

Universidad Abierta Interamericana

Facultad de medicina y ciencias de la salud



**Especialización en Kinesiología Deportiva Trabajo Final de
Posgrado**

***“Neurociencia aplicada al entrenamiento cognitivo
para la prevención de lesiones deportivas en pádel.
Revisión narrativa.”***

Alumno

Lic. Ianovale Fernando Rafael
FernandoRafael.Ianovale@Alumnos.uai.edu.ar
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Universidad Abierta Interamericana

Tutor

Lic. Bonari Rodríguez A. Carolina
anacarolina.bonarirodriguez@uai.edu.ar
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud Universidad
Abierta Interamericana

Buenos Aires, 2024

Contenido

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
MATERIALES Y METODOS.....	10
Estrategia de búsqueda	10
Criterios de exclusión	10
DESARROLLO.....	11
Pádel.....	11
Lesión	12
Lesión deportiva.....	12
Neurociencias.....	13
Neurociencias aplicadas.....	13
Entrenamiento cognitivo.....	14
Memoria visoespacial	16
Tiempos de reacción visomotora.....	17
Estrés	17
Manejo del estrés.....	18
RESULTADOS	18
DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIÓN.....	23
REFERENCIAS	24
ANEXOS.....	26

“Neurociencia aplicada al entrenamiento cognitivo para la prevención de lesiones deportivas en pádel”. Revisión narrativa”

Autor: Ianovale Fernando Rafel

RESUMEN

Introducción: La investigación aborda la prevalencia de lesiones en el pádel, destacando que las más comunes son las musculoesqueléticas, y sugiere que los déficits en la respuesta perceptiva y cognitiva pueden contribuir a su ocurrencia. Mediante una revisión de la literatura, se analizaron diversas técnicas de evaluación y entrenamiento neurocognitivo, incluyendo el uso de ejercicios de visión periférica y técnicas de manejo del estrés. El estudio concluye que la integración de programas de entrenamiento neurocognitivo, basados en principios de neuroplasticidad, puede ser una estrategia eficaz para la prevención de lesiones. Estos programas no solo mejoran las capacidades físicas, sino también las cognitivas, permitiendo a los deportistas reaccionar adecuadamente en el juego y minimizar el riesgo de lesiones. Por lo tanto, se recomienda la inclusión de estos métodos en los planes de entrenamiento habituales para optimizar el rendimiento y la seguridad de los jugadores de pádel. **Objetivo:** Analizar los aportes de la neurociencia en la prevención de lesiones deportivas en jugadores amateur de pádel. **Material y métodos:** El presente estudio es una revisión narrativa. Realizada en el año 2024. Búsqueda bibliográfica en bases de datos: PEDro, SciELO, Cochrane, Dialnet, PubMed y Google Académico; considerando textos en inglés y español, publicados entre 2014 – 2024. **Resultados:** La revisión de la literatura permitió seleccionar 32 artículos. La mayoría de los estudios seleccionados

presentan un enfoque relacionado a las neurociencias aplicadas al deporte. Se exponen técnicas de evaluación y se seleccionó un método de entrenamiento basados en las neurociencias. **Conclusión:** Hay un claro aporte de las neurociencias para la evaluación, tratamiento y aumento del rendimiento en deportistas y que tienen un claro efecto sobre la prevención de lesiones. Podemos decir que la aplicación de esta herramienta a un plan preventivo es fundamental para desarrollar estrategias para mejorar la coordinación, la respuesta motora y así reducir el riesgo de lesiones.

Palabras clave: “Neurociencias”, “Prevención”, “Pádel”, “Entrenamiento neurocognitivo”, “Visión periférica”, “Peripheral vision”, “Sports injury”, “Prevention”, “Neurocognitive training”.

INTRODUCCIÓN

El pádel es un deporte de raqueta que ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos años, jugado actualmente en más de 75 países. A pesar de que sus orígenes modernos, sus antecedentes se remontan al siglo pasado, su historia tiene raíces más profundas en Europa, donde deportes de raqueta como el tenis y el bádminton comparten un origen común en el "jeu de la paume" francés del siglo XIII

(1). Sin embargo, el pádel como lo conocemos hoy fue formalizado en 1969 en Acapulco, México, cuando Enrique Corcuera diseñó una cancha con paredes adaptadas para la práctica de este nuevo deporte (2).

En Argentina, el pádel alcanzó popularidad en la década de los 80, consolidándose con la creación de asociaciones nacionales. Durante los años 90 hasta el 2010, Argentina se destacó mundialmente por su gran número de practicantes y títulos

obtenidos (3). A nivel amateur, los jugadores suelen dedicar de 2 a 3 veces por semana a partidos y entrenamientos técnicos, tácticos y físicos que varían entre 1 y 2 horas por sesión (4). Así como las competencias que suelen realizarse los fines de semana, como son los; torneos o liga amateur, donde se juega un partido al día mejor de tres sets, con una duración entre 1 y 2 horas, y los torneos americanos de se realizan en un día con una duración aproximadamente de 4 horas.

El rendimiento deportivo en pádel está condicionado por diferentes determinantes: cualidades físicas, habilidades deportivas específicas y estrategias competitivas. El pádel, al igual que el tenis, está caracterizado por arrancadas rápidas, frenadas, cambios de dirección, y golpes repetidos, donde intervienen muchos grupos musculares, que varían desde intensidades submáximas a periodos de actividad moderados o bajos (5).

Desde el punto de vista fisiológico, reúne la participación de las diferentes rutas metabólicas. En la estructura temporal de las acciones de juego de este deporte, se aprecia un predominio del sistema metabólico anaeróbico láctico o glucólisis rápida, aunque en menor medida también existe una actividad anaeróbica aláctica. Por la duración total de los partidos es necesaria la intervención del metabolismo aeróbico, siendo considerado en este deporte el sistema más importante de soporte energético (6).

Estudios mencionan que, con los datos obtenidos, se puede decir que cuanto mayor es el nivel de competición, se juegan más torneos, y al ser categorías más exigentes a todos los niveles, requieren mayor tiempo de práctica, que unido a jugar más competiciones hacen que se practique más el deporte y exista más carga o fatiga acumulada que puedan llevar al riesgo de padecer una lesión (7).

