Estrategias de prevención de lesiones en tenis: Una revisión sistemática

Injury prevention strategies in tennis: a systematic review

Autores

Luis Miguel Fernández-Galván[1-2-3]
Carlos Enrique López Nuevo[1]
Ignacio Laborda Delgado[1]

[1] Universidad Europea de Madrid (España)
[2] Universidad Jaime I (España)
[3] Universidad Rovira I Virgili (España)

Autor de correspondencia:
Ignacio Laborda Delgado
nacho_ld@hotmail.com

Cómo citar en APA

Fernández-Galván, L. M., López nuevo, C. E., & Laborda Delgado, I. (2025). Estrategias de prevención de lesiones en tenis. Una revisión sistemática. *Retos*, *64*, 302–310. https://doi.org/10.47197/retos.v63.110653

Resumen

Introducción: la prevención de lesiones en el tenis es fundamental para preservar la salud de los tenistas, promoviendo un desarrollo psicofísico equilibrado y un rendimiento óptimo. Esto resulta crucial tanto para tenistas profesionales como amateurs, ya que prolonga su carrera deportiva.
Objetivo: identificar las medidas de prevención de lesiones implementadas en el tenis, describiendo su metodología de aplicación, los efectos observados y los aspectos tecnológicos involucrados.
Metodología: se llevó a cabo una búsqueda sistemática en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, seleccionándose cinco estudios que cumplían con los criterios de inclusión previamente establecidos.
Resultados: indican que dispositivos GPS, como "Armbeep Tennis", permiten monitorizar la carga externa e interna de manera eficaz, reduciendo riesgos de sobrecarga. Asimismo, aplicaciones como "Fusionetics™" identifican desequilibrios musculoesqueléticos y asimetrías bilaterales, mientras que el análisis de la fuerza de agarre revela que asimetrías superiores al 15% pueden predecir la aparición de lesiones.
Conclusiones: las tecnologías descritas, como dispositivos GPS, aplicaciones de análisis biomecánico y el monitoreo de la fuerza de agarre, representan recursos esenciales para prevenir lesiones, optimizar la salud y mejorar el rendimiento en el tenis.

Palabras clave

Deporte; epidemiología; evaluación; programas de intervención.

Abstract

Introduction: Injury prevention in tennis is crucial for safeguarding players' health, promoting balanced psychophysical development, and achieving optimal performance. This is particularly important for both professional and amateur players, as it helps extend their athletic careers.
Aim: identify injury prevention strategies implemented in tennis, detailing their application methodologies, observed effects, and associated technological aspects.
Methodology: a systematic search was conducted in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases, resulting in the selection of five studies that met the pre-established inclusion criteria.
Results: that GPS devices, such as "Armbeep Tennis," effectively monitor external and internal loads, reducing the risk of overload. Similarly, applications like "Fusionetics™" detect musculoskeletal imbalances and bilateral asymmetries, while grip strength analysis suggests that asymmetries greater than 15% may predict injury risk.
Conclusions: the technologies discussed, including GPS devices, biomechanical analysis applications, and grip strength monitoring, serve as essential tools for injury prevention, health optimization, and performance enhancement in tennis.

Keywords

Sport; epidemiology; evaluation; intervention programs.

Introducción

Las lesiones en los tenistas jóvenes pueden tener efectos muy significativos tanto a corto como a largo plazo, afectando su rendimiento deportivo, desarrollo físico y bienestar psicológico (Hjelm et al., 2012). El tenis es uno de los deportes más populares, practicado por más de 87 millones de personas en 210 países de todo el mundo (Pluim et al., 2006). Esto representa aproximadamente el 1.17% de la población mundial e incluye tanto a jugadores recreativos como a competidores en diferentes niveles (ITF Global Tennis Report 2021). Deportistas icónicos como Rafael Nadal y Roger Federer han visto sus carreras deportivas afectadas por lesiones que en muchos casos les obliga a adelantar forzosamente el final de sus carreras deportivas. En el tenis, la incidencia de lesiones por cada 1000 horas de práctica oscila entre 1.2 para lesiones agudas y 4.3 para lesiones por sobreuso, siendo estas últimas más comunes debido a la repetición de fuerzas y esfuerzos que superan el umbral de tolerancia de los tejidos (Pluim et al., 2016).

