetros de dosis de ejercicio a considerar al implementar e informar sobre el uso de ejercicio aeróbico como tratamiento para la conmoción cerebral. (elaboración propia)

2.10.1 Frecuencia, intensidad y duración del ejercicio

El entrenamiento físico realizado con regularidad debe conducir al desarrollo de la aptitud cardiorrespiratoria. Sin embargo, el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) ha publicado una posición sobre la calidad y la cantidad del ejercicio (27) y ha recomendado un ejercicio de intensidad moderada o vigorosa para lograr una mejor condición física entre los adultos aparentemente sanos. En consecuencia, la intensidad del ejercicio se considera el parámetro más importante de un programa de ejercicios.

La intensidad del ejercicio se expresa comúnmente como FC, porcentaje de HR máxima, reserva de FC, porcentaje de capacidad aeróbica máxima (VO₂max) y/o reserva de VO₂. Para observar las adaptaciones al ejercicio aeróbico regular, se recomienda que los adultos sanos completen un ejercicio de intensidad moderada y/o vigorosa, definido como ejercicio al 60 %-80 % (moderado) o > 80 % (vigoroso) de intensidad máxima (27).

Obviamente, esta recomendación en los atletas que han sufrido recientemente una conmoción cerebral debe equilibrarse con el estado de los síntomas del paciente a nivel individual. Aunque las directrices de consenso de los expertos aconsejan una “actividad ligera” después de un breve período de descanso después de una conmoción cerebral (2), la intensidad prescrita para los atletas después de una conmoción cerebral debe ser una que no exacerbe los síntomas (28). En la **tabla 4** se muestran las recomendaciones generales de ejercicios presentadas por el ACSM.

Parámetro	Dosificación
Frecuencia	5 días por semana- intensidad moderada. Mas de 3 días por semana- intensidad vigorosa
Duración	30-60 minutos (150 minutos por semana a intensidad moderada. 20-60 minutos (75 minutos por semana) a intensidad vigorosa.
Modo	Caminata, trote, bicicleta estática o nadar.
Volumen	≥500-1000 MET.*

Patrón	El ejercicio se realiza idealmente como una sola sesión continua; sin embargo, se pueden realizar múltiples sesiones de ≥ 10 minutos para acumular la duración o el volumen de ejercicio deseados.
Progresión	Se recomienda una progresión gradual del volumen de ejercicio ajustando la duración, la intensidad y/o la frecuencia del ejercicio para obtener mejoras continuas en la condición física aeróbica.

Tabla 7. Recomendaciones generales de ejercicios presentadas por el ACSM. (elaboración propia)

*Un MET se define como la cantidad de oxígeno consumido durante la sesión tranquila: $3,5 \text{ ml de O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Las actividades se expresan en múltiplos de MET, y MET min mide la actividad en los MET y la duración (min) gastada en esa actividad (29).

La duración de los programas de ejercicio aeróbico utilizados en los atletas que han sufrido una conmoción cerebral varía ampliamente y estos programas van desde 1-2 semanas hasta una duración de 6 meses. (27) Sin embargo la duración de intervención más empleada actualmente va de 4-8 semanas (30) ya que se ha observado que las adaptaciones y mejoras del entrenamiento de ejercicio aeróbico se observan después de aproximadamente 6-8 semanas de entrenamiento, aunque estas adaptaciones pueden variar dependiendo de la condición física previa a la lesión y de la intensidad y dosis del ejercicio. (30)

3. JUSTIFICACIÓN

La incidencia de la conmoción cerebral relacionada con el deporte se ha ido incrementado constantemente durante la última década y los atletas adolescentes han sido la población con mayor predominancia en este tipo de eventos traumáticos. Muchos deportistas que sufren de conmociones cerebrales se recuperan en los primeros días, pero los jóvenes son más propensos a sufrir síntomas persistentes que pueden durar más de un mes después de la lesión, lo que lleva a que los adolescentes se ausenten de la escuela y de sus prácticas deportivas. (8)

Por esta razón los organismos mundiales de varios deportes han establecido protocolos para el manejo de este tipo de eventos traumáticos pocos días después del incidente (2), sin embargo el abordaje de este tipo de lesiones no está del todo claro ya que puede ser difícil diagnosticar debido a que los síntomas y signos clínicos se presentan de manera distinta en cada deportista además de que actualmente, los protocolos de tratamiento aún no están bien establecidos ya que existe un debate entre que si se debe de tomar reposo absoluto posterior a la conmoción cerebral hasta la resolución de los síntomas o si se debe realizar actividad física de manera gradual a las 48 horas posteriores de la conmoción cerebral. Por lo tanto, es de suma importancia explorar intervenciones basadas en evidencia para la rehabilitación posterior a una conmoción cerebral.

Actualmente existe poca evidencia con respecto al manejo y el abordaje apropiado en el tratamiento de las conmociones cerebrales relacionada con el deporte en atletas adolescentes y jóvenes adultos. Estudios anteriores se han centrado principalmente en el tratamiento tradicional para la conmoción cerebral el cual incluye el reposo físico y cognitivo como las principales intervenciones para promover la recuperación de esta lesión, sin embargo, están surgiendo investigaciones que muestran el beneficio del ejercicio y la actividad física temprana después de una conmoción cerebral para los jóvenes deportistas.

El ejercicio se ha demostrado como una actividad que reduce el riesgo de enfermedades como la Diabetes tipo II, cáncer, hipertensión, osteoporosis entre otras y recientemente se ha observado que mejora la función del sistema nervioso autónomo, por lo tanto, se debe de explorar más a fondo los beneficios del ejercicio aeróbico en la salud del cerebro, incluidos sus efectos en la recuperación de los deportistas que han sufrido una conmoción cerebral. (2)

Es debido a esto que se va a realizar una revisión sistemática con el objetivo de investigar la efectividad del ejercicio aeróbico en la recuperación de los deportistas adolescentes y adultos jóvenes después de una conmoción cerebral relacionada con el deporte y dar a conocer el abordaje adecuado para este tipo de padecimientos.

Esta revisión proporciona evidencia científica reciente acerca del tratamiento de las conmociones cerebrales relacionadas con el deporte en atletas jóvenes, además de que busca informar la

importancia de la rehabilitación en aquellos que han sufrido este tipo de lesiones, además busca servir como pauta para futuras investigaciones que indaguen más acerca de este tema que es de suma importancia y de gran interés debido a que los deportistas adolescentes son una población que puede ser más vulnerable a las consecuencias a largo plazo de las conmociones cerebrales.

También busca promover la educación a los deportistas jóvenes, entrenadores y al personal del área de la salud sobre el informe de los síntomas los cuales en muchas ocasiones llegan a pasar desapercibidos y los deportistas no suelen notificar a los entrenadores ni al personal de la salud cuando sucede un evento traumático de este tipo debido a que lo clasifican como un riesgo de baja importancia y prefieren seguir jugando antes de ser evaluados, lo que puede traer graves consecuencias.

Este trabajo tiene una utilidad metodológica, ya que podrían realizarse futuras investigaciones que usaran metodologías compatibles, de manera que se posibilitaran análisis conjuntos, comparaciones entre periodos temporales concretos y evaluaciones de las intervenciones que se estuvieran llevando a cabo.

La rehabilitación de la conmoción cerebral se enfoca en mejorar y/o disminuir los síntomas de la conmoción cerebral relacionada con el deporte, además de ayudar a los deportistas a recuperarse física y cognitivamente más rápido. El ejercicio aeróbico representa una herramienta en el proceso de rehabilitación de mucha utilidad y de fácil aplicación en la práctica clínica, sin embargo, la dosificación y las actividades que los deportistas adolescentes pueden realizar sigue siendo controversial, si bien existen protocolos con respecto al manejo y la recuperación de las conmociones de los deportistas adultos, aún hay una falta de estandarización con respecto al manejo del deportista adolescente después de una conmoción cerebral.

Es por eso por lo que la rehabilitación física posterior a la conmoción, incluido el ejercicio aeróbico se debe de explorar como una estrategia de recuperación de este tipo de lesiones. Ya mencionado esto hay que destacar que los beneficios del ejercicio físico posterior a la conmoción son muchos y si se dosifica de manera correcta por un profesional de la salud como lo es un fisioterapeuta el cual según la IFSPT “es el profesional que demuestra competencias avanzadas en la promoción de la participación de actividad física segura, asesoramiento y adaptación de las intervenciones en rehabilitación y entrenamiento, con el propósito de prevenir lesiones, restaurar la función óptima y contribuir a la mejora del rendimiento en el deporte en atletas de todas las edades y habilidades, a la vez que se garantiza un alto nivel de práctica profesional y ética”. Por lo que puede llevar de manera de una manera gradual y segura la rehabilitación del deportista y generar cambios importantes que favorezcan a su recuperación óptima.

4. OBJETIVOS

4.1 Pregunta de investigación

¿Cuál es el efecto del ejercicio aeróbico durante la fase de recuperación en un atleta adolescente que ha sufrido una conmoción cerebral relacionada con el deporte?

4.2 Objetivo general

Identificar el efecto del ejercicio aeróbico en la recuperación de un atleta que ha sufrido una conmoción cerebral.