Si bien la práctica regular del pádel ofrece numerosos beneficios para la salud, no está exenta de riesgos, particularmente las lesiones musculoesqueléticas. Estas afectan principalmente a los miembros inferiores, siendo más frecuentes en jugadores mayores de 35 años (8). Los estudios epidemiológicos han demostrado que las lesiones más comunes en jugadores de pádel son de carácter leve y con mecanismos de lesión intrínseca, predominando las lesiones en miembros inferiores, esto se debe a las características propias del deporte y a la alta demanda de aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección. Seguido de las extremidades superiores y el tronco. El tejido musculo-tendinoso es la estructura corporal más afectada por las lesiones, debido a sobrecargas o a malos gestos deportivos siendo la epicondilitis como la afección más frecuente (9). También deben considerarse los factores intrínsecos como edad, sexo y somatotipo, o extrínsecos como la superficie de juego y el equipamiento como predictores de lesión. La categoría o nivel del jugador, lo que conlleva a mayor cantidad de horas de práctica y competencias, teniendo como consecuencia un sobreentrenamiento. Y las horas de sueño, en jugadores que no duermen lo recomendado afectando la recuperación y generando sobrecargas (10).

Frente a este panorama, la prevención de lesiones se ha convertido en un área crucial dentro de la medicina deportiva. Estudios previos han sugerido la implementación de programas preventivos basados en la condición física y gestos motores específicos del deporte (11), con recomendaciones que incluyen ejercicios posturales y de fortalecimiento muscular (12). Sin embargo, estas estrategias se

centran en la parte física del deportista, dejando de lado un aspecto crucial: el componente neurocognitivo (13).

La neurociencia aplicada al deporte ha emergido como un campo interdisciplinario que busca optimizar tanto el rendimiento deportivo como la prevención de lesiones, potenciando las habilidades cognitivas junto con las físicas. El entrenamiento neurocognitivo, es un enfoque que combina principios de la neurociencia y el entrenamiento físico para mejorar procesos cognitivos como la percepción, la toma de decisiones, la atención y la memoria, con el objetivo de optimizar el rendimiento deportivo y reducir el riesgo de lesiones por medio de ejercicios o dispositivos específicos, como lo describe Alfonso Mantilla, José Iván (14). Este tipo de entrenamiento permite la creación de adaptaciones neuronales en los deportistas, mejorando su rendimiento visoespacial y perceptual en el campo de juego.

Un concepto clave en este proceso es la neuroplasticidad, definida como la capacidad del sistema nervioso para reorganizarse en respuesta a experiencias o entrenamientos específicos. La neuroplasticidad juega un papel crucial en el entrenamiento neurocognitivo para deportes, ya que esta reorganización mejora las conexiones sinápticas y fortalece los circuitos neuronales necesarios para respuestas rápidas y precisas. En el caso del pádel, estas adaptaciones permiten a los jugadores procesar estímulos visuales periféricos y tomar decisiones en fracciones de segundo, reduciendo los errores motrices que pueden resultar en lesiones.

Diversos estudios han analizado la relación entre déficits en el procesamiento cognitivo y el riesgo de lesiones sin contacto, destacando que un bajo rendimiento

cognitivo puede predisponer a los deportistas a patrones cinemáticos y cinéticos alterados. (15, 16). Por otro lado, subrayan la importancia del manejo del estrés y los factores psicosociales como predictores de rendimiento y como afectan la biomecánica del deportista y, por ende, el riesgo de sufrir una lesión. Además, sugieren que las estrategias cognitivas no solo ayudan en la prevención, sino también en el proceso de rehabilitación, preparando al deportista para enfrentar el temor a una nueva lesión y a recuperar la confianza en su propio cuerpo (17).

La evaluación y entrenamientos visuales como el uso de tableros de luz y gafas estroboscópicas han demostrado ser eficaces para mejorar la coordinación motora, reducir tiempos de reacción, y para identificar potencialmente a los deportistas con un riesgo elevado de sufrir lesiones musculoesqueléticas, factores clave en la prevención de lesiones (18, 19). El entrenamiento de la visión periférica, por ejemplo, permite a los deportistas mantener una mejor conciencia espacial, anticiparse a los movimientos del oponente y evitar gestos descoordinados que podrían incrementar el riesgo de lesión (20).

La neuroplasticidad inducida mediante entrenamientos específicos también influye en el control neuromuscular, esencial para minimizar riesgos de lesiones musculoesqueléticas. Mantilla (2019) describe cómo el entrenamiento neurocognitivo no sólo optimiza la reacción ante estímulos visuales, sino que también mejora la coordinación entre el sistema nervioso central y el control motor, para organizar y coordinar los movimientos del cuerpo de manera eficiente y adaptativa en función de los objetivos y las demandas del entorno. El entrenamiento de la relación cerebro-músculo, permite optimizar la ejecución de movimientos complejos, lo cual es clave para la eficiencia, precisión, la estabilidad de gestos

deportivos y prevención de lesiones en deportes de raqueta como en el caso del pádel.

Por ello que el presente estudio pretende indagar sobre la relación que hay entre un déficit en el rendimiento neurocognitivo y el riesgo de sufrir lesiones, para concientizar sobre la importancia de integrar un programa de entrenamiento neurocognitivo a los protocolos de entrenamiento o planes preventivos habituales, siendo una de las tareas pertinentes al kinesiólogo deportivo, la kinefilaxia o prevención de lesiones, o según su terminología más actual, la disminución de riesgo de lesión.

En este sentido, incorporar un entrenamiento neurocognitivo en el programa de prevención de lesiones puede representar una herramienta clave para mejorar la toma de decisiones y reducir los tiempos de reacción de los deportistas, disminuyendo así la probabilidad de sufrir lesiones.

Particularmente en jugadores amateur de pádel, entendidos como aquellos que practican o que se están iniciando en este deporte, por pasión, recreación o desarrollo personal, sin recibir una remuneración económica directa como fuente principal de ingresos, surge el interrogante: ¿cómo influye el entrenamiento neurocognitivo en la mejora de la respuesta perceptiva y motriz para la prevención de lesiones musculoesqueléticas?

OBJETIVOS

Objetivo general

Este estudio tiene como objetivo general, analizar si el desarrollo de habilidades neurocognitivas específicas reduce el riesgo de lesiones en este grupo deportivo, en comparación con las estrategias preventivas tradicionales enfocadas en el acondicionamiento físico y la técnica.

Objetivos específicos

También se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar cuáles son los trastornos musculoesqueléticos más comunes en el pádel y su susceptibilidad en jugadores amateur.
- Identificar y analizar estrategias para la disminución del riesgo de lesiones basadas en entrenamiento neurocognitivo aplicado al deporte.
- Examinar la relación entre el entrenamiento neurocognitivo y la disminución del riesgo de lesiones deportivas.

