

Efecto de un protocolo de entrenamiento de fuerza de nueve semanas sobre la prevención de lesiones por sobreuso en tenistas juveniles. Ensayo controlado y aleatorizado ¹

Effect of a nine-week strength training protocol on the prevention of overuse injuries in junior tennis players. Randomized controlled trial

Ever Andrés López Restrepo¹, Camilo Muñoz Giraldo¹
Diego Armando García Gómez²

¹ Estudiante de último semestre del programa Profesional en Entrenamiento Deportivo. Universidad de Antioquia, Instituto Universitario de Educación Física y Deporte. evera.lopez@udea.edu.co – camilo.munozg@udea.edu.co

² Docente asesor. Licenciado en Educación Física, Magíster en Motricidad y Desarrollo Humano, Línea de Entrenamiento Deportivo. darmando.garcia@udea.edu.co

Resumen

Antecedentes: más del 50% del abandono deportivo en tenis de campo puede atribuirse a lesiones deportivas y el entrenamiento de fuerza es una de las mejores intervenciones para prevenirlas, pero no encontramos evidencia al respecto en tenis juvenil. **Objetivo:** determinar el efecto de un protocolo de entrenamiento de fuerza de nueve semanas sobre la prevalencia general e incidencia de lesiones por sobreuso en tenistas juveniles. **Método:** doce tenistas de la Liga Antioqueña de Tenis de Campo fueron aleatorizados en grupo experimental (n=7) y control (n=5); todos continuaron con sus entrenamientos habituales y solo el grupo experimental recibió la intervención de entrenamiento de fuerza de nueve semanas. Los desenlaces de interés fueron la prevalencia general y la incidencia de lesiones, para lo cual se aplicó el cuestionario OSTRC-O2 semanalmente. Los resultados se obtuvieron utilizando modelos de ecuaciones de estimación generalizadas. **Resultados:** de todos los tenistas solo una participante del grupo experimental fue excluida del análisis. La prevalencia general de lesiones por sobreuso fue de 18,18% en el total de la muestra (n=11), correspondiente a un 100% en el grupo control. Hubo 2 lesiones en 147,27 horas de exposición durante el periodo de intervención, equivalente a 13,58 lesiones por 1000 horas de exposición. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos

¹ Trabajo de grado presentado para optar al título de Profesional en Entrenamiento Deportivo. Universidad de Antioquia, Instituto Universitario de Educación Física y Deporte, programa Profesional en Entrenamiento Deportivo. Medellín, Colombia.

($p=0,182$). **Conclusión:** en su forma actual, la presente intervención de entrenamiento de fuerza no redujo el riesgo de lesiones por sobreuso en tenistas juveniles.

Palabras clave: tenis de campo, deporte infantil, deporte juvenil, lesiones deportivas, entrenamiento de fuerza.

Abstract

Background: more than 50% of dropouts in field tennis can be attributed to sports injuries and strength training is one of the best interventions to prevent them, but we found no evidence in this regard in youth tennis. **Objective:** to determine the effect of a nine-week strength training protocol on the overall prevalence and incidence of overuse injuries in youth tennis players. **Method:** twelve tennis players from the Antioquia Field Tennis League were randomized into an experimental ($n=7$) and control ($n=5$) group; all continued with their usual training and only the experimental group received the nine-week strength training intervention. The outcomes of interest were the general prevalence and the incidence of injuries, for which the OSTRC-O2 questionnaire was applied weekly. Results were obtained using generalized estimating equation models. **Results:** of all the tennis players, only one participant from the experimental group was excluded from the analysis. The general prevalence of overuse injuries was 18.18% in the total sample ($n=11$), corresponding to 100% in the control group. There were 2 injuries in 147.27 hours of exposure during the intervention period, equivalent to 13.58 injuries per 1000 hours of exposure. No statistically significant differences were found between both groups ($p=0.182$). **Conclusion:** in its current form, the present strength training intervention did not reduce the risk of overuse injuries in youth tennis players.

Keywords: field tennis, children's sport, youth sport, sports injuries, strength training.