4.3 Objetivos específicos

- Evaluar los efectos de los programas de ejercicio aeróbico utilizados en el manejo de los atletas que han sufrido una SRC o una lesión cerebral traumática leve(mTBI).
- Encontrar evidencia acerca de la eficacia del ejercicio aeróbico para reducir el riesgo de síntomas postconmoción persistentes (PPCS)
- Comparar los tiempos de recuperación cuando se realiza ejercicio aeróbico como intervención contra el reposo físico y cognitivo.

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta revisión sistemática se realizó utilizando las pautas de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA 2020). PRISMA es una lista de verificación de 27 elementos basada en evidencia que se enfoca en informar el impacto de las intervenciones en revisiones sistemáticas y metanálisis. (31)

5.1 Criterios de elegibilidad

Para ser incluidos en esta revisión sistemática, los artículos debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión: ser una investigación original (un ensayo controlado aleatorio estudios de casos, series de casos), artículos de libre acceso escritos en inglés y en español, ser publicados entre los años 2016-2023, incluir participantes que fueran atletas menores de 25 años que hayan sufrido una conmoción cerebral aguda o crónica relacionada con el deporte y finalmente artículos en donde el ejercicio aeróbico fuera su principal intervención. Los artículos se excluyeron si no tenían un diseño de estudio de ensayo controlado aleatorio, no se informaron en inglés o español o aquellos que no cumplieron con los criterios de inclusión establecidos de igual manera se eliminaron aquellas que fueran revisiones sistemáticas y artículos duplicados.

5.2 Fuentes de información

Se realizó una búsqueda exhaustiva por un investigador durante los meses de marzo, abril y mayo del 2023 en las bases de datos, PubMed, Medline, Science Direct y Web of Science, utilizando las siguientes palabras claves: “sport related-concussion”, “aerobic exercise”, rehabilitation, “29oung athletes” and physiotherapy.

5.3 Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda se centró en cuatro conceptos clave: atletas, conmociones cerebrales relacionadas con el deporte, ejercicio aeróbico y rehabilitación. Después de identificar estos conceptos, se anotaron, definieron y utilizaron términos similares en las búsquedas. El Apéndice 1 proporciona las estrategias de búsqueda específicas utilizadas en esta búsqueda. Se completó una búsqueda manual examinando las referencias de los artículos incluidos en esta revisión sistemática. La búsqueda inicial se inició en marzo de 2023 y la búsqueda final concluyó en mayo 2023.

<i>Periodo de búsqueda</i>	PubMed	MedLine	Web of Science	Science Direct
<i>1/03/2023-31/05/2023</i>				
<i>Aerobic exercise AND sport related concussion</i>	732	139	101	534
<i>Aerobic exercise AND concussion and sports</i>	1274	184	133	561
<i>aerobic exercise AND young AND sport related concussion</i>	172	47	9	329
<i>Sport related concussion AND exercise AND young athletes</i>	164	159	489	733
<i>Aerobic exercise AND sport related concussion AND rehabilitation</i>	259	86	72	375

Tabla 1 Estrategia de búsqueda en bases de datos con palabras clave

5.4 Proceso de selección de los datos

Se evaluó mediante una verificación la calidad de los estudios seleccionados como parámetro para evaluar dichos artículos se utilizó la escala PEDro, un investigador calificó los artículos que le fueron asignados buscando que estos cumplieran con una calificación mayor o igual a 6 para minimizar el riesgo de sesgo en esta revisión.

5.5 Proceso de extracción de datos

Un autor extrajo los datos de los artículos finales del texto completo. Los datos extraídos incluyeron el tamaño de la muestra, el diseño del estudio, la población y la edad media de los participantes y las intervenciones. Los datos de resultado extraídos de los artículos incluyeron las siguientes medidas de resultado: la escala de síntomas posteriores a la conmoción cerebral (PCSS), y el tiempo de recuperación. **Anexo 1**

5.6 Lista de datos

Las medidas de resultado sujetas a análisis que se tomaron en consideración en la búsqueda de los artículos fueron las siguientes:

- **Escala de síntomas posteriores a la conmoción cerebral (PCSS)**

El PCSS es una escala Likert de 7 puntos (0= no experimentar a 6=grave) que incluye 22 elementos diseñados para reflejar el espectro de síntomas de conmoción cerebral. (32) Tres artículos evaluaron la gravedad de los síntomas utilizando la escala de síntomas posteriores a la conmoción cerebral (PCSS). Se aplicó esta escala al inicio de las evaluaciones y se le dio seguimiento durante el periodo de intervención con la intención de monitorear un aumento o una disminución de los síntomas en los atletas (26, 33) así como la duración de los síntomas que fue calculada como el número de días entre la fecha de la lesión y la fecha en la que el atleta reportó un 0 en el PSCC. (34)

- **Inventario de síntomas posteriores a la conmoción cerebral (PCSI)**

El PCSI es una medida de escala de calificación de los síntomas posteriores a una conmoción cerebral en los dominios físico, cognitivo, emocional y del sueño. Tiene tres formularios de autoinforme diferentes para niños y adolescentes de diferentes edades (5-7 años, 13 ítems; de 8-12 años, 25 ítems; de 13-18 años, 26 ítems) y un formulario de 26 ítems para padres y maestros. Cada síntoma se califica en una escala Likert de 3 puntos (para niños de 5-7 años y 8-12 años) o en una escala Likert de 7 puntos (para padres y maestros de adolescentes de 13-18 años). Las puntuaciones totales oscilan entre 0 y 120 en la versión principal del PCSI. (7,35) En los artículos (7,35,,36,37) se utilizó el inventario de síntomas posconmoción cerebral (PCSI) para evaluar los síntomas calificados por el mismo atleta y por los padres/tutores. El PCSI se utilizó para obtener calificaciones de síntomas antes de la lesión, antes de la intervención, en visitas de intervalo y después del periodo de evaluación final. Las autoevaluaciones se consideraron como el resultado primario en los artículos (7,36,37). Mientras que en el artículo (35) se seleccionó como medida complementaria porque, en comparación con el Inventario de salud y comportamiento, tiene menos validación empírica.

- **Buffalo Concussion Treadmill Test (BCTT)**

La prueba Buffalo Concussion Treadmill Test (BCTT) es una prueba de cinta que analiza la respuesta de la frecuencia cardíaca de los pacientes a un régimen de ejercicio graduado es validada para medir la cantidad de ejercicio aeróbico que es seguro realizar, incluso en la fase aguda después de una conmoción cerebral, además de evaluar la influencia de los cambios fisiológicos (o la falta de ellos) en sus síntomas. Fue utilizada en dos artículos (35, 36) para determinar el umbral de frecuencia cardíaca (FCt) el cual es la frecuencia cardíaca alcanzada en el momento de la exacerbación de los síntomas en el BCTT. Además de que se utilizó como parámetro de manera independiente para definir la recuperación y la resolución de los síntomas de los atletas.

- **SCAT 5**

El SCAT 5 es una herramienta que utilizan los profesionales de la salud en la evaluación de personas de más de 13 años que se sospecha que han sufrido una conmoción cerebral relacionada con el deporte (7). Es una escala de síntomas posteriores a una conmoción cerebral de 22 ítems que utiliza una calificación Likert de siete puntos, el SCAT5 incluye preguntas de Maddocks para la evaluación de la memoria, la escala de coma de Glasgow (GSC), una evaluación de síntomas, la evaluación estandarizada de conmoción cerebral (SAC) y el sistema de puntuación de errores de equilibrio modificado (mBESS) (artículo NCAA). En el artículo de Hutchinson (37) se utilizó para calcular la gravedad de los síntomas, sumando la puntuación calificada para cada síntoma de acuerdo con la lista de verificación del SCAT 5. El número total de síntomas se obtuvo sumando la presencia/ausencia binaria de cada síntoma hasta un puntaje máximo de 22, junto con una puntuación de gravedad de los síntomas de 132.

- **SCAT 3**

En este estudio se utilizaron como resultado primario las puntuaciones de gravedad de los síntomas de la lista de verificación de síntomas posteriores a una conmoción cerebral en la Herramienta de evaluación de conmociones cerebrales deportivas (SCAT3). Esta lista contiene 22 síntomas asociados con una conmoción cerebral (por ejemplo, dolor de cabeza, náuseas/mareos, dolor de cuello, etc. La lista de verificación de síntomas se utilizó para evaluar el cambio de síntomas antes y después de la intervención y para monitorear la exacerbación de los síntomas y los eventos adversos durante el estudio. Para esta lista de verificación, se pidió a los participantes que calificaran la gravedad de los síntomas que abarcaban la experiencia somática, el estado de ánimo y la física en una escala Likert de 0 (ninguno) a 6 (grave) con un máximo de 132 puntos disponibles. Esta lista de verificación se completó antes de la intervención, diariamente (antes e inmediatamente después del ejercicio) durante la intervención y en el seguimiento a los 3 meses. (38)

- **Evaluación inmediata posterior a la conmoción cerebral y pruebas cognitivas (ImPACT)**

Serie neuropsicológica computarizada en línea que incluye datos demográficos del paciente, determina si alguno de los 22 síntomas de conmoción cerebral enumerados está presente y en qué gravedad, y módulos neuropsicológicos para evaluar la atención, la memoria, la velocidad de procesamiento, el tiempo de reacción, la secuenciación y el aprendizaje. Se utiliza principalmente con la población de atletas.