La naturaleza del deporte, que incluye movimientos repetitivos, cambios rápidos de dirección y esfuerzos explosivos, lo hacen particularmente propenso a diversas lesiones (Rodríguez-Cayetano et al., 2022). Las lesiones musculoesqueléticas ocurren y pueden causar diversos perjuicios a los tenistas (Maffulli et al., 2010). Las lesiones crónicas, especialmente causadas por sobreuso, afectan principalmente a miembro superior, en especial al hombro y al codo, e incluyen lesiones del manguito rotador, pinzamiento interno, desgarros del labrum superior y epicondilitis, en cambio, las lesiones agudas suelen afectar más al miembro inferior (Dines et al., 2015). El saque es el golpe más exigente, en el cual las articulaciones del hombro, codo y muñeca están sometidas a mayores fuerzas debido a las aceleraciones y velocidades generadas (Dines et al., 2015). La cadena cinética, que conecta la musculatura de los miembros superiores, la zona central y los miembros inferiores, permitiendo la adecuada transmisión y coordinación de fuerzas y movimientos, puede verse afectada por patologías en la ingle, cadera o abdomen aumentando así el riesgo de lesión (Dines et al., 2015). Además, la evolución del equipamiento y las superficies de juego ha sido un factor influyente en la disminución de lesiones (Dines et al., 2015).

Hasta la fecha, existen principalmente estudios sobre epidemiología que comentan algunos aspectos sobre la importancia de introducir estrategias de prevención y la necesidad de investigar y avanzar más al respecto (Pas et al., 2020). Por otro lado, existen algunos estudios sobre técnicas o estrategias de prevención como: la relación de habilidades metacognitivas y la prevención de lesiones (van der Sluis et al., 2019), la efectividad de un calentamiento previo (Pas et al., 2020), la medición de la calidad de movimientos para identificar áreas propensas a sufrir lesión (Chaikovskaya et al., 2022), el uso de dispositivos GPS para el control de la carga externa e interna (Kramberger et al., 2022), y la evaluación de la asimetría de fuerza bilateral y su impacto en la prevención de lesiones (Válek et al., 2022). Sin embargo, no existen revisiones sistemáticas que integren todas estas estrategias y sus resultados, lo que dificultaba hasta ahora disponer de una visión integral y basada en evidencia para su aplicación en deportistas, entrenadores o clubes.

Dado que en la actualidad existe poca información sobre estrategias de prevención de lesiones en el tenis, el objetivo de esta revisión sistemática fue identificar las medidas de prevención de lesiones implementadas en el tenis, describiendo su metodología de aplicación, los efectos observados y los aspectos tecnológicos involucrados. Esta revisión pretende ofrecer una base de conocimiento útil para entrenadores, preparadores físicos y otros profesionales del tenis, contribuyendo al diseño de estrategias fundamentadas en evidencia para prevenir lesiones, optimizar el rendimiento y mejorar la salud de los jugadores.

Método

Criterios de elegibilidad

Los criterios de selección aplicados en esta revisión incluyeron: i) investigaciones primarias que evaluaron los efectos de protocolos, aplicaciones y programas orientados a la prevención de lesiones en el tenis; ii) estudios con muestras de deportistas, de uno o ambos géneros, de todas las edades; iii) publicaciones realizadas a partir del año 2000; iv) estudios indexados en revistas revisadas por pares, excluyendo cartas al editor, revisiones narrativas, comentarios y reportes de casos, ya que no proporcionan

datos primarios relevantes para esta revisión; v) se incluyeron únicamente artículos publicados en español e inglés.

Fuentes de información y estrategias de búsqueda bibliográfica

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en las bases de datos Pubmed, Web of Science (WoS) y Scopus, utilizando la estrategia de búsqueda: (TI=(tennis)) AND TI=(prevention). Dicha búsqueda concluyó el 20 de febrero de 2024.

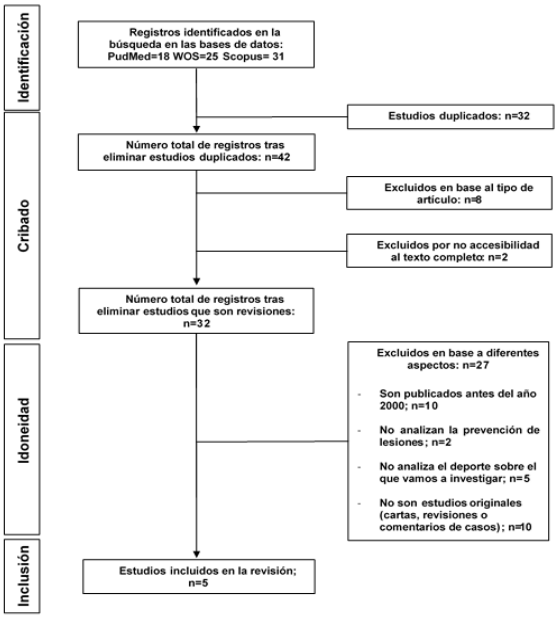
Selección de estudios y extracción de datos