MATERIALES Y METODOS

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Scielo, Pedro, Cochrane, Dialnet y Google Académico. Luego se realizó una búsqueda de información académica relacionada a la epidemiología lesional en el deporte pádel, para ello se utilizó el buscador Dialnet, con el fin de obtener información proveniente de revistas de índole de la medicina del deporte. El resumen de la estrategia de búsqueda con los términos MeSH y operadores Booleanos, se encuentra en la ***Tabla1 en el Anexo.***

Diseño de estudio

Revisión narrativa. **Criterios**

de inclusión

En primera instancia, se estableció como primer criterio estudios contemplados del año 2014 al 2024, literatura que contemplara los términos MeSH mencionados en la estrategia de búsqueda. Se incluyeron estudios prospectivos y retrospectivos.

Cuya temática se relacione con el entrenamiento neurocognitivo aplicado al deporte. La literatura se aceptaría en idioma español o inglés.

Criterios de exclusión

Estudios cuyo año de publicación fuera inferior al año 2014, que no contemplaran los términos MeSH establecidos. Se excluyeron revisiones e investigaciones cuya muestra no esté relacionada al ámbito deportivo, en texto completo no disponible o por falta de relevancia al tema de investigación.

DESARROLLO

Pádel

El pádel es un deporte de raqueta caracterizado por movimientos rápidos y cambios de dirección frecuentes, lo que implica un elevado uso de la capacidad anaeróbica y la participación del metabolismo aeróbico. Se diferencia de otros deportes de raqueta por el uso de las paredes, hechas de vidrio templado en las canchas más modernas, como un elemento estratégico del juego. Su presencia introduce una mayor complejidad en la toma de decisiones y en la percepción espacial, ya que el jugador no solo debe reaccionar a los golpes directos del rival, sino también anticipar los rebotes, la trayectoria de la pelota y ajustar su posición en función de ellos. El entrenamiento de la visión periférica permite la detección de la pelota, la pared y la posición del rival sin necesidad de enfocar directamente en estos elementos, optimizando la detección de la dirección y velocidad de la pelota cuando no se encuentra en el capo de visión central, como también la intención del rival sin perder de vista la pelota. Además, permite ajustar el posicionamiento del jugador en la pista sin necesidad de girar la cabeza, lo cual ahorra tiempo y energía, y así tomar decisiones más rápidas y responder de manera más efectiva. Las paredes de vidrio templado pueden influir en la concentración y rendimiento de los jugadores, debido a factores relacionados a distracciones visuales y cognitivas. Como la presencia de brillos y reflejos, sobre todo si las canchas son al aire libre o con iluminación

artificial y las transparencias, lo que permite visualizar movimientos de personas fuera de la cancha, lo que puede generar distracciones visuales. Teniendo en cuenta estos factores, los jugadores deben desarrollar estrategias cognitivas para filtrar distracciones y mejorar su atención selectiva.

Actualmente la popularidad del pádel ha aumentado, así como el número de practicantes, y con ello, la incidencia de lesiones musculoesqueléticas, especialmente en las extremidades inferiores debido a los movimientos repetitivos y las demandas físicas del deporte. En jugadores amateur, el entrenamiento y las estrategias de prevención son fundamentales, ya que carecen de la preparación física y neurocognitiva que poseen los profesionales (1, 5).

Lesión

El término "lesión" proviene del latín “laesio” y hace referencia a un daño o alteración morbosa, orgánica o funcional de los tejidos. En el ámbito deportivo, una lesión se define como cualquier daño corporal causado por una herida, golpe o enfermedad, cuyas consecuencias afectan la ejecución o el rendimiento del deportista. Sin embargo, no todas las lesiones son iguales ni tienen el mismo impacto en el deportista y su entorno.

Lesión deportiva

Una lesión deportiva se caracteriza por producirse en el contexto de la práctica deportiva y puede derivarse de diversos factores, como movimientos repetitivos,

esfuerzos excesivos, falta de acondicionamiento físico adecuado o déficits en la capacidad perceptiva y cognitiva. Estas lesiones pueden clasificarse en agudas, cuando ocurren de manera repentina debido a un trauma, o crónicas, cuando son consecuencia de sobreuso y microtraumatismos repetitivos.

En el pádel, las lesiones más comunes son de tipo musculoesquelético, afectando principalmente a los miembros inferiores, seguido miembros superiores y el tronco. Estas pueden producirse por factores intrínsecos, como déficits en la capacidad perceptiva y cognitiva, o extrínsecos, como la superficie de juego y la carga de entrenamiento. La evidencia sugiere que el entrenamiento neurocognitivo puede desempeñar un papel clave en la prevención de lesiones, ya que mejora la respuesta motora, la coordinación y la toma de decisiones, reduciendo así el riesgo de movimientos descoordinados que podrían derivar en lesiones. (8, 9, 19).

Neurociencias

La neurociencia son el conjunto de ciencias y disciplinas científicas que estudian el sistema nervioso y su relación con los procesos cognitivos, emocionales y motores. Su objetivo es comprender cómo el cerebro y el resto del sistema nervioso central procesan la información, regulan el comportamiento y se adaptan a diferentes estímulos internos y externos. Uno de los principios fundamentales de la neurociencia es la neuroplasticidad, definida como la capacidad del sistema nervioso para reorganizarse y adaptarse en respuesta a experiencias y entrenamientos específicos. (13)

Neurociencias aplicadas

Las neurociencias aplicadas al deporte buscan entender y optimizar los factores neurológicos y cognitivos que influyen en el rendimiento y la prevención de lesiones.

En el contexto del pádel, se considera que una mayor capacidad de procesamiento visual y una respuesta motora rápida son clave para disminuir el riesgo de lesiones. El procesamiento visual depende de estructuras como la corteza visual primaria (V1), la corteza visual secundaria (V2-V5) y el lóbulo parietal, encargadas de analizar la trayectoria de la pelota, la velocidad y la posición del rival la pista.

Para optimizar estas funciones, se pueden emplear ejercicios de visión periférica, seguimiento ocular dinámico, gafas estroboscópicas y entrenamiento con tableros de reacción visual, los cuales mejoran la anticipación y la toma de decisiones en el juego.

Por otro lado, la respuesta motora rápida involucra la activación de la corteza motora primaria, los ganglios basales, el cerebelo y el tálamo, que coordinan la ejecución de movimientos eficientes y precisos. Para su entrenamiento, se utilizan ejercicios de reacción rápida con estímulos visuales o auditivos, pliometría con variabilidad sensorial y ejercicios de doble tarea, los cuales favorecen una mejor integración sensoriomotora y una respuesta más rápida ante estímulos inesperados.