- **Prueba de motricidad vestibular/ocular (VOMS)**

El VOMS es una prueba vestibular y oculomotora que identifica la provocación de los síntomas para el dolor de cabeza, mareos, náuseas y neblina a través de varios movimientos oculares: búsquedas

suaves, sacudidas, convergencia, reflejo vestibulo-ocular y sensibilidad al movimiento visual. La provocación de los síntomas (es decir, las puntuaciones de cambio) se derivaron del informe de síntomas posterior al artículo de un paciente menos su informe de síntomas previo a la prueba.

5.7 Evaluación de la calidad metodológica

Lo artículos incluidos en esta revisión fueron evaluados mediante el manual Cochrane (ver anexo 2), dicho manual es una herramienta que evalúa los ensayos clínicos. Aborda seis dominios específicos: 1.- generación de la secuencia, 2.-ocultación de la asignación, 3.-cegamiento, 4.-datos de resultado incompletos, 5.-notificación selectiva de los resultados, 6.- “otros aspectos”).

Cada dominio incluye uno o más ítems específicos en una tabla de “riesgo de sesgo”. Las evaluaciones se clasifican en “bajo riesgo”, “alto riesgo” de sesgo y “riesgo poco claro” de sesgo.

Los estudios se evalúan como riesgo poco claro de sesgo cuando hay muy pocos detalles disponibles para evaluarlos como de “alto” o “bajo” riesgo; cuando el riesgo de sesgo verdaderamente se desconoce a pesar de que exista información suficiente acerca de la realización, o cuando un ítem no es relevante para un estudio.

6. RESULTADOS

6.1 Selección de estudios

Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Science Direct, Medline y Web of Science por los investigadores en el periodo del 1 de marzo del 2023 al 31 de mayo del 2023 con las siguientes palabras claves: ““sport related-concussion”, “aerobic exercise”, rehabilitation, “young athletes” and physiotherapy. en el cual se identificaron 6524 artículos de los cuales se eliminaron 6332 ya que no cumplían con ciertos criterios de inclusión tales como: la fecha de publicación, idioma, tipo de artículo, edad y aquellos artículos en que la población a estudiar no sufriera una conmoción cerebral relacionada con el deporte , posteriormente se eliminaron 107 artículos ya que el ejercicio no era su principal método de intervención, 74 artículos se eliminaron por encontrarse duplicados y finalmente se eliminaron 13 artículos ya que no cumplieron con los criterios de calidad, teniendo una calificación menor a 6 de acuerdo a la escala PEDro, quedando un total de 9 artículos.

La [Figura 3](#) presenta el diagrama de flujo con la información de la estrategia de búsqueda y proceso de selección de los artículos utilizados en la presente revisión sistemática

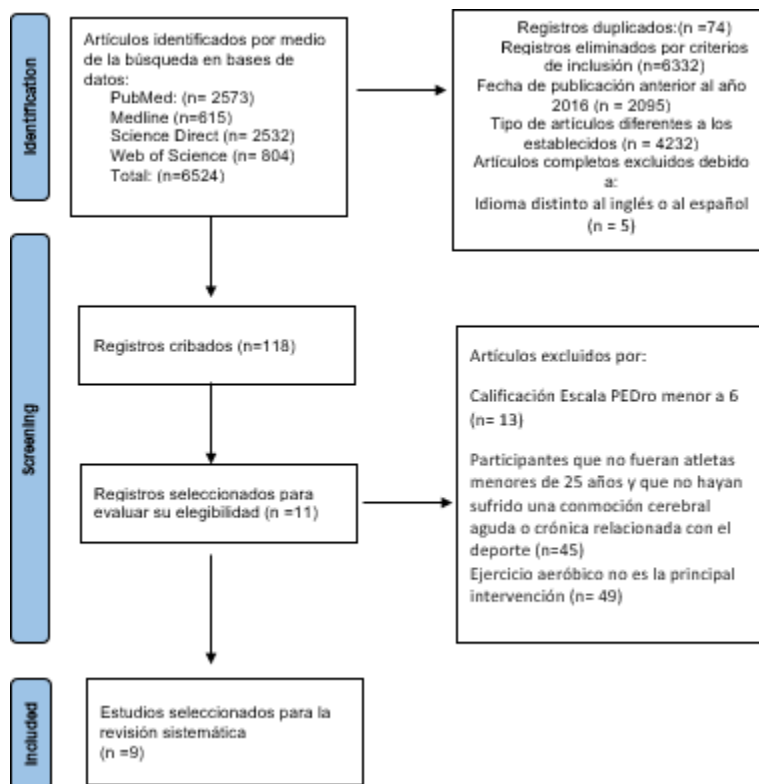


Fig. 3 Diagrama de flujo: búsqueda y selección de estudio

6.2 Características de los estudios y tabla de resultados

Estos resultados fueron publicados entre los años 2017 y 2022. De los estudios presentes un artículo fue publicado en el año 2017 (6), uno en el año 2018(32) y otro en el año 2019(36), mientras que dos fueron publicados en el año 2021(35,38) y cuatro en el año 2022 (34,37,7,33).

Ocho de los 9 artículos seleccionados para esta revisión son ensayos clínicos aleatorizados (7,35,32,36,39,37,38,33) y uno fue un estudio de cohorte (40).

Los estudios seleccionados están conformados por un total de 603 participantes, de los cuales 478 fueron diagnosticados con una conmoción cerebral relacionada con el deporte (SRC) o con una lesión cerebral traumática leve (mTBI) y 125 fueron individuos sanos.

De los pacientes diagnosticados con una conmoción cerebral relacionada con el deporte (SRC) o con una lesión cerebral traumática leve(mTBI) 264 fueron parte de grupos control y 226 recibieron tratamiento en modalidad de ejercicio aeróbico en los grupos de estudio.

En cuanto a la edad de los pacientes el rango de edad de los atletas fue de 13- 25 años.

Autor	Intervención	Grupo control	Medida de resultado	Resultados	Hallazgos relevantes
Kurowski, B..et al	Prueba de ciclismo aeróbico durante 30 min como máximo o cuando los síntomas se exacerbarán.	Programa de estiramiento de 5-6 semanas durante 5-6 días por semana de miembro superior e inferior	PCSI	El análisis de varianza de medidas repetidas mediante análisis de modelos mixtos demostró una interacción significativa en las calificaciones PCSI autoinformadas, lo que indica una mayor tasa de mejora en el entrenamiento aeróbico de exacerbación de subsíntomas en comparación con el grupo de estiramiento de todo el cuerpo (valor F = 4,11, valor p = 0,044) x.	Se observó una mejora aproximadamente de 8-10 puntos mayor en el PCSI en el entrenamiento aeróbico en comparación con el grupo de estiramiento de todo el cuerpo.
Leddy JJ, et al	Entrenamientos de 20 minutos al día por 4 semanas con bicicleta estática o caminadora con intensidad del 90% de la frecuencia cardíaca máxima obtenida en el BCCT.	Combinación de ligeros estiramientos y ejercicio de respiración que no elevaran significativamente la frecuencia cardíaca, duración de 20 minutos al día por 4 semanas.	PCSI BCTT Días hasta la recuperación, desarrollo de síntomas postconmoción cerebral	Los participantes en el grupo de ejercicio aeróbico se recuperaron en una media de 12 días (IQR 10-22) contra una media de 21 días (13- 35) en el grupo de estiramiento. Cuatro (9%) de 43 participantes en el grupo de ejercicio aeróbico	El tratamiento temprano con ejercicio aeróbico acelera de forma segura la recuperación de la SRC y reduce el riesgo de síntomas postconvulsivos persistentes. Los pacientes en el grupo de ejercicio aeróbico tenían más probabilidades de recuperarse dentro de las 4 semanas posteriores a la lesión en

				<p>presentaron síntomas persistentes post-conmoción mientras que en el grupo de estiramiento doce (31%) de 39 participantes fueron quienes presentaron estos síntomas.</p>	<p>comparación con los asignados al ejercicio de estiramiento, con un riesgo reducido del 48% de síntomas postconmoción persistentes.</p>
<p>Micay R, et. al</p>	<p>8 sesiones de 20 minutos (solo la primera sesión tuvo una duración de 10 minutos) con aumentos progresivos en intensidad (aumento un 5% de la FC máxima por sesión hasta alcanzar el 70%).</p>	<p>La atención habitual consistió en descanso seguido de progresiones recomendadas por el médico en los niveles de actividad en un entorno no supervisado.</p>	<p>PCSS</p>	<p>El grupo de ejercicio aeróbico experimento una disminución significativa en las puntuaciones de gravedad de los síntomas en comparación con los participantes de atención habitual.</p>	<p>La carga de los síntomas agudos (una mayor calificación en el PCSS) puede ser un predictor significativo del tiempo hasta la autorización médica, independientemente de la intervención.</p>
<p>Leddy JJ; et al.</p>	<p>Bicicleta estática por 20 minutos con una frecuencia cardiaca objetivo del 80% FC alcanzada hasta la exacerbación de los síntomas</p>	<p>Programa de estiramiento prescrito para todo el cuerpo para realizar 20 minutos por día.</p>	<p>BCCT Días hasta la recuperación desde la fecha de la lesión. Proporción de participantes con recuperación retrasada.</p>	<p>Los participantes en ejercicio aeróbico se recuperaron en una mediana de 13 (rango intercuartílico [IQR], 10-18,5) días, mientras que los participantes en estiramiento se recuperaron en 17 (IQR, 13-23) días ($P =$</p>	<p>Las puntuaciones totales de los síntomas parecían disminuir más rápidamente en el grupo de ejercicio, aunque no alcanzo relevancia estadística. Prescribir ejercicio aeróbico temprano después de una SRC es seguro, siempre que el individuo no exceda su umbral de</p>