Esta revisión se llevó a cabo de acuerdo con las directrices PRISMA (Page et al., 2021). La extracción de datos fue realizada por dos revisores independientes, con la participación de un tercer revisor para resolver cualquier desacuerdo cuando fuese necesario. Durante la fase de selección inicial por título y resumen, se calculó el índice de Kappa de Cohen para evaluar la concordancia entre los revisores, obteniendo un nivel de acuerdo muy alto (Kappa = 0.978), lo que indica una concordancia casi perfecta entre las evaluaciones realizadas en esta etapa (Cohen, 1960). La evaluación de la calidad metodológica de los estudios seleccionados se realizó mediante la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database) (Maher et al., 2003). Para cada estudio, se organizaron y analizaron las siguientes variables: programas o aplicaciones utilizados (intervención), propósito específico relacionado con la prevención de lesiones (objetivo), instrumentos empleados para medir variables de interés como cuestionarios o dispositivos tecnológicos (herramientas de valoración), y los cambios o resultados observados derivados de las intervenciones (adaptaciones). Estas variables clave se sistematizaron y analizaron utilizando Microsoft Excel® 2021 (Microsoft, Estados Unidos), proporcionando una visión integral de las estrategias evaluadas.

Resultados

En la Figura 1 se presenta un diagrama de flujo que ilustra el proceso de selección de artículos. Inicialmente, se identificaron un total de 74 artículos mediante búsquedas en las bases de datos. Tras eliminar duplicados (n=32), quedaron 42 registros únicos. Posteriormente, se excluyeron artículos según el tipo de publicación (n=8) y 2 manuscritos fueron excluidos por no poder acceder al texto completo, dejando 32 estudios para determinar su elegibilidad. De estos, 27 manuscritos no cumplieron con los criterios de elegibilidad, incluyendo 10 que fueron escritos antes del año 2000, 2 que no analizaban la prevención de lesiones, 5 que no analizaban el tenis y 10 que no eran estudios primarios. Finalmente, se incluyeron 5 artículos en esta revisión sistemática.

Figura 1 Diagrama de flujo.



Calidad de los estudios

Para garantizar una evaluación completa y rigurosa de la solidez metodológica de los estudios incluidos en la revisión, se empleó la escala PEDro, tal como se describe en Maher et al., (2003). La escala PEDro facilita una evaluación objetiva y estandarizada, permitiéndonos asegurar la fiabilidad y la validez de los resultados seleccionados para el análisis. Está compuesta por 11 criterios esenciales, entre los que se incluyen procedimientos de aleatorización, el ocultamiento de la asignación, implementación del cegamiento y el análisis conforme a la intención de tratar. La escala PEDro adopta un sistema de puntuación binario (0 para respuestas negativas, 1 para afirmativas), estableciendo un umbral de alta calidad metodológica en puntuaciones iguales o superiores a cinco de un total de 10 puntos. Los estudios contemplados en esta revisión se situaron en un rango de cinco a ocho puntos en dicha escala, lo que los cataloga dentro del rango de "alta calidad" según los estándares propuestos por (Maher et al., 2003), evidenciando así su relevancia y fiabilidad metodológica.

Tabla 1. Puntuación en los ítems y valor final de la escala PEDro de los estudios incluidos en la revisión.

Estudios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PF
Van der Sluis et al. (2019)	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
Pas et al. (2020)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8
Chaikovskaya et al. (2022)	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
Kramberger et al. (2022)	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	5
Valek et al. (2022)	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5

Muestra

La muestra analizada en los cinco estudios incluyó un total de 848 participantes, con una variabilidad considerable en términos de edad, género y nivel de experiencia deportiva. Cuatro de los cinco estudios se centraron en jugadores amateurs, mientras que uno de ellos incluyó exclusivamente a una jugadora profesional (Kramberger et al., 2022). En cuanto al género, los estudios de Valek et al. (2022) y Kramberger et al. (2022) se enfocaron únicamente en participantes femeninas, mientras que otros estudios incluyeron tanto hombres como mujeres, realizando análisis específicos por género o sin establecer diferencias explícitas.