Introducción

El tenis de campo o tenis es uno de los deportes con mayor popularidad a nivel mundial, practicado actualmente por 87 millones de personas en todo el mundo, aproximadamente, según la Federación Internacional de Tenis, y entre los deportes de raqueta es considerado el más popular (Bylak & Hutchinson, 1998). En este, la duración del juego no está determinada por ningún límite de tiempo, por lo que los partidos pueden durar varias horas, lo que implica cientos de acciones de corta duración y explosivas. Sus requerimientos energéticos anaeróbicos y aeróbicos, combinados con la variedad de golpes, entre otras consideraciones propias del deporte, dan como resultado un perfil característico de lesiones; por ejemplo, las extremidades inferiores suelen ser las más afectadas, seguidas por las superiores y el tronco; además, las lesiones agudas en este deporte se presentan con más frecuencia en las extremidades inferiores, mientras que las extremidades superiores se ven más afectadas por lesiones crónicas (Dines et al., 2015).

Lo anterior, referido al tenis en general. En el caso de los tenistas jóvenes, la mayoría de lesiones son causadas por el uso excesivo de la unidad músculo-tendinosa, siendo más comunes las lesiones crónicas (Bylak & Hutchinson, 1998).

Prevenir las lesiones debe ser uno de los objetivos principales de cualquier plan de preparación deportiva en tenis de campo; esto requiere de un conocimiento fundamental sobre la epidemiología y el tratamiento de las mismas, con el fin de tomar las mejores decisiones prácticas.

Para reducir el riesgo de lesiones deportivas, el entrenamiento de fuerza es considerado una de las principales intervenciones de ejercicio físico (Lauersen et al., 2014). A esto se suma que la fuerza es un elemento de gran importancia en el entrenamiento de los tenistas, por los requerimientos cinéticos y cinemáticos presentes en la interacción entre los elementos del juego y los deportistas (González, 2016).

Diferentes autores que han planteado propuestas para fundamentar la estructuración del entrenamiento de la fuerza en tenis (Amer & Campos, 2020; Chulvi, 2011; Pas et al., 2018; Pas et al., 2020; Sosa, 2001), pero no se ha identificado ningún programa de este tipo que sea eficaz para prevenir lesiones en las categorías juveniles de esta modalidad deportiva.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio es analizar los efectos de un protocolo de entrenamiento de fuerza de nueve semanas, sobre la prevalencia y la incidencia de lesiones en tenistas juveniles.

1. Planteamiento del problema

El tenis de campo necesita de estrategias efectivas para la prevención de lesiones, y el ejercicio físico parece ser una buena opción, especialmente el entrenamiento de fuerza, que ha demostrado ser útil en otras modalidades deportivas, pero poco se sabe del efecto del entrenamiento de esta capacidad sobre la prevención de lesiones por sobreuso en tenistas juveniles.

2. Antecedentes

Desde su creación, el tenis de campo ha aumentado su exigencia respecto al tiempo de juego de cada punto, que ha llegado a disminuirse hasta 6 segundos (González, 2016). De sus acciones de juego, el saque o servicio genera el mayor pico de actividad muscular en hombro y antebrazo durante el golpe (Dines et al., 2015); este comprende entre el 45% y el 60% de todos los golpes realizados en un partido (Johnson & McHugh, 2014), y permite que la pelota alcance velocidades de hasta 210 km/h (Kovacs, 2007).

Golpear la pelota es la última parte de la interacción de fuerzas en el cuerpo de los tenistas. Un término que explica esto de manera más precisa es el de cadena cinética global, que se refiere a la unión de las EI, la zona central del cuerpo (core) y las ES, permitiendo la coordinación durante los movimientos; en este sentido, las fuerzas vinculadas por la cadena cinética global comienzan en

los pies y las rodillas, se transmiten a través del core hasta el hombro y el codo, terminando en la muñeca, la mano y finalmente en la raqueta (Dines et al., 2015).

Con base en lo anterior, se fundamenta la importancia de orientar los planes de entrenamiento en tenis de campo de acuerdo a sus singulares características. Por ejemplo, el déficit de rotación interna glenohumeral, el desequilibrio de fuerza del manguito rotador, la disquinesia escapular, la rigidez e hipercifosis de la columna torácica, la inestabilidad del núcleo lumbar, el rango de movimiento de la cadera y los déficits de fuerza, son expuestos por Kibler (1998) como posibles factores de riesgo de lesión en los hombros.

En esta misma línea temática, Cools et al. (2015) afirman que, en los denominados deportes por encima de la cabeza, como el tenis, el rango de movimiento para la rotación interna normal del hombro debe estar entre 18° y 25°; los músculos rotadores externos tienden a debilitarse, por lo que fortalecerlos es una buena opción y, en general, hay un 10% más de fuerza en el manguito rotador del hombro dominante.