				0,009 por la prueba de Mann-Whitney). Hubo una menor incidencia no significativa de retraso en la recuperación en el grupo de ejercicio aeróbico (2 participantes [4%] en el grupo aeróbico vs 7 [14%] en el grupo placebo; $P = .08$).	exacerbación de los síntomas.
Hutchison, et al	8 sesiones de 20 minutos con bicicleta estática durante un periodo de 11 días: dos días de ejercicio fueron seguidos por un día de descanso (intensidad del ejercicio que progresa del 60% al 75% de la frecuencia cardíaca máxima prevista).	Periodo de descanso físico y cognitivo, aumento de niveles de actividad gradual con poco movimiento de la cabeza, cargas visuales y cognitivas.	SCAT 5	El grupo SAEP tuvo un tiempo más rápido hasta el estado asintomático con un 96 % de probabilidad posterior. Además, el grupo SAEP mostró un tiempo más temprano para obtener la autorización médica con un 93% posterior.	Un protocolo de ejercicio aeróbico basado en porcentajes de frecuencia cardíaca máxima prevista para la edad es un tratamiento seguro y eficaz para reducir los síntomas y puede iniciarse durante la primera semana después del SRC.
Howell DR, Hunt DL, Aaron SE, et al	Completaron una prueba de ejercicio aeróbico dentro de los 14 días posteriores a la lesión. Regresaron para evaluaciones 1 mes y 2 meses después de la visita inicial. Al grupo de ejercicio aeróbico se le indicó que hiciera ejercicio 8 semanas, a 5 días por	A los participantes asignados al grupo control se les pidió que cumplieran con el nivel de actividad física recomendada por el médico	PCSI	La gravedad de los síntomas no fue diferente entre los grupos. El grupo que hizo más de 100 minutos por semana de ejercicio aeróbico durante el primer mes del estudio	Un mayor volumen de ejercicio se asoció con una menor carga de síntomas después de un mes de estudio y un volumen de ejercicio >160 minutos/semana.

	<p>semana, 20 minutos por día (100 minutos por semana), a una frecuencia cardíaca objetivo basado en unaprueba de ejercicio en la visita inicial.</p>			<p>informó puntuaciones de gravedad de lo síntomas significativamente másbajos que aquellos que ejercitaron menos de 100 minutos por semana.</p>	
<p>Snyder AR, Greif SM et al.</p>	<p>Consistió en 7 sesiones diarias consecutivas de ejercicio con un solo día de descanso después de completas de 3 a 6 días de la intervención de ejercicio. Los participantes montaron una bicicleta estática a intensidad moderada (mantener entre el 65% y el 75% de la FC máx.) durante dos periodos consecutivos de 20 minutos con un descanso de 5 minutos entre ellos. Se incluyeron breves periodos de calentamiento y enfriamiento (de 5 minutos cada uno).</p>	<p>Se utilizo un programa de estiramientos y movimientos de calistenia como "ejercicio placebo". Los participantes realizaron dos periodos consecutivos de 20 minutos de ejercicio no aeróbico con un descanso de 5 minutos entre ellos dirigido por persona de investigación capacitado.</p>	<p>SCAT 3</p>	<p>El análisis indicó una disminución significativa en las puntuaciones de gravedad de los síntomas antes y después de la intervención (diferencia de medias = -7,44, IC del 95% [-12,37, -2,20]) para ambos grupos de conmoción cerebral.</p>	<p>Los resultados de este estudio indicaron que la viabilidad y tolerabilidad de administrar ejercicio aeróbico mediante ciclismo estacionario en el periodo posterior a la conmoción cerebral (14 a 25 días) son tentativamente favorables. El ejercicio aeróbico no parece tener impacto negativo en las trayectorias de recuperación de los resultados neuroconductuales; sin embargo la tolerabilidad puede ser peor en pacientes con una elevada carga de síntomas.</p>
<p>Worts, PR, Mason, JR et al.</p>	<p>Ejercicio aeróbico al 40% de la FCMáx: La intervención consistió en una única sesión de 20 minutos de caminata en cinta</p>	<p>Descanso físico y cognitivo</p>	<p>Examen motor vestibular/ocular (VOMS), King-Devick (KD) (PCSS)</p>	<p>Tanto en los grupos de ejercicio aeróbico como los grupos control mostraron reducciones</p>	<p>El ejercicio aeróbico prescrito de intensidad baja a moderada, utilizando la ecuación de Tanaka et al. parece seguro en los participantes</p>

	<p>rodante al 40 % (40 FCMáx).</p> <p>Ejercicio aeróbico al 60% de la FCMáx: La intervención consistió en una única sesión de 20 minutos de caminata en cinta rodante al 60% (60 FCMáx).</p>			<p>similares antes y después de la intervención para la gravedad y el recuento de los síntomas ($p < 0,05$), tres elementos VOMS ($p < 0,05$), pero no el tiempo de recuperación.</p>	<p>que presentan una SRC, fue bien tolerado y proporcionó un breve beneficio terapéutico.</p>
<p>Howell DR, Wingersont MJ et al.</p>	<p>El tipo de ejercicio incluía andar en bicicleta estática o trotar ligeramente en una cinta, los participantes completaron series de ejercicio a un nivel que no provocaba síntomas, realizaron durante 10 a 15 minutos a un ritmo autoseleccionado o bajo la supervisión de un entrenador certificado, y no progresaron más allá de las etapas de ejercicio de bicicleta estática o trote ligero para este fin.</p>	<p>Descanso físico y cognitivo</p>	<p>PCSS</p>	<p>Las calificaciones de los síntomas fueron similares entre los grupos en la evaluación aguda posterior a la lesión (mediana PCSS = 18,5 [7,5-26] frente a 17 [14-40]; $p = 0,21$), pero se observó un efecto principal del grupo después de ajustar por el tiempo desde la lesión hasta La evaluación indicó que el grupo de ejercicio informó una menor gravedad de los síntomas que el grupo sin ejercicio en ambas evaluaciones ($p = 0,044$).</p>	<p>Realizar ejercicio dentro de la primera semana de una conmoción cerebral se asocia con una menor gravedad de los síntomas.</p>

6.3 Evaluación de la calidad metodológica

	Artículo
A Kurowski, B. G., Hugentobler, J., Quatma	Aerobic exercise for adolescents with prolonged symptoms after mild traumatic brain injury
B Leddy JJ, Master CL, Mannix R,	Early targeted heart rate aerobic exercise versus placebostretching for sport-related concussion in adolescents.
C Micay R, Richards D, Hutchison MG.	Feasibility of a postacute structured aerobic exercise intervention following sport concussion in symptomaticadolescents
D Leddy JJ; Haider MN; Ellis MJ; MannixR	Early Subthreshold aerobic exercise for sport relatedconcussion,
E. Howell DR; Wingerson MJ; KirwoodMW	Early aerobic exercise among adolescents at moderate/high risk for persistent post-concussionsymptoms
F. Hutchison MG, Di Battista AP, Lawrence DW, Pyndiura K, Corallo D,Richards D	Randomized controlled Trial of Early Aerobic exercise followinf sport related concussion: progressive percentageof age predicted maximal heart rate versus usual care.
G Howell DR, Hunt DL, Aaron SE,Meehan WP	Influence of Aerobic Exercise Volume on PostconcussionSymptoms.
H. Snyder AR, Greif SM, Clugston JR,FitzGerald DB, Yarrow JF, Babikian T,Giza CC, Thompson FJ, Bauer RM.	The effect of aerobic exercise on concussion recovery: a pilot clinical trial
I. Worts, PR, Mason, JR, Burkhart, SO	The acute systemic effects of aerobic exercise in recentlyconcussed adolescent student- athletes: preliminary findings

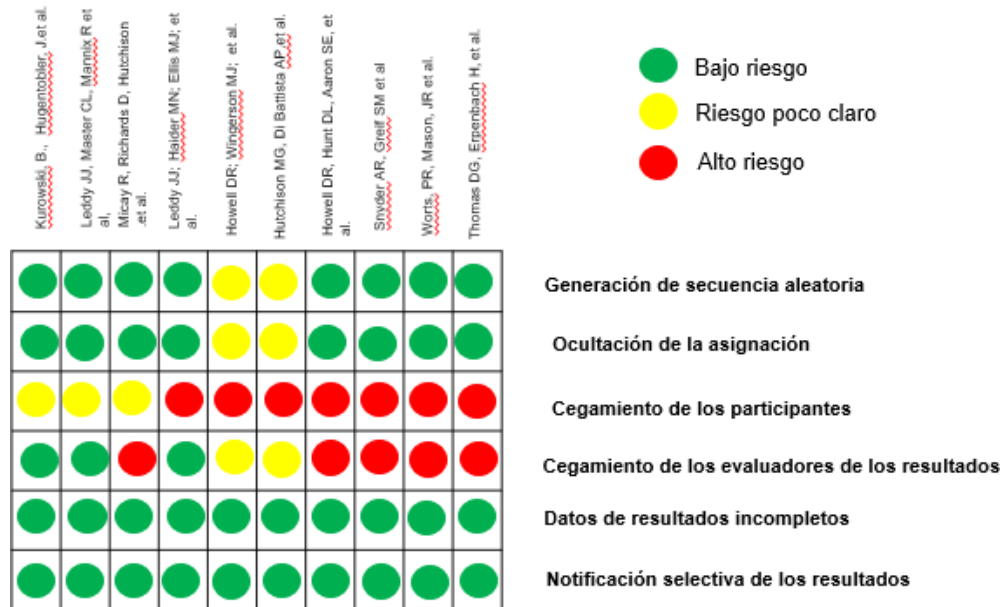
Para evaluar los riesgos de sesgos individuales se utilizó el manual de Cochrane de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Para la generación de la secuencia aleatoria y el ocultamiento de la asignación tuvieron “bajo riesgo” los artículos A, B C, D, G, H, I; por otra parte, los artículos E, y F se clasificaron en “riesgo poco claro”, mientras que el artículo J en “alto riesgo”.