Tabla 2. Características de la muestra

Estudios	N	Edad	Intervención	Objetivo	Herramientas valoración	Adaptaciones
Van der Sluis et al. (2019)	GE: 73 (F: 28, M: 45)	12.4 ± 1.1	SRL-SRS	Relación entre habilidades metacognitivas y prevención de lesión	C. OSTRC	> niveles autocontrol < Riesgo Lesión
Pas et al. (2020)	GE: 286 (F: 157, M: 129) GC: 293 (F: 149, M: 144)	EMGE: 41 EMGC: 42	PPL Tennis Ready	Evaluar la efectividad PPL e incidencia de lesión por cada 1000 horas de práctica.	C. OSTRC 2 por semana x 16 semanas.	No diferencias significativas
Chaikovskaya et al. (2022)	GE: 30 (F: 15, M: 15)	15 ± 2,2	Fusionética™	Calidad movimientos e identificar áreas propensas a lesiones musculoesqueléticas	VFVI	DD y DA ayuda a prevenir lesiones.
Kramberger et al. (2022)	GE: 1 (F)	21	GPS Armbeep Tennis	Monitoreo y control de carga externa y recuperación para prevenir lesiones	VFC, TA-DS-DP y SS.	Previene lesiones
Valek et al. (2022)	GE: 165 (F)	12 ± 0.54	TENDIAG1	Evaluar asimetrías de fuerza y su impacto en la prevención de lesiones	Formula BSA	AFB >15% o >20% PPL.

N: Número de la muestra; GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Control; F: Femenino; M: Masculino; SRL-SRS: Escala de Autoinforme de Autorregulación del Aprendizaje; C. OSTRC: Cuestionario sobre Problemas de Salud del Centro de Investigación de Traumatismos Deportivos de Oslo; EMGE: Edad Media Grupo Experimental; EMGC: Edad Media Grupo Control; PPL; Programa de prevención de Lesiones; Fusionética™: Prueba de Eficiencia del Movimiento (ME). VFVI: Valoración Funcional Video Imagen; DD: Detección déficits; DA: Detección Asimetrías; VFC: Variabilidad Frecuencia Cardiaca; TA: Tiempo de actividad; DS. Descanso en sesión; DP: Descanso en Practica; SS: Seguimiento del Sueño; TENDIAG1: Batería de Pruebas; BSA: Formula cálculo isometría fuerza bilateral; AFB. Asimetría de Fuerza Bilateral; PPL: Predictor de Posible Lesión.

Intervención

En el estudio de Van der Sluis et al. (2019), se utilizó la Escala de Autoinforme de Autorregulación del Aprendizaje “SRL-SRS” (Toering et al., 2012) para medir las habilidades de autorregulación de los participantes, enfocándose específicamente en las subescalas que miden las habilidades metacognitivas

como planificación, autocontrol, evaluación y reflexión. Además, se realizó un registro semanal de lesiones mediante la versión en neerlandés del Cuestionario sobre Problemas de Salud del Centro de Investigación de Traumatismos Deportivos de Oslo "Cuestionario OSTRC" (Clarsen et al., 2013). En el estudio realizado por Pas et al., (2020), implementaron un programa de prevención de lesiones de realización previa a la práctica denominado "Tennis Ready", durante 12 semanas, con sesiones de siete a 10 min de duración. Igualmente, utilizaron el Cuestionario OSTRC (Clarsen et al., 2013) para el registro y control de las lesiones cada dos semanas. Por otro lado, el estudio de Chaikovskaya et al. (2022) empleó la Prueba de Eficiencia del Movimiento (ME) de Fusionetics™, una aplicación de video que analiza la calidad de una serie de movimientos. En el estudio de Kramberger et al. (2022), se utilizó un dispositivo GPS de pulsera, llamado "Armbeep Tennis"(Version 2.0, Biometrika, Maribor, Slovenia), para monitorizar la carga externa e interna de entrenamiento y competición, así como la recuperación. Finalmente, en el estudio de Valek et al. (2022), se aplicó la batería de pruebas TENDIAG1 (Zháněl et al., 2015), centrándose en aspectos como la antropometría básica (altura, peso) y fuerza máxima de agarre manual (HGS) utilizando el dinamómetro de mano Takei T.K.K. 5401 GRIP-D (Takei Scientific Instruments Co. Ltd, Tokio, Japón).

Objetivos

El objetivo del estudio de Van der Sluis et al. (2019) fue identificar la relación entre las habilidades metacognitivas de los jugadores y su impacto en la prevención de lesiones. En el caso de Pas et al. (2020), el objetivo principal era evaluar la efectividad de un programa de prevención de lesiones desarrollado por ellos mismos y, como objetivo secundario, determinar la incidencia de lesiones en el tenis por cada 1000 horas de práctica. Chaikovskaya et al. (2022) se propusieron evaluar la calidad de ciertos movimientos de los jugadores para predecir posibles anomalías que pudieran suponer un riesgo potencial de lesión y así contribuir a su cuidado y prevención. Kramberger et al. (2022) tuvieron como objetivo monitorear la carga externa e interna de los entrenamientos y competiciones, así como evaluar varios parámetros de recuperación, con el fin de determinar si el control del estrés físico y fisiológico puede reducir el riego de lesión. Por último, Valek et al. (2022) quisieron evaluar las diferencias bilaterales de fuerza de agarre en jugadoras de alto nivel menores de 12 años y relacionarlas con la prevención de lesiones.