A través de ejercicios diseñados para estimular la actividad neuronal, como el entrenamiento neurocognitivo, es posible mejorar la capacidad de reacción, la toma de decisiones y la precisión en la ejecución de movimientos, reduciendo el riesgo de lesiones y optimizando el rendimiento deportivo en pádel (13).

Entrenamiento cognitivo

El entrenamiento neurocognitivo consiste en ejercicios específicos diseñados para mejorar habilidades clave como la atención, la toma de decisiones, el tiempo de reacción y la coordinación motora. A través de este tipo de entrenamiento, se busca desarrollar la neuroplasticidad, promoviendo adaptaciones que optimizan las

respuestas del deportista frente a las demandas del juego. En particular, ejercicios como el uso de tableros de luz, gafas estroboscópicas y programas de reacción visual contribuyen al fortalecimiento de áreas cerebrales críticas, como la corteza prefrontal, la corteza parietal, los ganglios basales, el hipocampo, el cerebelo y el tálamo.

La corteza prefrontal, por ejemplo, es esencial en la toma de decisiones rápidas y en la regulación de la atención, mientras que la corteza parietal facilita la integración sensorial y la percepción espacial, cruciales para la anticipación de movimientos y la coordinación con los objetos. Los ganglios basales intervienen en la automatización del movimiento, optimizando los patrones motores mediante repeticiones, y el hipocampo facilita el aprendizaje y retención de patrones tácticos, lo cual es fundamental para la adaptación durante el juego. Por su parte, el cerebelo se encarga de la coordinación, el equilibrio y la precisión de los movimientos, mientras que el tálamo filtra estímulos sensoriales relevantes para una respuesta rápida y eficiente.

Este enfoque integral no solo mejora la respuesta neurofisiológica del deportista, sino que también optimiza su rendimiento en el campo, reduciendo el riesgo de movimientos descoordinados y, por ende, la posibilidad de lesiones. Con un entrenamiento adecuado, se fortalece la capacidad del jugador para anticipar y reaccionar de manera más eficaz ante las exigencias del juego, mejorando su control motor y su capacidad de tomar decisiones en situaciones de alta demanda cognitiva (14 ,18).

Memoria visoespacial

Se define como la capacidad de memorizar objetos, personas en un determinado lugar y situación. Este tipo de memoria es esencial para mantener una adecuada conciencia espacial y anticiparse a los movimientos del oponente. El hipocampo es crucial para la formación y recuperación de mapas espaciales y memoria a largo plazo, lo que permite al jugador recordar la ubicación de la pelota y otros jugadores en la pista. La corteza parietal posterior involucrada en la percepción espacial y la integración sensorial, ayuda a procesar la información relativa a la posición del cuerpo y los objetos en el espacio, permitiendo al jugador enfocarse en los elementos más relevantes del entorno. Mientras que la corteza prefrontal dorsolateral, está implicada en la memoria de trabajo y en la planificación espacial, manteniendo y manipulando la información espacial necesaria para la toma de decisiones rápidas durante el juego. Los déficits en esta habilidad pueden llevar a patrones de movimiento incorrectos, por lo que los deportistas son menos capaces de mantener una biomecánica óptima mientras se adaptan a las demandas de tareas deportivas específicas que requieren atención visual y aumentar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas. Evaluar y mejorar la memoria visoespacial a través de entrenamientos específicos ayuda a los jugadores a reaccionar con precisión en situaciones de alta demanda visual.

En el contexto del pádel juega un papel crucial en la capacidad de un jugador para procesar y recordar la ubicación de objetos (como la pelota y los jugadores) y la relación de estos con su propio cuerpo en el espacio. Se refiere a la habilidad de retener y manipular mentalmente la información visual relacionada con el entorno, lo que es esencial para anticiparse a los movimientos del oponente, la ubicación de

la pelota y las jugadas que se están desarrollando.

En un deporte como el pádel, donde los movimientos son rápidos y la información visual cambia constantemente, la memoria visoespacial permite al jugador mantener una "imagen mental" del campo y de los elementos que lo componen, incluso cuando están en movimiento. Esto incluye recordar no solo la trayectoria de la pelota, sino también la posición del oponente y la propia, para poder tomar decisiones rápidas y estratégicas. (21).

Tiempos de reacción visomotora

Los tiempos de reacción visomotora se refieren a la rapidez con la que un jugador procesa un estímulo visual y responde físicamente a él. Esta habilidad es esencial en pádel para realizar movimientos rápidos y precisos, especialmente cuando las situaciones de juego lo requieren.

Las estructuras cerebrales involucradas incluyen la corteza motora primaria y corteza premotora, responsables de la ejecución y planificaciones de movimientos respectivamente. Los ganglios basales, modulan la iniciación y ejecución de movimientos, facilitando la activación de movimientos deseados y suprimiendo los no deseados. Por último, el cerebelo, ajustando los movimientos en tiempo real, asegurando la precisión y coordinación durante la ejecución.

Un tiempo de reacción lento puede resultar en una respuesta tardía a estímulos visuales, llevando a movimientos descoordinados y aumentando el riesgo de lesiones, especialmente en las extremidades inferiores.

Entrenamientos que mejoren esta capacidad, como la práctica con señales visuales rápidas, pueden ser eficaces en la reducción de riesgo de lesiones, ya que permiten al jugador anticiparse y ejecutar movimientos o gestos específicos seguros (22).

Estrés

Es una respuesta física, emocional y psicológica que ocurre cuando una persona o deportista, percibe que las demandas de una situación superan su capacidad para hacerle frente. Esta respuesta puede ser causada por factores externos (como una situación deportiva) o internos (como preocupaciones o expectativas personales). Existe el estrés de tipo positivo (eutrés) que motiva e impulsa a enfrentar desafíos, el cual es considerado beneficioso en situaciones que requieren acción, como prepararse para una competencia. Y el estrés negativo (distrés) que ocurre cuando la presión de una situación es excesiva y no manejable, el cual puede tener efectos perjudiciales en la salud física y mental.

Manejo del estrés

La capacidad de manejo de estrés es fundamental en cualquier deporte, incluido el pádel, ya que los jugadores enfrentan situaciones que pueden generar ansiedad o presión, como competir en partidos importantes, lidiar con el rendimiento propio, o responder a las expectativas externas. Esto ayuda a los jugadores a mantener la concentración y tomar decisiones adecuadas durante el juego. Ya que la persistencia de situaciones deportivas estresantes puede contribuir a sufrir una lesión, por disminución de los procesos neurocognitivos y perceptivos, como consecuencia aumentan los tiempos de reacción afectando el rendimiento deportivo. A nivel cerebral disminuye la comunicación entre el hemisferio izquierdo y derecho, aumenta la activación amigdalina, comprometiendo la atención y la toma de decisiones del deportista, lo que aumenta aún más el riesgo de lesión. Incorporar técnicas de manejo del estrés, como la visualización, diálogo interno positivo y el uso de técnicas de relajación, permite a los deportistas lograr un mejor control del estrés, mantener un nivel óptimo de rendimiento y reducir el riesgo de lesiones (17).