Además del hombro, un programa de prevención de lesiones deportivas debe centrarse en mitigar los efectos provocados por el sobreuso en las diferentes articulaciones (Verhagen et al., 2004, citados por Amer & Campos, 2020) y una muy importante para los tenistas es el codo.

En el caso del tratamiento de la tendinopatía lateral del codo, pueden incluirse ejercicios excéntricos para mejorar los resultados en estos pacientes (Chen & Baker, 2021; Cullinane et al., 2013; Raman et al., 2012; Yoon et al., 2021), información relevante ya que esta es una afección musculoesquelética incapacitante y dolorosa, que tiene importantes consecuencias personales, psicosociales, económicas (Cullinane et al., 2013) y deportivas.

Para el tratamiento de lesiones por uso excesivo del hombro se sugiere, entre otros tratamientos, mejorar la fuerza con ejercicios para los músculos estabilizadores escapulares y para el manguito rotador. En el caso de las lesiones del codo, se sugiere fortalecer la musculatura que permite el movimiento de muñeca, codo y hombro (Bylak & Hutchinson, 1998).

Para la prevención de lesiones en tenis de campo, se hace hincapié en la necesidad de incorporar ejercicios que imiten la fase de desaceleración de los dos golpes más dominantes del juego, el servicio y el golpe de derecha (Reid & Schneiker, 2007). Son varios los ejercicios con los que se puede fortalecer el manguito de los rotadores, entre ellos se encuentran los concéntricos, isométricos, excéntricos y pliométricos. Teniendo en cuenta la función excéntrica que desempeña el rotador externo, Cools (2015) propone ejercicios que promuevan la fase excéntrica y eviten la fase concéntrica, ejercicios lentos de fuerza absoluta, ejercicios rápidos de resistencia, de capacidad pliométrica y ejercicios que resalten el "ciclo de estiramiento-acortamiento" del lanzamiento. Otra consideración importante la presentan Dines et al. (2015), indicando que cualquier afectación en la ingle, la cadera y la musculatura central, puede resultar en un mayor riesgo de lesión en cualquier parte del cuerpo.

Una adecuada planeación de la preparación deportiva de los tenistas debe lograr la menor cantidad posible de interrupciones durante este proceso, teniendo en cuenta diversos factores, entre los cuales está la prevención de lesiones.

Para prevenir lesiones en tenis no se deben obviar los datos epidemiológicos afines. Por ejemplo, las partes del cuerpo más lesionadas en este deporte son los hombros y la espalda, seguidas por el codo, la rodilla y el tobillo. El 63% de las lesiones obedecen a sobrecarga por repetición en los tendones, propiciando la aparición de alteraciones en la salud, tales como la tendinopatía del manguito de los rotadores, la tendinopatía lateral del codo (codo del tenista) y fracturas por estrés. El 37% restante son lesiones traumáticas, como torceduras de tobillo, desgarres de meniscos y fracturas (Kibler & Chandler, 1994, citados por Sánchez Cañizares, 2014). Complementando lo anterior, la tasa de incidencia de lesiones en tenis varía de 0,04 a 3,00 por 1000 horas de juego, presentándose principalmente en las extremidades inferiores, luego en las extremidades superiores y luego en el tronco (Pluim et al., 2006, citados por Oosterhoff et al., 2018).

Según Amer y Campos (2020), en este deporte, los mecanismos lesivos más frecuentes son los de origen crónico por sobreuso (40,05%) y las acciones explosivas de frenado y arranque de origen agudo (18%). Las lesiones agudas alcanzan el 20,5%, mientras que las crónicas el 59,15%; el 20% restante son lesiones no especificadas o de menor interés. Los autores añaden que las extremidades inferiores son las que presentan un mayor rango lesivo (de 2 a 42,7%), seguidas de las extremidades superiores (de 1,1 a 33,7%) y en último lugar el core (de 3 a 17,6%).

Confirmando lo anterior, Dines et al. (2015) plantean que las extremidades inferiores son las más comúnmente lesionadas, presentando del 31% al 67% de las lesiones analizadas, seguidas por las extremidades superiores, del 20% al 49% y el tronco, del 3% al 21%. El tobillo y el muslo son los que se lesionan con mayor frecuencia en las extremidades inferiores; el hombro y el codo (lesiones del manguito rotador, desgarrar del lábrum y epicondilitis) mostraron la frecuencia más alta en las extremidades superiores, y la parte baja de la espalda es la que se lesiona con mayor frecuencia en el tronco. Las distensiones musculares son el tipo de lesión más común, seguidas de la inflamación y los esguinces.