Herramientas de Valoración

Tanto el estudio de Van der Sluis et al. (2019) como el de Pas et al. (2020) utilizaron el Cuestionario OSTRC para registrar las lesiones en los jugadores. Por su parte, Chaikovskaya et al. (2022) emplearon una valoración funcional mediante el análisis de video. Kramberger et al. (2022) utilizaron diversos parámetros, como la variabilidad de la frecuencia cardiaca, tiempo de actividad, descanso en sesión, práctica y seguimiento del sueño para su análisis. Por último, Valek et al. (2022) aplicaron la fórmula BSA = (Miembro más fuerte - Miembro más débil) / Miembro más fuerte x 100 (Bishop et al., 2018) para calcular la asimetría de fuerza bilateral (BSA) y valoraron el riesgo de lesión según los valores de riesgo, >15% y >20%, establecidos en estudios anteriores (Bishop et al., 2018; Davies et al., 2009; Hepping et al., 2015).

Adaptaciones

Los resultados de Van der Sluis et al. (2019) indicaron que puntuaciones elevadas en autocontrol (medidas con la escala SRL-SRS en una escala Likert de 4 puntos, donde valores más altos indican mayor frecuencia de uso de estas habilidades) parecen ofrecer protección contra lesiones por sobreuso que implican pérdida de tiempo en jóvenes tenistas, especialmente en chicas. Sin embargo, puntuaciones elevadas en reflexión (medidas con una escala Likert de 5 puntos, invertida para el análisis) se asociaron con mayores puntajes de gravedad semanal para las lesiones por sobreuso, lo que sugiere la necesidad de más investigaciones para comprender esta relación. En contraste, Pas et al. (2020) encontraron que su programa de prevención de lesiones, "Tennis Ready", no redujo el riesgo de lesión y, por tanto, no recomiendan su implementación, atribuyendo la falta de efectividad a la baja adherencia de la muestra, la insuficiente evidencia científica sobre la eficacia de los ejercicios propuestos, la falta de supervisión en la aplicación del programa y la tasa media de respuesta en los cuestionarios quincenales. Por su parte, Chaikovskaya et al. (2022) observaron diferencias significativas entre los grupos en términos de eficiencia de movimiento en las articulaciones de la cadera y la rodilla, así como en las simetrías de los miem-

bros inferiores y el rendimiento en la sentadilla con una sola pierna, identificando el complejo lumbopélvico de la cadera como la zona más débil, lo cual es relevante para el diseño de programas de entrenamiento orientados a mejorar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones. Kramberger et al. (2022) reportaron que el uso de dispositivos GPS para monitorizar la carga de entrenamiento y competición y prevenir sobrecargas es efectivo, ya que el sujeto del estudio no experimentó dolor y pudo continuar su entrenamiento y competición sin interrupciones, demostrando una mejora en la racionalidad, eficiencia y control del proceso de entrenamiento en el tenis. Finalmente, Valek et al. (2022) concluyeron que las asimetrías de fuerza bilateral mayores al 15% o 20% deben considerarse como predictores de posibles lesiones, enfatizando la importancia de integrar ejercicios de fuerza excéntrica en el entrenamiento, especialmente debido a las contracciones concéntricas y excéntricas repetidas características de los movimientos en el tenis.

Discusión

Los principales hallazgos de esta revisión sistemática destacan la efectividad de los dispositivos tecnológicos, como GPS y aplicaciones de evaluación de movimiento, para monitorizar la carga externa e interna de los tenistas, identificar riesgos de sobrecarga y optimizar la planificación del entrenamiento. Además, la detección de déficits musculoesqueléticos y asimetrías bilaterales, particularmente aquellas superiores al 15%, se identifica como un factor clave en la prevención de lesiones, subrayando el valor de herramientas como dinamómetros y pruebas funcionales. Por otro lado, las habilidades metacognitivas, como el autocontrol, se asociaron con un menor riesgo de lesiones por sobreuso, mientras que programas no supervisados, como Tennis Ready, mostraron resultados limitados debido a la baja adherencia. Estos hallazgos subrayan la importancia de integrar tecnologías avanzadas, evaluaciones biomecánicas y estrategias cognitivas en un enfoque integral para la prevención de lesiones en el tenis.