RESULTADOS

Mediante las distintas plataformas de búsqueda se lograron identificar un total de 1208

artículos publicados entre enero del 2014 y diciembre del 2024 como se muestra en la *tabla 1*. Solo se tomaron artículos que cumplieran los criterios de inclusión y exclusión, cuyo enfoque sea sobre la aplicación de las neurociencias al deporte. En las *figuras 1 y 2* en el **Anexo** se detalla un resumen de los estudios que cumplieron con los criterios de selección para la realización de la presente revisión narrativa.

Se incluyeron 32 estudios, de los cuales se seleccionaron 6 artículos claves relacionados con la neurociencia aplicada al entrenamiento cognitivo para la prevención de lesiones en el deporte (*ver tabla 2*). Los estudios se centraron principalmente en los beneficios del entrenamiento neurocognitivo en la reducción del riesgo de lesiones en diferentes deportes, incluidos deportes de raqueta como el pádel.

El entrenamiento cognitivo basado en principios de neuroplasticidad ha demostrado mejorar tanto las habilidades físicas como las cognitivas de los deportistas: atención, percepción, procesamiento sensorial, memoria, velocidad de procesamiento, anticipación y coordinación visomotora, facilitando la toma de decisiones rápidas y previniendo movimientos inadecuados que pueden llevar a lesiones. Además, diversos estudios han señalado que la disminución en la función cognitiva, como la capacidad de atención y el tiempo de reacción, incrementa el riesgo de lesiones sin contacto, especialmente en las extremidades

inferiores. Esta relación es particularmente relevante en situaciones que exigen respuestas rápidas y bajo presión (15, 16)

Por otra parte, el estrés y la ansiedad se identifican como factores psicosociales clave que influyen en la probabilidad de lesiones en los deportistas, ya que niveles elevados de estrés pueden interferir en la toma de decisiones durante situaciones de alta presión, aumentando la susceptibilidad a las lesiones (17).

Asimismo, el entrenamiento visual se destaca como una estrategia eficaz tanto para mejorar el rendimiento como para reducir el riesgo de lesiones. Métodos como las gafas estroboscópicas y el tablero de luces Dynavision D2 han demostrado su efectividad en la mejora de la percepción periférica, la agudeza visual dinámica y los tiempos de reacción (18).

Las gafas estroboscópicas, utilizan el efecto estroboscópico, que consiste en interrumpir la visión durante un ejercicio alternando entre fases de opacidad y transparencia a diferentes frecuencias, lo que desafía al cerebro a procesar la información visual con menos estímulos. Al recibir menor información visual, el cerebro se vuelve más eficiente en la predicción del movimiento, ya sea el del oponente o la pelota, mejorando la anticipación, la concentración y aumentando capacidad de reacción. El tablero de luces Dynavision D2, emplea una cuadrícula de luces LED que se encienden de manera aleatoria, el deportista debe presionarla lo más rápido y preciso posible mientras realiza tareas cognitivas adicionales, contribuyendo a la mejora de los tiempos de reacción, coordinación oculomotora, el desarrollo de la visión periférica y potenciar la toma de decisiones bajo presión al combinar estímulos visuales a tareas secundarias.

Además, la evaluación de la memoria visoespacial y la integración de sus resultados podrán ser fundamentales para personalizar programas de prevención de lesiones. Estos programas pueden enfocarse en optimizar tanto el control neuromuscular como las habilidades cognitivas visuales, permitiendo identificar y reducir los riesgos de lesión en deportes de alta demanda visual, como el pádel (19).

Finalmente, aplicado a la rehabilitación, el entrenamiento cognitivo enfocado en la mejora de habilidades cognitivas como la atención, la toma de decisiones y el control del entorno o enseñando a los deportistas el manejo del estrés, se asocia con mejoras en los tiempos de recuperación y una reducción en las tasas de re-lesión en los deportistas. Tal como se observa

en futbolistas, donde el entrenamiento incluye prácticas de atención y estrategias de manejo del estrés para mejorar el rendimiento, los jugadores de pádel podrían beneficiarse de ejercicios que optimicen su capacidad de concentración y control de la ansiedad, habilidades que pueden reducir errores y mejorar la ejecución biomecánica de los gestos deportivos (17).

DISCUSIÓN

Este trabajo tuvo como objetivo analizar los aportes de la neurociencia en la prevención de lesiones deportivas y aplicarlas al deporte pádel. Partiendo de que, para desarrollar programas preventivos, es importante determinar primero los predictores de lesiones deportivas y que, en la historia de la predicción y prevención de lesiones deportivas, las perspectivas fisiológicas y biomecánicas han sido dominantes y, las funciones cognitivas disminuidas rara vez son consideradas un factor de riesgo para producir una lesión.

Se ha demostrado a través de los estudios mencionados que la capacidad cognitiva

disminuida, incluida la atención visual, ya sea a través de una línea de base natural o a través de una lesión cerebral, aumenta el tiempo de reacción neurocognitiva. Como consecuencia, un deportista podría correr un mayor riesgo de sufrir una lesión musculoesquelética. Debería considerarse el deterioro cognitivo como factor de riesgo modificable en lesiones y ampliar los programas preventivos desde un enfoque simplemente físico y biomecánico a un enfoque más global, esto podría aumentar la eficacia de los programas de prevención de lesiones para algunos deportistas.

La neuroplasticidad permite a los jugadores de pádel adaptarse a las demandas del entorno a través de la repetición de estímulos sensoriales y motores en el entrenamiento neurocognitivo. Esta capacidad de adaptación cerebral mejora la coordinación motora, reduce el tiempo de reacción y, por lo tanto, disminuye el riesgo de movimientos descoordinados que podrían llevar a lesiones.

Los resultados sugieren que la incorporación de entrenamientos cognitivos y visuales, como el uso del tablero Dynavision D2 o ejercicios con gafas estroboscópicas, podría integrarse en los entrenamientos de pádel para mejorar la capacidad de reacción y reducir el riesgo de lesiones. La implementación de estas estrategias debería ser adaptada a las particularidades del deporte, como los movimientos rápidos y cambios de dirección, que son característicos del pádel.