En el cegamiento de los participantes y del personal los artículos A, B Y C se clasificaron en “riesgo poco claro”, los artículos D, E, F, G, H, I, en “alto riesgo”.

En el cegamiento de los evaluadores los artículos A, B Y D se clasificaron en “bajo riesgo”, C, E en “riesgo poco claro” y los artículos F, G, H, I en “alto riesgo”.

Para finalizar el manejo de los datos de resultados incompletos, la notificación selectiva y otras fuentes de sesgo todos los artículos obtuvieron “bajo riesgo”.



La mayoría de los artículos revisados en la revisión, fueron de un sesgo entre medio y bajo debido a la similitud entre la evaluación de los criterios, sin embargo, los artículos fueron calificados con medio y con un alto riesgo de sesgo en el cegamiento de los participantes y los evaluadores debido a que se debía de conocer en todo momento el estado del atleta ya que podían presentar síntomas graves provocados por la conmoción que representarán un riesgo durante el estudio.

6.4 Resultados de los estudios individuales

Kurowski, B..et al (2017): El resultado primario de este estudio fue la mejora de los síntomas posteriores a la lesión y fue evaluada mediante el inventario de síntomas posteriores a una conmoción cerebral (PCSI) autoinformado por el adolescente y repetido durante al menos seis semanas de la intervención. El análisis de varianza de medidas repetidas mediante análisis de modelos mixtos demostró una interacción significativa en las calificaciones PCSI autoinformadas, lo que indica una mayor tasa de mejora en el entrenamiento aeróbico de exacerbación de subsíntomas en comparación con el grupo de estiramiento de todo el cuerpo (valor F = 4,11, valor p = 0,044)

Leddy et al (2021): En el análisis de este estudio se encontró que los pacientes asignados al ejercicio aeróbico tenían más probabilidades de recuperarse dentro de las 4 semanas posteriores a la lesión

en comparación con los asignados al ejercicio de estiramiento, con un riesgo reducido del 48 % de síntomas persistentes posteriores a la conmoción (relación de riesgo para el estiramiento frente al ejercicio aeróbico de 0.52 [IC del 95% 0.28-0.97], $p=0.039$).

No se notificaron eventos adversos. Los participantes en el grupo de ejercicio aeróbico se recuperaron en una media de 12 días (IQR 10-22) contra una media de 21 días (13-35) en el grupo de estiramiento. Cuatro (9%) de 43 participantes en el grupo de ejercicio aeróbico presentaron síntomas persistentes post-conmoción mientras que en el grupo de estiramiento doce (31%) de 39 participantes fueron quienes presentaron estos síntomas.

Micay et al (2018): Este estudio analizó la viabilidad de implementar una intervención de ejercicio aeróbico estandarizada en la etapa post-aguda de recuperación de SRC en adolescentes en comparación con la atención habitual. Todos los participantes fueron evaluados por un médico en las semanas 1, 2, 3 y 4 después de la conmoción cerebral. Las medidas de resultado incluyeron: (1) Viabilidad de la intervención: estado de los síntomas antes, después de las sesiones de ejercicio y finalización de la intervención y (2) Recuperación clínica: estado de los síntomas en las semanas 1, 2, 3 y 4 después de la lesión y fecha de autorización médica.

Todos los participantes completaron las sesiones de ejercicio como parte de la intervención AE y la exacerbación de los síntomas no se asoció con ninguna sesión de ejercicio, las puntuaciones promedio de gravedad de los síntomas de PSCC posteriores a la sesión fueron generalmente más bajas que las puntuaciones promedio de gravedad de los síntomas previos a la sesión. El grupo de ejercicio aeróbico experimentó una mayor resolución de los síntomas en comparación con el grupo de atención habitual a lo largo del tiempo de recuperación.

Leddy et al (2019): buscó evaluar en adolescentes en la fase aguda de una SRC, la efectividad del ejercicio aeróbico de umbral subsintomas frente a un programa de estiramientos. Los participantes en ejercicio aeróbico se recuperaron en una mediana de 13 (rango intercuartílico [IQR], 10-18,5) días, mientras que los participantes en estiramiento se recuperaron en 17 (IQR, 13-23) días ($P = 0,009$ por la prueba de Mann-Whitney). Hubo una menor incidencia no significativa de retraso en la recuperación en el grupo de ejercicio aeróbico (2 participantes [4%] en el grupo aeróbico vs 7 [14%] en el grupo placebo; $P = .08$).

Hutchison et al (2022): Examinaron el efecto de una intervención de ejercicio aeróbico estructurado (SAEP) en la etapa aguda de una conmoción cerebral relacionada con el deporte en comparación con la prescripción de ejercicio de atención habitual (UCEP). Los participantes en el grupo UCEP, en comparación con el grupo SAEP tuvieron un tiempo más rápido hasta el estado asintomático con un 96 % de probabilidad posterior. Además, el grupo SAEP mostró un tiempo antes de la autorización médica con un 93 % de probabilidad posterior. Si bien las puntuaciones de gravedad de los síntomas no difirieron entre los grupos en el momento de la inscripción (gravedad de los síntomas de SAEP,

30; UCEP, 29), posteriormente fueron más bajas en el grupo de SAEP en todas las evaluaciones a lo largo del ensayo con una probabilidad posterior del 100 %.

Howell et al (2021): Buscaron si una prescripción de ejercicio aeróbico de 8 semanas, proporcionada dentro de las 2 semanas posteriores a la conmoción cerebral, afecta la gravedad de los síntomas o el volumen del ejercicio; (2) si el cumplimiento de la prescripción refleja el efecto real del ejercicio aeróbico en la recuperación post conmoción cerebral; y (3) el volumen óptimo de ejercicio asociado con la resolución de los síntomas después de 1 mes de estudio. En los resultados no hubo diferencias significativas en la gravedad de los síntomas entre los grupos de intervención y de atención estándar en el inicio (mediana del Inventario de síntomas posconmoción cerebral, 15 [rango intercuartílico = 10, 42] frente a 20 [11, 35,5]; $P = 0,26$), estudio de 1 mes (4 [0, 28] frente a 5,5 [0,5, 21,5]; $P = 0,96$) o de 2 meses (6,5 [0, 27,5] frente a 0 [0, 4]; $P = 0,11$) visitas.

El volumen de ejercicio fue similar entre los grupos (mediana, 115 [54, 225] frente a 88 [28, 230] min/semana para la intervención con ejercicio frente a la atención estándar; $P = 0,52$). Independientemente del grupo, aquellos que se ejercitaron < 100 min/semana informaron una gravedad de los síntomas significativamente mayor en la evaluación de 1 mes en comparación con aquellos que se ejercitaron > 100 min/semana (mediana, 1,5 [0, 7,5] frente a 12 [4, 28]; $P = 0,03$).

Snyder et al. (2021): Este estudio busco probar la seguridad y tolerabilidad de un programa de ejercicio aeróbico de 1 semana en adolescentes durante la fase post-aguda de una conmoción cerebral y las medidas de resultado fueron la respuesta a los síntomas y los resultados funcionales clave (p. ej., estado de ánimo, sueño, cognición, estabilidad postural y rendimiento neurocognitivo). El análisis de varianza de los resultados del modelo mixto indicó una disminución significativa en las puntuaciones de gravedad de los síntomas antes y después de la intervención (diferencia de medias = -7,44, IC del 95 % [-12,37, -2,20]) para ambos grupos de conmoción cerebral. Sin embargo, el cambio previo y posterior no fue diferente entre los grupos.

Todos los resultados secundarios mostraron mejoras después de la intervención, pero no hubo diferencias entre los grupos. Tres meses después de la lesión, todos los resultados en los grupos de conmoción cerebral estaban dentro de los rangos del grupo de referencia no lesionado.

Howell et al (2022): Examinaron el volumen/intensidad del ejercicio aeróbico en adolescentes con síntomas posteriores a la conmoción cerebral (PPCS) además de determinar la proporción de adolescentes con riesgo de presentar (PPSC) cuando realizan ejercicio aeróbico temprano. Una proporción menor del grupo de ejercicio aeróbico inicial desarrolló el PPCS en comparación con el grupo de tratamiento estándar (tabla 2; cociente de riesgos = 0,52, intervalo de confianza del 95% = 0,34—1,36; número necesario a tratar = 2,4).