El análisis realizado en el estudio de Van der Sluis et al. (2019) destaca que las habilidades metacognitivas, como el autocontrol, están relacionadas con una disminución del riesgo de lesiones por sobreuso que implican pérdida de tiempo, siendo este efecto más pronunciado en atletas jóvenes femeninas. Este hallazgo refuerza la importancia de incluir estrategias de autorregulación en los programas de prevención de lesiones, ya que estas habilidades permiten a los deportistas gestionar de manera más efectiva su carga de entrenamiento y evitar sobrecargas. Este resultado es coherente con lo reportado por Saw et al. (2015), quienes identificaron que el monitoreo de autorreporte del atleta puede ser una herramienta útil para prevenir lesiones, sobreentrenamiento y enfermedades. Sin embargo, Van der Sluis et al. (2019) también observó que puntuaciones altas en reflexión se asociaron con mayores puntajes de gravedad semanal de las lesiones por sobreuso. Esto podría explicarse porque los deportistas más reflexivos tienden a enfocarse en metas de rendimiento a corto plazo, sin considerar plenamente las consecuencias deportivas a largo plazo de las lesiones acumulativas. Estos resultados sugieren la necesidad de equilibrar las habilidades metacognitivas dentro de los programas de formación y prevención, y de continuar investigando cómo estos factores pueden influir en diferentes contextos deportivos.

El programa de prevención de lesiones Tennis Ready, diseñado específicamente para jugadores recreativos de tenis adultos, no mostró resultados significativos en términos de reducción del riesgo de lesión cuando se compararon los grupos experimental y control. Esto sugiere que, a pesar de la sólida evidencia que respalda la efectividad de programas basados en el ejercicio en deportes de equipo (Leppänen et al., 2014; Vriend et al., 2017), su aplicación en contextos no supervisados puede limitar su eficacia. Entre las posibles causas de este resultado destacan la baja adherencia de los participantes al programa, la falta de supervisión en su implementación y la insuficiente evidencia científica sobre los ejercicios específicos incluidos en la intervención. Por estas razones, no se recomienda la implementación del programa en su formato actual, enfatizando la necesidad de supervisión y adaptación en futuros estudios.

El análisis realizado por Chaikovskaya et al. (2022) mediante la prueba de eficiencia del movimiento (Fusionetics™) reveló diferencias significativas en el índice de simetría entre chicos y chicas en las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo, favoreciendo a los chicos. Además, se registraron valores más bajos en el lado derecho en ambos sexos, identificando el complejo lumbo-pélvico como el eslabón más débil. Este estudio también reportó un giro del pie hacia fuera en el 83% de los casos, con mayor prevalencia en ambas piernas o en la pierna izquierda, así como valgo rodilla-tobillo y pérdida del arco del pie, observándose con mayor frecuencia en las niñas (83%) en comparación con los niños (53,33%).

Estas alteraciones biomecánicas representan un potencial riesgo de lesiones en las extremidades inferiores, como rodilla o tobillo. La identificación temprana de déficits o asimetrías musculoesqueléticas mediante herramientas como Fusionetics™ puede ser clave para diseñar estrategias preventivas eficaces, alineándose con lo planteado en investigaciones previas (Beardsley & Contreras, 2014; Cook et al., 2006; Gnacinski et al., 2016), que destacan la importancia de analizar patrones de movimiento en el tren inferior para comprender limitaciones mecánicas y prevenir lesiones.

El estudio de Kramberger et al. (2022) utilizó un dispositivo portátil GPS (Armbeep Tennis) para monitorizar la carga externa e interna durante entrenamientos, competiciones y actividades diarias de una jugadora profesional de tenis. Los resultados indicaron que la atleta no presentó dolor ni interrupciones en su entrenamiento o competición, destacando la utilidad de estas herramientas tecnológicas en la prevención de lesiones y la mejora del rendimiento deportivo. Este enfoque también está respaldado por investigaciones previas (Benages Pardo et al., 2019; Hadžić et al., 2021; Kovalchik & Reid, 2017), que resaltan cómo el uso de dispositivos de monitoreo puede optimizar la planificación del entrenamiento y reducir el riesgo de sobrecarga física.

El estudio de Válek et al. (2022) evaluó asimetrías bilaterales en la fuerza de agarre manual en jugadoras de tenis de entre 11 y 12 años, encontrando que el 43,03% de las participantes presentó diferencias superiores al 15%, mientras que el 26,67% mostró asimetrías mayores al 20%. Estas diferencias fueron menos pronunciadas en jugadores zurdos. Los resultados sugieren que la medición de asimetrías bilaterales en la fuerza de agarre es una herramienta útil para identificar posibles riesgos de lesión, alineándose con investigaciones previas (Bishop et al., 2018; Davies et al., 2009; Hepping et al., 2015), que establecen que asimetrías superiores al 15% y 20% se consideran predictores de alto y muy alto riesgo, respectivamente. Este análisis resalta la importancia de integrar evaluaciones específicas de fuerza en programas preventivos para jóvenes atletas.