Es probable que los jugadores amateurs, al tener tiempos de reacción más lentos y menor control motor que los jugadores profesionales, se beneficien más de este tipo de entrenamientos. Además, los jugadores mayores de 35 años, quienes son más propensos a sufrir lesiones musculares, podrían reducir significativamente su riesgo mediante un enfoque preventivo neurocognitivo (8).

Una de las principales limitaciones de los estudios incluidos es la falta de ensayos controlados que evalúen específicamente el impacto del entrenamiento neurocognitivo en jugadores de pádel. Sería valioso que futuras investigaciones adopten diseños experimentales más robustos, como ensayos aleatorizados, para establecer con mayor certeza la relación causal entre los déficits neurocognitivos y el riesgo de lesiones.

CONCLUSIÓN

Esta revisión narrativa analiza la influencia de factores cognitivos y mentales en la prevención de lesiones deportivas, partiendo del estudio de Bahdur et al. (17), que relaciona estas características con la probabilidad de lesiones en futbolistas, aplicándola al contexto del pádel. Los hallazgos destacan la efectividad del entrenamiento neurocognitivo, en la mejora del procesamiento de información, la percepción espacial, la capacidad de atención visual y los tiempos de reacción, reduciendo el riesgo de lesiones en deportes de alta demanda visual como el pádel. Estas habilidades también son cruciales, ya que la rápida sucesión de movimientos y cambios de dirección exige que los jugadores mantengan un alto nivel de concentración y respuestas adecuadas a los estímulos inesperados. Además, se promueve un enfoque integral que considere tanto aspectos biomecánicos como psicológicos, abordando factores como el estrés y la ansiedad. Finalmente, la revisión resalta la aplicabilidad de estos principios neurocientíficos en el pádel, sugiriendo entrenamientos visuales y neurocognitivos para optimizar el rendimiento y la seguridad de los jugadores. Por lo tanto, parecería ser una buena opción considerar estos factores para desarrollar programas prevención de lesiones

o

brindar a los jugadores las herramientas necesarias para reducir la producción de las mismas.

REFERENCIAS

1. Martínez BJS-A. Historia del pádel. Mater Para Hist Deporte [Internet]. 2013;0(11):57–60. Disponible en: https://polired.upm.es/index.php/materiales_historia_deporte/article/view/4140
2. Reglamento de juego del pádel federación internacional pádel F.I.P [Internet]. Padelfip.com. Disponible en: <https://www.padelfip.com/wp-content/uploads/2023/09/2-Reglamento-Juego.pdf>.
3. Sánchez Gutiérrez A. El pádel como elemento de cohesión social. Gestión comunicativa del World Padel Tour. [Internet] [bachelor thesis]. 2022.
4. Cambiaso F. Prevalencia y prevención de lesiones en Pádel. Universidad FATSA. [Tesis de licenciatura]. 2020.
5. Pradas de la Fuente F, González-Jurado JA, García-Giménez A, Gallego Tobón F, Castellar Otín C. Características antropométricas, de jugadores de pádel de élite. Estudio piloto. RIMCAFD [Internet]. 2019;19(74).
6. Cardiel Sánchez A, Mar RR. Análisis sobre las lesiones más frecuentes en el pádel, sus posibles causas y recuperación. Unizar.es. [Trabajo de fin de grado]. 2022
7. Cañas JC. Factores de rendimiento deportivo del jugador de pádel profesional. Universidad de Granada; 2017.
8. Sánchez Alcaraz-Martínez BJ, Courel Ibáñez J, Díaz García J, Muñoz Marín D. Estudio descriptivo de lesiones de pádel: relación con el género, edad, nivel de

los jugadores y localización de las lesiones. Rev Andal Med Deporte [Internet]. 10 de enero de 2019;0(Avance Online).

9. García-Fernández P, Guodemar-Pérez J, Ruiz-López M, Rodríguez-López ES, García-Heras A, Hervás-Pérez JP. Epidemiología lesional en jugadores españoles de pádel profesionales y amateur. Rev Int Med Cienc Act Física Deporte. 16 de diciembre de 2019;19(76):641.

10. Cardiel A. Análisis sobre las lesiones más frecuentes en el pádel, sus posibles causas y recuperación. Facultad ciencias de la salud y del deporte; 2022.

11. Delgado-García G. Protocolos para la evaluación biomecánico-técnica y la prevención de lesiones músculo-esqueléticas, en deportistas de raqueta [Internet]. Universidad de Granada; 2021 [citado 27 de mayo de 2024].

12. Prado F de, Sánchez Alcaraz Martínez BJ, García Navarro J, Burruezo López A. Prevención de lesiones en el pádel. Trances Transm Conoc Educ Salud. 2014;6(4 (JUL-AGO)):175-88.

13. Tamorri ES. Neurociencias y deporte. Psicología deportiva. Procesos mentales del atleta: Editorial Paidotribo; 2004. 328 p.

14. Alfonso Mantilla JI. Neurociencia y entrenamiento en el deporte de alto rendimiento. Riccafd Rev Iberoam Cienc Act Física El Deporte. 2019;8(2):79-90.

15. Herman DC, Barth JT. Drop-jump landing varies with baseline neurocognition: Implications for anterior cruciate ligament injury risk and prevention: Implications for anterior cruciate ligament injury risk and prevention. Am J Sports Med [Internet]. 2016;44(9):2347–53.

16. Shibata S, Takemura M, Miyakawa S. Kinematics, kinetics and muscle activity analysis during single-leg drop-jump landing followed by an unanticipated task:

Focusing on differences in neurocognitive function. Int J Sports Phys Ther [Internet]. 2023;18(5):1085–93.

17. Bahdur K, Pruna R, Erasmus H, Pedret C. ¿Juega la cognición un papel en la prevención de lesiones y en la vuelta al juego en el futbolista de élite? Una perspectiva desde el campo. Apunts Sports Med. 1 de octubre de 2018;53(200):125- 8.

18. Clark JF, Colosimo A, Ellis JK, Mangine R, Bixenmann B, Hasselfeld K, et al. Vision training methods for sports concussion mitigation and management. J Vis Exp. 2015;(99):e52648

19. Monfort SM, Pradarelli JJ, Grooms DR, Hutchison KA, Onate JA, Chaudhari AMW. Visual-spatial memory deficits are related to increased knee Valgus angle during a sport-specific sidestep cut. Am J Sports Med 2019;47(6):1488–95.