Las puntuaciones del PCSI al inicio y al seguimiento, ya se calcularán como un porcentaje del total de síntomas posibles (para tener en cuenta las diferentes escalas de síntomas de los grupos de edad) o como un cambio con respecto a las puntuaciones de los síntomas anteriores a la lesión, no fueron significativamente diferentes entre los grupos.

P.R Worts et (2022): Informa los efectos agudos y sistémicos del ejercicio aeróbico (pre, durante, post intervención) de dos intensidades diferentes en atletas adolescentes después de una conmoción cerebral relacionada con el deporte. La VFC y el MAP antes del ejercicio fueron significativamente diferentes ($p < 0,001$) durante el tratamiento, pero volvieron a los valores previos al ejercicio dentro de los 5 minutos de la recuperación tanto en los grupos SRC como en los grupos con individuos sanos. Tanto los grupos SRC como los grupos con individuos sanos mostraron reducciones similares antes y después de la intervención para la gravedad y el recuento de los síntomas ($p < 0,05$), tres elementos VOMS ($p < 0,05$).

6.5 Síntesis de los artículos

Sobre los estudios, los 9 artículos hacen uso del ejercicio aeróbico, (6, 32-40) donde cada uno utiliza un parámetro distinto para su intervención. Este tipo de intervención fue aplicado a 226 participantes. El resto de los participantes formaron parte de los grupos control, teniendo a 264 participantes en estos grupos.

6.5.1 Acerca de las intervenciones y parámetros usados

Intervención con ejercicio aeróbico

La modalidad de ejercicio aeróbico más empleada como intervención fue el uso de la bicicleta estática, seguido de la caminata en cinta rodante y por último correr en cinta rodante.

La bicicleta estática fue utilizada en 6 estudios (6,35,32,36,37,34), de los cuales dos estudios daban opción a emplear otro tipo de modalidad; caminar o trotar en cinta rodante (35, 36). Dos de los estudios emplearon la caminata en cinta rodante (31, 33) y un estudio utilizó el correr en la cinta rodante (39).

La intensidad del ejercicio aeróbico se dosificó utilizando la frecuencia cardiaca máxima (FC máx.) y la exacerbación de los síntomas como medida de referencia. Los parámetros en cuanto a la intensidad del ejercicio variaron en todos los estudios, dos estudios utilizaron una intensidad del 80 % de la frecuencia cardiaca máxima (FC máx.) (36, 40), un estudio utilizó dos intensidades en diferentes grupos; un grupo utilizó una intensidad del 40 % y el otro grupo utilizó una intensidad del 60% (31); dos estudios utilizaron una intensidad del 65-75% de la (FC máx.) (37,34); un estudio utilizó una intensidad del 90% de la (FC máx.) (35), en otro estudio se inició con una frecuencia del

55% de la (FC máx.) al inicio del estudio y conforme avanzaba se realizaban aumentos progresivos del 5% de la (FC máx.) hasta alcanzar el 70% de la (FC máx.)(32);

Finalmente, dos estudios no especifican la intensidad del ejercicio aeróbico, un estudio solo indica que el ejercicio se realiza hasta la exacerbación de los síntomas (6); mientras que el otro utiliza una intensidad objetivo-basada en una prueba de ejercicio inicial (31).

La duración de la intervención de los estudios en promedio fue de 4-8 semanas, siendo dos estudios donde la intervención solo duró 2 semanas (37, 31). La duración las sesiones duraron un promedio de 20 minutos, solo en un estudio la duración fue de 30 minutos (6).

Intervención del grupo control

La intervención en los grupos control más utilizada fue el estiramiento siendo utilizada en 4 estudios (6,35,36,34), mientras que en tres estudios se recomendó un descanso tanto físico como cognitivo (32,28,33) y finalmente en dos estudios no se especificó la intervención y solo se menciona que siguen instrucciones por parte de un médico (39,31). La duración de las intervenciones fueron las mismas que en el grupo experimental

7. DISCUSIÓN

Los artículos incluidos en esta revisión coinciden en su mayoría con el beneficio y la seguridad de aplicación que tiene el ejercicio aeróbico para el manejo de las conmociones cerebrales en atletas después de una conmoción cerebral, así como la mejoría en los síntomas posteriores a la conmoción y una disminución en los tiempos de recuperación.

En cuanto a las intervenciones usadas en los estudios para los grupos experimentales, se puede decir que el uso de la bicicleta estática (6,32,35,36,37,39) y la caminata en cinta rodante (35, 36) son las modalidades más empleadas, principalmente porque son de fácil uso y aplicación para los atletas, además de que la dosificación en este tipo de modalidades se puede realizar de manera más detallada por la información que proporcionan la cinta rodante y la bicicleta estática.

Con respecto a las intervenciones que se utilizaron en los grupos control, lo más empleado por los estudios fueron programas de estiramiento tanto de miembros superiores como de miembros inferiores, combinado con ejercicios de respiración (35) y ejercicios de calistenia (34), estos estudios utilizaron estas intervenciones como efecto placebo y las utilizaron por la seguridad de su aplicación y por su bajo riesgo de aumento de los síntomas de la conmoción cerebral. Kurowski et al (6) lo utilizó para comprobar si una mínima actividad puede ser potencialmente benéfica. El descanso físico y cognitivo fue la otra intervención que se empleó por los estudios (32, 37, 33) basados en el abordaje conservador en donde se recomienda guardar reposo hasta la resolución de los síntomas.

Si bien aún no está claro porque la recuperación de los atletas que son sometidos a una intervención con ejercicio aeróbico se recupera más rápido que aquellos que son sometidos a un reposo físico y cognitivo. Una posible explicación para los resultados encontrados en esta revisión sistemática está relacionada con la fisiología del cerebro y del ejercicio aeróbico. Hutchinson et al (37) y Kurowski et al (6) mencionan que el ejercicio aeróbico proporciona un beneficio a varios aspectos de la curación del cerebro, incluida la mejora el flujo sanguíneo cerebral, la extracción de oxígeno en sangre, la vía del control autónomo y la neuroplasticidad, así como también reduce la desregulación del metabolismo energético lo que favorece a la reorganización estructural del cerebro que puede impactar favorablemente a la recuperación de las alteraciones causadas en la fisiología cerebral.

Con relación a la intensidad del ejercicio utilizado en los estudios, no se puede establecer una intensidad como la más benéfica, debido a que cada estudio maneja parámetros distintos lo que hace que exista una heterogeneidad de los resultados, por lo que no se puede dar un parámetro de intensidad como el de mayor eficacia. Los nueve estudios (6, 32-40) basan el nivel de intensidad en la frecuencia cardíaca máxima de cada atleta (FC máx.) y coinciden en que la intensidad que debe de utilizarse debe de ser moderada (FC máx. entre 60 y 70 %) y no superar el subumbral de los síntomas (32-40).

Langevin et al (2020) sugiere que la actividad física de hasta al menos una intensidad moderada o con una intensidad por debajo de la exacerbación de los síntomas se puede utilizar de manera segura y con un resultado favorable después de una conmoción cerebral, los estudios (6,35,32,36,37,39) muestran un efecto benéfico de los programas de ejercicio utilizados durante la fase aguda. En la presente revisión se documentó que ninguno de los estudios demostró efectos adversos significativos de la actividad física temprana y la intervención de ejercicio aeróbico, lo que indica que este enfoque de tratamiento es seguro para los atletas adolescentes y adultos jóvenes después de una conmoción cerebral.

En resumen, el papel del ejercicio aeróbico sigue siendo controversial en la rehabilitación de un deportista que ha sufrido una conmoción cerebral, ya que el descanso físico y cognitivo sigue siendo aún una de las estrategias más utilizadas y recomendadas por la comunidad médica, sin embargo, la evidencia disponible y de acuerdo a lo que se encontró en los estudios de esta revisión el reposo completo no favorece la recuperación óptima de los atletas adolescentes que han sufrido una conmoción cerebral, mientras tanto, si se puede alentar a los atletas a que reanuden gradualmente sus actividades de acuerdo a la tolerancia y a la sintomatología que presenten, evitando esfuerzos intensos o actividades que tengan un riesgo elevado de una segunda conmoción cerebral. Lo ideal es que sean supervisados por un profesional de la salud y se les dé seguimiento hasta que llegue la resolución completa de los síntomas y un médico especialista les dé el alta.

Los resultados de los síntomas persistentes después de la conmoción cerebral mostraron una tendencia hacia un efecto positivo y una mayor efectividad para los programas de ejercicio aeróbico en comparación con las intervenciones de los grupos control, los atletas en los grupos de ejercicio generalmente reportaron menos síntomas y sus calificaciones en los Test de evaluación disminuyeron en comparación con las evaluaciones iniciales, sin embargo no se puede hacer un análisis comparativo entre todos los estudios ya que utilizaron diferentes medidas de resultado, 4 estudios utilizaron el Inventario PCSI (6, 35, 40, 31), tres estudios utilizaron el PCSS(32,36 33) y los otros dos estudios utilizaron SCAT 3 (39) y el SCAT 5(37), por lo que para estudios futuros se sugiere que se utilicen las mismas medidas de resultado para que la comparación pueda ser más objetiva.