Una de las principales limitaciones observadas en los estudios incluidos fue el tamaño reducido de las muestras, atribuible en gran medida a la dificultad de reclutar participantes que cumplan con los criterios específicos, un desafío común en investigaciones deportivas de élite. En particular, el estudio que evaluó un programa de prevención de lesiones basado en ejercicios no supervisados evidenció una baja adherencia de los participantes, así como una limitada supervisión en la implementación del programa, factores que afectaron la efectividad de la intervención. Además, durante la fase de cribado, dos artículos no pudieron ser evaluados debido a la imposibilidad de acceso al texto completo. A pesar de estas limitaciones, los estudios incluidos destacan por la calidad y objetividad de los datos obtenidos mediante el uso de herramientas tecnológicas validadas, como dispositivos GPS, aplicaciones de evaluación de movimiento y pruebas funcionales. Estas herramientas ofrecen una base sólida para el diseño de futuras estrategias preventivas.

Para investigaciones futuras, se recomienda desarrollar programas de prevención que incorporen un mayor nivel de supervisión, promoviendo una adherencia más consistente entre los participantes. Además, sería valioso ampliar las muestras para incluir deportistas de diferentes edades, sexos y niveles de competencia, así como considerar contextos geográficos variados con características específicas, como altitud, temperatura y humedad. Finalmente, se sugiere explorar la eficiencia de movimiento en el tren superior, complementando los análisis realizados en el tren inferior, con el fin de ofrecer una visión integral en la prevención de lesiones en el tenis.

Conclusiones

Los hallazgos de esta revisión destacan la utilidad de herramientas tecnológicas, como dispositivos GPS, aplicaciones de evaluación de movimiento y dinamómetros, para monitorizar la carga, detectar déficits musculoesqueléticos y prevenir lesiones en el tenis. Además, el desarrollo de habilidades metacognitivas, como el autocontrol, se identifica como un componente clave en la reducción del riesgo de lesiones. Estas estrategias, accesibles para técnicos y profesionales, deben integrarse en la práctica diaria, fomentando investigaciones futuras que optimicen su implementación y eficacia en diferentes contextos.

Referencias

Beardsley, C., & Contreras, B. (2014). The Functional Movement Screen. *Strength & Conditioning Journal*, *36*(5), 72-80. https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000074

Benages Pardo, L., Buldain Perez, D., & Orrite Uruñuela, C. (2019). Detection of Tennis Activities with Wearable Sensors. *Sensors*, *19*(22), 5004. https://doi.org/10.3390/s19225004

Bishop, C., Read, P., Lake, J., Chavda, S., & Turner, A. (2018). Interlimb Asymmetries: Understanding How to Calculate Differences From Bilateral and Unilateral Tests. *Strength & Conditioning Journal*, *40*(4), 1-6. https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000371

Chaikovskaya, O. O., Bebenin, P. V., & Miftakhov, R. F. (2022). Prevention of Injuries of the Musculoskeletal System in Tennis Players With the Fusionetics™ Movement Efficiency Test. *Human Sport Medicine*, *22*(1), 155-162. https://doi.org/10.14529/hsm220121

Clarsen, B., Myklebust, G., & Bahr, R. (2013). Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire. *British Journal of Sports Medicine*, *47*(8), 495-502. https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091524

Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *North American journal of sports physical therapy : NAJSPT*, *1*(2).

Davies, G. J., Ellenbecker, T. S., & Wilk, K. E. (2009). Isokinetic Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. En *The Athlete's Shoulder* (pp. 719-747). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-044306701-3.50057-8

Dines, J. S., Bedi, A., Williams, P. N., Dodson, C. C., Ellenbecker, T. S., Altchek, D. W., Windler, G., & Dines, D. M. (2015). Tennis injuries: Epidemiology, pathophysiology, and treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, *23*(3), 181-189. https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-13-00148

Gnacinski, S. L., Cornell, D. J., Meyer, B. B., Arvinen-Barrow, M., & Earl-Boehm, J. E. (2016). Functional Movement Screen Factorial Validity and Measurement Invariance Across Sex Among Collegiate Student-Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(12), 3388-3395. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001448

Hadžić, V., Germič, A., & Filipčič, A. (2021). Validity and reliability of a novel monitoring sensor for the quantification of the hitting load in tennis. *PLOS ONE*, *16*(7), e0255339. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255339

Hepping, A. M., Ploegmakers, J. J. W., Geertzen, J. H. B., Bulstra, S. K., & Stevens, M. (2015). The Influence of Hand Preference on Grip Strength in Children and Adolescents; A Cross-Sectional Study of 2284 Children and Adolescents. *PLOS ONE*, *10*(11), e0143476. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143476

Hjelm, N., Werner, S., & Renstrom, P. (2012). Injury risk factors in junior tennis players: a prospective 2-year study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *22*(1), 40-48. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01129.x

Kovalchik, S. A., & Reid, M. (2017). Comparing matchplay characteristics and physical demands of junior and professional tennis athletes in the era of big data. *Journal of Sports Science and Medicine*, *16*(4).