20. Wilkerson GB, Simpson KA, Clark RA. Assessment and Training of Visuomotor Reaction Time for Football Injury Prevention. J Sport Rehabil. enero de 2017;26(1):26-34.

ANEXOS

<i>Base de datos</i>	<i>Estrategia de búsqueda</i>	<i>Resultados</i>
<i>PUBMED</i>	"Biomechanical Phenomena" AND "Cognition"	238
<i>PUBMED</i>	"Biomechanical Phenomena" AND "Athletes" AND "Risk"	57
<i>PUBMED</i>	"Cognition" AND "Athletic Injuries" OR "Musculoskeletal System *injuries"	3
<i>PUBMED</i>	"Musculoskeletal Diseases" AND "Risk Factors" AND "Athletic Injuries"	156
<i>PUBMED</i>	"Peripheral vision", "Sports injury", "Prevention"	150
<i>SCIELO</i>	"Neurociencias", "Deportes", "Entrenamiento"	18
<i>PEDRO</i>	"Neurocognitive training y "Vision training"	62
<i>COCHRANE</i>	"Training and Cognition"	148

COCHRANE	“Sports and Cognition”	50
GOOGLE ACADÉMICO	“Lesiones y Neurocognición”	246
DIALNET	“Lesiones en pádel”	26
DIALNET	“Prevención de lesiones en pádel”	10
DIALNET	“Neurociencias y deportes”,	44
Total		1208

Tabla 1. Resultados de estrategia de búsqueda.

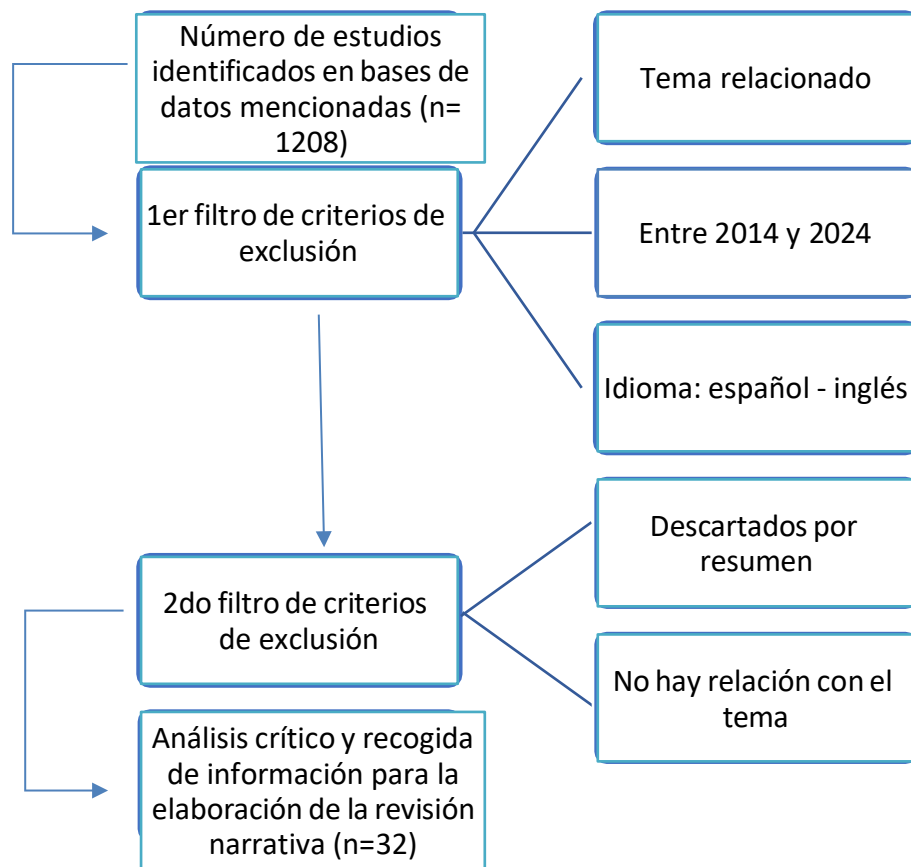


Figura 1. Identificación y proceso de selección de los estudios sobre el tema neurociencias y entrenamiento neurocognitivo en deportes.

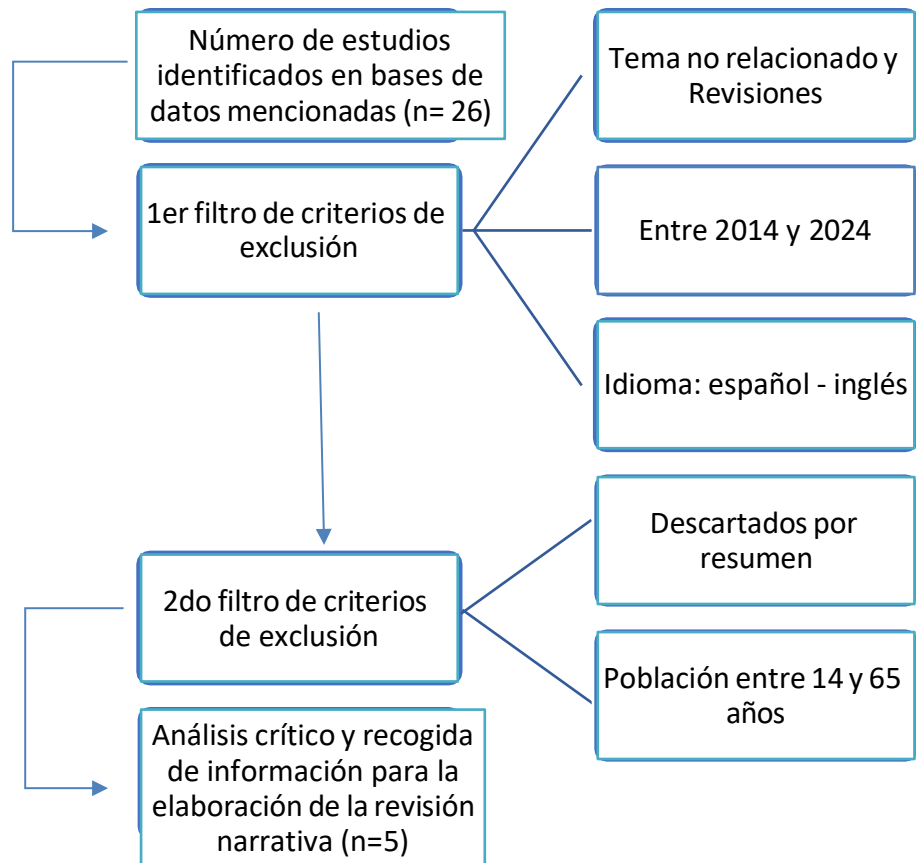


Figura 2. Identificación y proceso de selección de los estudios sobre el tema epidemiología lesional en el deporte pádel.