La evidencia encontrada en esta revisión sistemática sugiere que un profesional de la salud en este caso los fisioterapeutas podrían incorporar la actividad física temprana en sus intervenciones de tratamiento para los atletas adolescentes y adultos jóvenes que han sufrido alguna conmoción cerebral y/o un síndrome posconmocional. Es fundamental que los terapeutas determinen las discapacidades individuales de cada uno de los atletas, así como también utilizar adecuadamente el informe de los síntomas del médico como una guía para que el atleta regrese al deporte y garantizar el momento adecuado de las intervenciones y priorizar la adecuada recuperación del atleta.

8. CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos de esta revisión sistemática muestran que actualmente existe evidencia que respalda el efecto del ejercicio aeróbico en la fase de recuperación de los atletas adolescentes después de una conmoción cerebral relacionada con el deporte. La evidencia sugiere que el ejercicio aeróbico moderado con sub-umbral de los síntomas puede conducir a una recuperación más rápida y un regreso óptimo al deporte gracias en comparación con los abordajes tradicionales en donde el tratamiento es el descanso físico y cognitivo. Sin embargo, aún se desconoce el efecto de la intensidad, duración, frecuencia o duración del entrenamiento dentro de los programas de ejercicio aeróbico sobre la recuperación de una conmoción cerebral. Por lo que se requiere de estudios prospectivos futuros para evaluar los efectos causales relacionados con la recuperación de una conmoción cerebral, es decir, los parámetros específicos de un programa de ejercicio y la asociación entre la resolución de los síntomas con la función psicosocial, la función fisiológica o una combinación de estos factores.

La evidencia actual respalda la idea de que el ejercicio aeróbico subsintomático es una estrategia de tratamiento benéfica para los atletas después de una conmoción cerebral. Además, la eficacia de iniciar un protocolo de entrenamiento físico dentro del primer mes después de una conmoción cerebral aún no se ha evaluado en el mismo grado que los protocolos que comienzan después de que se han desarrollado síntomas persistentes. Por lo tanto, aunque son prometedores, hay muchas áreas adicionales que requieren investigación para determinar completamente el efecto fisiológico del ejercicio aeróbico entre quienes se están recuperando de una conmoción cerebral.

9. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una debilidad de esta revisión es que los resultados de la estrategia de búsqueda capturaron intervenciones de fisioterapia que eran de naturaleza similar ya sea aeróbica o multimodal, en oposición a un espectro más amplio de intervenciones potenciales. Además, hay pruebas limitadas disponibles con respecto a los atletas después de una conmoción cerebral, lo que da como resultado que solo haya ocho ensayos controlados aleatorios disponibles para esta revisión y dos estudios de cohorte.

10. SUGERENCIAS PARA FUTUROS ESTUDIOS

Actualmente existe un vacío en la literatura actual con respecto a las conmociones cerebrales relacionadas con el deporte en atletas y las intervenciones apropiadas para el tratamiento por lo que la investigación futura debe investigar el impacto de las intervenciones de fisioterapia para el estado de atletas adolescentes y adultos jóvenes después de una conmoción cerebral crónica versus aguda en lugar de mezclar los dos y la investigación debe realizarse con un tamaño de muestra más grande para permitir una mayor tamaño del efecto exacto que se va a calcular. También deben investigar la intervención superior para los adolescentes y adultos jóvenes que sufren del síndrome posterior a la conmoción cerebral y determinar si el tratamiento único es más benéfico que el enfoque multimodal para la recuperación de los participantes.

Por último, la investigación futura debe incluir más ensayos controlados aleatorios para mejorar la validez y mejorar la toma de decisiones profesionales.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-Leddy, J. J., Haider, M. N., Hinds, A. L., Darling, S., & Willer, B. S. A preliminary study of the effect of early aerobic exercise treatment for sport-related concussion in males. *Clinical Journal of Sport Medicine*: 2019; 29(5), 353-360. doi: <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000663>
- 2- McCrory P, Meeuwisse W, Dvorak J, et al. Declaración de consenso sobre la conmoción cerebral en el deporte: la 5ª Conferencia Internacional sobre la Conmoción Cerebral en el Deporte celebrada en Berlín, octubre de 2016. *Br J Sports Med*. 2017;51(11):838–47.
- 3- Howell DR, Taylor JA, Tan CO, Orr R, Meehan WP 3rd. The Role of Aerobic Exercise in Reducing Persistent Sport-related Concussion Symptoms. *Med Sci Sports Exerc*. 2019 Apr;51(4):647-652. doi: 10.1249/MSS.0000000000001829. PMID: 30376513; PMCID: PMC6422757.
- 4- Brown L, Camarinos J. The Role of Physical Therapy in Concussion Rehabilitation. *Semin Pediatr Neurol*. 2019 jul; 30:68-78. doi: 10.1016/j.spen.2019.03.011. Epub 2019 Mar 27. PMID: 31235023.
- 5- Haider MN, Leddy JJ, Wilber CG, Viera KB, Bezherano I, Wilkins KJ, Miecznikowski JC, Willer BS. The Predictive Capacity of the Buffalo Concussion Treadmill Test After Sport-Related Concussion in Adolescents. *Front Neurol*. 2019 Apr 24; 10:395. doi: 10.3389/fneur.2019.00395. PMID: 31105634; PMCID: PMC6492460.
- 6- Kurowski, Brad G., et al. "Aerobic Exercise for Adolescents with Prolonged Symptoms after Mild Traumatic Brain Injury." *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, vol. 32, no. 2, 2017, pp. 79–89, <https://doi.org/10.1097/htr.000000000000238>. Accessed 22 oct. 2019.
- 7- Russo MJ, Salvat F, Saco M, Della Vedova F, Alonso Hidalgo I, Blaquier JB, et al. Protocolo para la evaluación y el manejo de las conmociones cerebrales asociadas al deporte. *Neurol Argent [Internet]*. 2020;12(2):113–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuarg.2019.12.001>
- 8- Art K, Ridenour C, Durbin S, Bauer M, Hassen-Miller A. The Effectiveness of Physical Therapy Interventions for Athletes Post-Concussion: A Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther*. 2023 feb 1;18(1):26-38. doi: 10.26603/001c.68071. PMID: 36793559; PMCID: PMC9897009.
- 9- Giza CC, Hovda DA. The Neurometabolic Cascade of Concussion. *J Athl Train*. 2001 Sep;36(3):228-235. PMID: 12937489; PMCID: PMC155411.
- 10-Giza CC, Kutcher JS. An introduction to sports concussions. *Continuum (Minneapolis Minn)*. 2014 Dec;20(6 Sports Neurology):1545-51. doi: 10.1212/01.CON.0000458975.78766.11. PMID: 25470159; PMCID: PMC4274166
- 11- Morissette MP, Cordingley DM, Ellis MJ, Leiter JRS. Evaluation of Early Submaximal Exercise Tolerance in Adolescents with Symptomatic Sport-related Concussion. *Med Sci Sports Exerc*. 2020 Apr;52(4):820-826. doi: 10.1249/MSS.0000000000002198. PMID: 31688644.
- 12- McLeod TC, Lewis JH, Whelihan K, Bacon CE. Rest and treatment/rehabilitation following sport-related concussion: a systematic review. *Tren J Athl*. 2017; 52 (3): 262-287.
- 13- Repositorio Institucional UDCA [Internet]. [consultado el 7 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/4411/1.%20Tesis%20conmocion%20cerebral%20-%20Ciencias%20del%20deporte.pdf?sequence=1>
- 14- Haider MN, Bezherano I, Wertheimer A, Siddiqui AH, Horn EC, Willer BS, Leddy JJ. Exercise for Sport-Related Concussion and Persistent Postconcussive Symptoms. *Sports Health*. 2021

Mar;13(2):154-160. doi: 10.1177/1941738120946015. Epub 2020 Nov 4. PMID: 33147117; PMCID: PMC8167349.

15- Neidecker, N.K. Sethi, R. Taylor, R. Monsell, D. Muzzi, B. Spizler, et al. Concussion management in combat sports: Consensus statement from the Association of Ringside Physicians. *Br J Sports Med [Internet].*, (2018), <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.35.5.344>

16- Ling H, Hardy J, Zetterberg H. Neurological consequences of traumatic brain injuries in sports. *Mol Cell Neurosci.* 2015 May;66(Pt B):114-22. doi: 10.1016/j.mcn.2015.03.012. Epub 2015 Mar 12. PMID: 25770439.

17- Powell C, McCaulley B, Scott Brosky Z, Stephenson T, Hassen-Miller A. The effect of aerobic exercise on adolescent athletes' post-concussion: a systematic review and meta- *Int J Sports Phys Ther.* 2020 oct;15(5):650-658. doi: 10.26603/ijsp20200650. PMID: 33110684; PMCID: PMC7566833.