Kramberger, I., Filipčič, A., Germič, A., & Kos, M. (2022). Real-Life Application of a Wearable Device towards Injury Prevention in Tennis: A Single-Case Study. *Sensors*, *22*(12). https://doi.org/10.3390/s22124436

Leppänen, M., Aaltonen, S., Parkkari, J., Heinonen, A., & Kujala, U. M. (2014). Interventions to Prevent Sports Related Injuries: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Sports Medicine*, *44*(4), 473-486. https://doi.org/10.1007/s40279-013-0136-8

Maffulli, N., Longo, U. G., Gougoulias, N., Loppini, M., & Denaro, V. (2010). Long-term health outcomes of youth sports injuries. *British Journal of Sports Medicine* (Vol. 44, Número 1). https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.069526

Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*, *83*(8), 713-721. https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.713

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Pas, H. I. M. F. L., Pluim, B. M., Kilic, O., Verhagen, E., Gouttebarge, V., Holman, R., Moen, M. H., Kerkhoffs, G. M., & Tol, J. L. (2020). Effectiveness of an e-health tennis-specific injury prevention programme: Randomised controlled trial in adult recreational tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, *54*(17), 1036-1041. https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101142

Pluim, B. M., Loeffen, F. G. J., Clarsen, B., Bahr, R., & Verhagen, E. A. L. M. (2016). A one-season prospective study of injuries and illness in elite junior tennis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *26*(5), 564-571. https://doi.org/10.1111/sms.12471

Pluim, B. M., Staal, J. B., Windler, G. E., & Jayanthi, N. (2006). Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *British Journal of Sports Medicine*, *40*(5), 415-423. https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.023184

Rodríguez-Cayetano, A., Martín-Martín, Ó., Hernández-Merchán, F., & Pérez-Muñoz, S. (2022). Internal and external load in competitive tennis: comparison of three types of training. *Retos*, *45*, 534-541. https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.90583

Toering, T., Elferink-Gemser, M. T., Jonker, L., van Heuvelen, M. J. G., & Visscher, C. (2012). Measuring self-regulation in a learning context: Reliability and validity of the Self-Regulation of Learning Self-Report Scale (SRL-SRS). *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, *10*(1), 24-38. https://doi.org/10.1080/1612197X.2012.645132

Válek, T., Kolínský, R., Konečný, P., & Zháněl, J. (2022). Bilateral Differences in Handgrip Strength in Czech Female Tennis Players Aged 11–12 Years and Injury Prevention. *Studia Sportiva*, *16*(1), 113-119. https://doi.org/10.5817/StS2022-1-11

van der Sluis, A., Brink, M. S., Pluim, B. M., Verhagen, E. A. L. M., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2019). Self-regulatory skills: Are they helpful in the prevention of overuse injuries in talented tennis players? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *29*(7), 1050-1058. https://doi.org/10.1111/sms.13420

Vriend, I., Gouttebarge, V., Finch, C. F., van Mechelen, W., & Verhagen, E. A. L. M. (2017). Intervention Strategies Used in Sport Injury Prevention Studies: A Systematic Review Identifying Studies Applying the Haddon Matrix. *Sports Medicine*, *47*(10), 2027-2043. https://doi.org/10.1007/s40279-017-0718-y

Zháněl, J., Černošek, M., Zvonař, M., Nykodým, J., Vespalec, T., & López Sánchez, G. F. (2015). Comparación del nivel de condiciones previas de rendimiento de tenistas de élite (estudio de caso). *Apunts Educación Física y Deportes*, *122*, 52-60. https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.cat.(2015/4).122.06

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Luis Miguel Fernández-Galván	luismiguelfernandezphd@gmail.com	Autor/a
Carlos Enrique López Nuevo	carlosenrique.lopez@universidadeuropea.es	Autor/a
Ignacio Laborda Delgado	nacho_ld@hotmail.com	Autor/a
Ignacio Laborda Delgado	nacho_ld@hotmail.com	Traductor/a