Referencia	Título	Autores	Año	Objetivos	Resultados	Conclusión
15	Drop-Jump Landing Varies With Baseline Neurocognition: Implications for Anterior Cruciate Ligament Injury Risk and Prevention	Daniel C. Herman and Jeffrey T. Barth	2016	Determinar si existen diferencias en el rendimiento neuromuscular durante una tarea atlética desafiante entre atletas con un rendimiento neurocognitivo inicial alto versus bajo.	El grupo con bajo rendimiento demostró un rendimiento neuromuscular significativamente alterado durante la fase de aterrizaje mientras completaba la tarea de salto y aterrizaje.	Los atletas con niveles bajos de rendimiento neurocognitivo inicial demuestran un rendimiento neuromuscular deficiente durante el aterrizaje en comparación con los atletas con niveles altos de rendimiento neurocognitivo inicial. El rendimiento neurocognitivo de modo que puedan tener un riesgo elevado de sufrir lesiones. Estos resultados pueden servir para la detección, prevención y rehabilitación del riesgo de lesión del LCA.
16	Kinematics, Kinetics and Muscle Activity Analysis during Single-leg Drop-jump Landing Followed by an Unanticipated Task Focusing on Differences in Neurocognitive Function	Satoshi Shibata, Masahiro Takemura, Shumpei Miyakawa	2023	Aclarar el efecto de las diferencias en la función neurocognitiva durante un movimiento de aterrizaje con salto con una sola pierna seguido de una tarea imprevista.	El grupo con bajo rendimiento mostró mayor rotación del tronco hacia la pierna de apoyo. No hubo diferencias significativas en momentos articulares o actividad muscular.	La función neurocognitiva afecta la estrategia motora del tronco durante el salto en una pierna, pero su relación con el riesgo de lesiones de LCA no está clara.
17	¿Juega la cognición un papel en la prevención de lesiones y en la vuelta al juego en el futbolista de élite? Una perspectiva desde el campo	Bahdur K, Pruna R, Erasmus H, Pedret C.	2018	Investigar cómo las capacidades cognitivas, como la atención, la toma de decisiones y la percepción del entorno, influyen en la probabilidad de sufrir lesiones y en la eficacia del proceso de rehabilitación en futbolistas de élite.	Las habilidades cognitivas, especialmente la percepción del entorno y la toma de decisiones bajo presión, están estrechamente vinculadas con la prevención de lesiones. Los futbolistas que muestran una mejor capacidad para anticipar movimientos y evaluar rápidamente situaciones de juego tienen menos probabilidades de lesionarse.	Las habilidades cognitivas son fundamentales tanto para la prevención de lesiones como para el retorno efectivo al juego en futbolistas de élite. Se recomienda a los equipos y entrenadores considerar el entrenamiento cognitivo como un componente esencial del desarrollo integral del jugador para mejorar su rendimiento y reducir el riesgo de lesiones.
18	Vision Training Methods for Sports Concussion Mitigation and Management	Clark JF, Colosimo A, Ellis JK, Mangine R, Bixenmann B, Hasselfeld K, et al.	2015	Analizar el uso de técnicas de entrenamiento de la visión para prevenir y tratar las conmociones cerebrales en el deporte	Los métodos de entrenamiento visual que mejoran las habilidades visuales y perceptivas, como el reconocimiento rápido de estímulos visuales y la mejora del seguimiento ocular, pueden reducir el riesgo de conmociones cerebrales. Estos métodos ayudan a los atletas a anticipar mejor los movimientos y evitar contactos peligrosos.	Los métodos de entrenamiento visual son una herramienta prometedora tanto para la prevención de conmociones cerebrales en deportes de alto riesgo como para la gestión de los síntomas post-conmoción. Implementar estos métodos en programas de entrenamiento deportivo puede ayudar a los atletas a desarrollar mejores habilidades perceptuales y de reacción, lo que a su vez puede reducir el riesgo de lesiones en la cabeza y mejorar el manejo de las conmociones cerebrales cuando ocurren.
19	Visual-Spatial Memory Deficits Are Related to	Scott M. Monfort, Jared J. Pradarelli, z,	2019	Este estudio explora la relación entre la memoria	La única medida cognitiva significativamente relacionada con el	La memoria visoespacial influye en el control neuromuscular durante tareas

	Increased Knee Valgus Angle During a Sport-Specific Sidestep Cut	Dustin R. Grooms, Keith A. Hutchison, James A. Onate and Ajit M. W. Chaudhari,		visoespacial y el control neuromuscular en atletas realizando un corte lateral con un balón de fútbol. La hipótesis es que los atletas con menor rendimiento en memoria visoespacial mostrarían un ángulo de valgo de rodilla (KVA) mayor al realizar un corte lateral mientras driblan un balón, en comparación con aquellos sin déficit de memoria visoespacial.	cambio en el ángulo de valgo de rodilla durante el dribbling fue la puntuación de memoria visoespacial. Los atletas con menor puntuación en memoria visoespacial presentaron un aumento en el ángulo de valgo de rodilla, sugiriendo un mayor riesgo biomecánico para lesiones de ligamento cruzado anterior (LCA).	deportivas específicas. Este hallazgo sugiere que la evaluación de la memoria visoespacial podría ayudar a identificar a los atletas con mayor riesgo de lesión en los miembros inferiores, mejorando así los programas de prevención al incluir estrategias de entrenamiento cognitivo.
20	Assessment and Training of Visuomotor Reaction Time for Football Injury Preventio	Wilkerson GB, Simpson KA, Clark RA.	2016	Evaluar la VMRT (tiempo reacción visomotora) como un predictor de lesión y el grado de mejora puede resultar del entrenamiento de la VMRT.	El tiempo de reacción visomotora, que es la rapidez con la que un atleta puede procesar una señal visual y convertirla en una respuesta física, se identifica como un factor clave en la prevención de lesiones. Los futbolistas con tiempos de reacción más rápidos tienen una mayor capacidad para evitar situaciones de riesgo durante el juego, como colisiones o movimientos bruscos que pueden causar lesiones.	El tiempo de reacción visomotora es un componente esencial para la prevención de lesiones en futbolistas. Los programas de entrenamiento que se centran en mejorar esta habilidad pueden ayudar a los jugadores a responder más rápidamente a situaciones de riesgo, reduciendo así la probabilidad de lesiones.

Tabla 2. Artículos seleccionados en esta revisión.