18- Harmon KG, Drezner J, Gammons M, Guskiewicz K, Halstead M, Herring S, et al. American medical society for sports medicine position statement: Concussion in sport. *Clin J Sport Med [Internet].* 2013;23(1):1–18. <http://dx.doi.org/10.1097/jsm.0b013e31827f5f93>

19- A.M. Dessy, F.J. Yuk, A.Y. Maniya, A. Gometz, J.J. Rasouli, M.R. Lovell, et al. Review of Assessment Scales for Diagnosing and Monitoring Sports-related Concussion. *Cureus [Internet].*, 9 (2017), pp. e1922 <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.1922>

20- M. McCrea, T. Hammeke, G. Olsen, P. Leo, K. Guskiewicz. Unreported concussion in high school football players: Implications for prevention. *Clin J Sport Med [Internet].*, 14 (2004), pp. 13-17 <http://dx.doi.org/10.1097/00042752-200401000-00003>

21- K.P. Kaut, R. DePompei, J. Kerr, J. Congeni. Reports of head injury and symptom knowledge among college athletes: Implications for assessment and educational intervention. *Clin J Sport Med [Internet].*, 13 (2003), pp. 213-221 <http://dx.doi.org/10.1097/00042752-200307000-00004>

22- J. Kosoy, R. Feinstein. Evaluation and management of concussion in young athletes. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care [Internet].*, 48 (2018), pp. 139-150 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cppeds.2018.06.002>

23- G.A. Davis, L. Purcell, K.J. Schneider, K.O. Yeates, G.A. Gioia, V. Anderson, et al. The Child Sport Concussion Assessment Tool 5th Edition (Child SCAT5). *Br J Sports Med [Internet].*, 51 (2017).

24- R. Bell, K.M. Guskiewicz, M.A. Clark, D.A. Padua. Systematic review of the Balance Error Scoring System. *Sport Heal A Multidiscip Approach [Internet].*, 3 (2011), pp. 287-295

25- Romero Imbroda J. *Manual de Neurología del Deporte.* Sevilla: Ediciones héroes de papel; 2021. 341 p.

26- Chicharro JL: *Fisiología del Entrenamiento. Aeróbico: Una visión integrada.* [España]: Editorial Médica Panamericana S.A.; 2013. 124 p.

27- Langevin P, Frémont P, Fait P, Dubé M-O, Bertrand-Charette M, Roy J-S. Aerobic exercise for sport-related concussion: A systematic review and meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc [Internet].* 2020;52(12):2491–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000002402>

28- Leddy JJ, Cox JL, Baker JG, et al. Exercise treatment for postconcussion syndrome: a pilot study of changes in functional magnetic resonance imaging activation, physiology, and symptoms. *J Head Trauma Rehabil.* 2013;28(4):241–9.

- 29- Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol*. 1990;13(8):555–65.
- 30- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine Position Stand: quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(7):1334–59.
- 31- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *J Clin Epidemiol*. 2021 Jun; 134:178-189. doi: 10.1016/j.jclinepi.2021.03.001. Epub 2021 Mar 29. PMID: 33789819.
- 32- Micay, Rachel, et al. “Feasibility of a Postacute Structured Aerobic Exercise Intervention Following Sport Concussion in Symptomatic Adolescents: A Randomised Controlled Study.” *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, vol. 4, no. 1, July 2018, p. e000404, <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000404>. Accessed 21 Dec. 2020.
- 33- Worts PR, Mason JR, Burkhart SO, Sanchez-Gonzalez MA, Kim JS. The acute, systemic effects of aerobic exercise in recently concussed adolescent student-athletes: preliminary findings. *Eur J Appl Physiol*. 2022 Jun;122(6):1441-1457. doi: 10.1007/s00421-022-04932-4. Epub 2022 Mar 18. PMID: 35303160.
- 34- Howell DR, Hunt DL, Aaron SE, Meehan WP 3rd, Tan CO. Influence of Aerobic Exercise Volume on Postconcussion Symptoms. *Am J Sports Med*. 2021 Jun;49(7):1912-1920. doi: 10.1177/03635465211005761. Epub 2021 Apr 15. PMID: 33856860; PMCID: PMC9231419.
- 35- Leddy, John J, et al. “Early Targeted Heart Rate Aerobic Exercise versus Placebo Stretching for Sport-Related Concussion in Adolescents: A Randomised Controlled Trial.” *The Lancet Child & Adolescent Health*, vol. 5, no. 11, Nov. 2021, pp. 792–799, [https://doi.org/10.1016/s2352-4642\(21\)00267-4](https://doi.org/10.1016/s2352-4642(21)00267-4).
- 36- Leddy, John J., et al. “Early Subthreshold Aerobic Exercise for Sport-Related Concussion.” *JAMA Pediatrics*, vol. 173, no. 4, 1 Apr. 2019, p.319, [jamaneetwork.com/journals/jamapediatrics/fullarticle/2723523, https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.4397](https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2018.4397).
- 37- Hutchison, Michael G., et al. “Randomized Controlled Trial of Early Aerobic Exercise Following Sport-Related Concussion: Progressive Percentage of Age-Predicted Maximal Heart Rate versus Usual Care.” *PLOS ONE*, vol. 17, no. 12, 22 Dec. 2022, p. e0276336, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276336>. Accessed 2 Feb. 2023.
- 38- Snyder AR, Greif SM, Clugston JR, FitzGerald DB, Yarrow JF, Babikian T, Giza CC, Thompson FJ, Bauer RM. The Effect of Aerobic Exercise on Concussion Recovery: A Pilot Clinical Trial. *J Int Neuropsychol Soc*. 2021 Sep;27(8):790-804. doi: 10.1017/S1355617721000886. PMID: 34548116; PMCID: PMC8601125.
- 39- Howell DR, Hunt DL, Aaron SE, Meehan WP 3rd, Tan CO. Influence of Aerobic Exercise Volume on Postconcussion Symptoms. *Am J Sports Med*. 2021 Jun;49(7):1912-1920. doi: 10.1177/03635465211005761. Epub 2021 Apr 15. PMID: 33856860; PMCID: PMC9231419.

ANEXOS

Anexo 1. Proceso de extracción de datos.

Título	Tipo de estudio	Año	Tamaño de la muestra	Población
Aerobic exercise for adolescents with prolonged symptoms after mild traumatic brain injury	Ensayo clínico aleatorizado	2017	30 participantes	Adolescentes de 12-17 años que sufrieron una SRC
Early targeted heart rate aerobic exercise versus placebo stretching for sport-related concussion in adolescents.	Ensayo clínico aleatorizado	2021	118 participantes	Atletas adolescentes masculinos y femeninos de 13-18 años que se presentaron 10 días después de la conmoción cerebral relacionada con el deporte
Feasibility of a postacute structured aerobic exercise intervention following sport concussion in symptomatic adolescents	Ensayo clínico aleatorizado	2018	15 participantes	Atletas adolescentes de 14- 18 años con un SRC diagnosticado por un médico
Early Subthreshold aerobic exercise for sport related concussion.	Ensayo clínico aleatorizado	2019	103 participantes	Atletas adolescentes masculinos y femeninos de 13-18 años.
Early aerobic exercise among adolescents at moderate/high risk for persistent post- concussion symptoms	Ensayo clínico aleatorizado	2022	16 participantes	Adolescentes masculinos y femeninos de años 10- 18 años diagnosticados con SRC por un médico
Randomized controlled Trial of Early Aerobic exercise followinf sport related concussion: progresive percentage of age predicted maximal heart rate versus usual care.	Ensayo clínico aleatorizado	2022	38 participantes	Participantes de 13-25 años con un diagnóstico de SRC agudo
Influence of Aerobic Exercise Volume on	Estudio de cohorte	2022	146 participantes	Participantes de 14-21 años con diagnóstico de SRC realizado por

Postconcussion Symptoms.				un médico y con puntuación de PCSI mayor a 9 Estudiantes-atletas de entre 13 y 18 años
The effect of aerobic exercise on concussion recovery: a pilot clinical trial	Ensayo clínico piloto aleatorizado	2021	30 participantes	
The acute systemic effects of aerobic exercise in recently concussed adolescent student- athletes: preliminary findings	Ensayo clínico aleatorizado	2022	30 participantes	Estudiantes-atletas de entre 13 y 18 años

Anexo 2. Escala PEDro

	Criterio
1	Los criterios de elección fueron especificados
2	Los sujetos fueron asignados al azar a grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)
3	La asignación fue oculta
4	Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes
5	Todos los sujetos fueron cegados
6	Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados
7	Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado fueron cegados
8	Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos
9	Se presentaron resultados a todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo de control , o cuando esto no pudo ser , los datos para al menos un resultado fueron analizados por "intención de tratar"
10	Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave
11	El estudio proporciona medidas puntuales y de variables para al menos un resultado clave

Anexo 3 Calificación obtenida en cada artículo

	Artículo	Calificación
1	Aerobic exercise for adolescents with prolonged symptoms after mild traumatic brain injury	10/10
2	Early targeted heart rate aerobic exercise versus placebo stretching for sport-related concussion in adolescents.	9/10
3	Feasibility of a postacute structured aerobic exercise intervention following sport concussion in symptomatic adolescents	8/10
4	Early Subthreshold aerobic exercise for sport related concussion	8/10
5	Early aerobic exercise among adolescents at moderate/high risk for persistent post- concussion symptoms	7/10
6	Randomized controlled Trial of Early Aerobic exercise following sport related concussion: progresive percentage of age predicted maximal heart rate versus usual care.	7/10
7	Influence of Aerobic Exercise Volume on Postconcussion Symptoms.	6/10
8	The effect of aerobic exercise on concussion recovery: a pilot clinical trial	8/10
9	The acute systemic effects of aerobic exercise in recently concussed adolescent student- athletes: preliminary findings	8/10