Minghelli y Cadete (2019) analizaron a 218 tenistas, de 9 a 72 años, encontrando una tasa de lesiones de 3,49 por 1000 horas de entrenamiento. Las lesiones más frecuentes fueron articulares (29,5%), seguidas de tendinopatías (22,1%) localizadas en tobillo (20%) y muñeca (15,8%). Los riesgos aumentados de lesión fueron: para tenistas que entrenaron tres o más veces por semana, fue de 2.29 veces más (IC de 95%: 1.28-4.13; $p = 0.006$), y en aquellos que entrenaron más de 4.5 horas por semana, el riesgo fue 2.04 mayor (IC de 95%: 1.16- 3,60; $p = 0,013$); los tenistas de élite presentaron 2,81 veces más dicho riesgo (IC de 95%: 1,41-5,59; $p = 0,003$), y en el caso de quienes entrenaban en una cancha de polvo de ladrillo con más frecuencia, este riesgo fue 4,11 veces más (IC de 95%: 1,46-11,55; $p = 0,007$).

Continuando con la evidencia sobre la frecuencia de lesiones en tenis de campo, en 2011, Gutiérrez y Esparza hallaron una incidencia de lesiones por jugador y año que varió entre 0,425 y 15; respecto a las lesiones por cada 1000 horas de juego, la incidencia lesional varió entre 0,11 y 3. Por último, la incidencia de lesiones por cada 1000 exposiciones deportivas varió entre 2,9 y 21,5.

En cuanto a las lesiones menos frecuentes en tenis, Shannon et al. (2020) plantean que la inestabilidad posterior del hombro, el estrés por tensión del hueso humeral distal y el dolor de los ligamentos colateral medial del codo y colateral cubital de la muñeca, no son lesiones comúnmente notificadas en tenis de campo, pero no se deben obviar, por lo que es importante considerarlas en los programas de prevención y tratamiento de lesiones.

La evolución del equipamiento y de las superficies de juego también influyen en el tipo y la frecuencia de las lesiones. Las raquetas han evolucionado de modelos que pesaban alrededor de 400g a otros más grandes, livianos y rígidos, con un peso aproximado de 250g; estos cambios, sumados al tipo de agarre (semi-occidental, fullwestern, oriental y continental) de la raqueta, parecen estar relacionados con mayor riesgo de lesión en las muñecas y codos (Dines et al., 2015). Debido a las diversas marcas de pelotas de tenis utilizadas profesionalmente, es difícil establecer una relación entre estas y las lesiones (Dines et al., 2015).

Ya que la presente investigación está orientada a las categorías juveniles de esta modalidad deportiva, es importante precisar información al respecto. Bylak y Hutchinson (1998) afirman que las lesiones agudas son menos comunes que las crónicas en los tenistas jóvenes. La mayoría de lesiones en esta población son causadas por el uso excesivo (crónico) de la unidad músculo-tendinosa, sumado a la incapacidad del cuerpo para responder adecuadamente a la sobrecarga microtraumática y repetitiva, y que produce comúnmente inflamación y dolor.

Como ejemplos de dichas lesiones, están: la fascitis plantar, la rodilla de saltador (tendinopatía rotuliana del polo distal de la rótula), el codo de tenista (tendinopatía del extensor radial corto del carpo), la distensión del manguito rotador y las bursitis. Los traumas, considerados como lesiones agudas, son menos comunes, al igual que aquellas otras con epónimos de tenis, como el dedo del pie de tenista (hematoma subungueal, lesión del lecho ungueal o distensión de la articulación interfalángica), pierna de tenista (distensión del músculo gastrocnemio medial) y hombro de tenista (rotación deprimida y prolongada de la escápula dominante). Además, la ingle y los isquioperoneotibiales también son áreas en las que las distensiones musculares son comunes (Bylak & Hutchinson, 1998).

Tabla 1. Lesiones comunes por sobreuso en los tenistas juveniles.

Ubicación de la Lesión	Tipo de Lesión
Extremidades Superiores	
Hombro	Inflamación del manguito rotador, inestabilidad, hombro de tenista (caído y orientado hacia adelante) y deslizamiento de la epífisis capital del húmero
Codo	tendinopatía lateral del codo (codo de tenista) y medial.
Muñeca	Tendinopatía.
Core	
Zona lumbar	Distensiones lumbares de la musculatura paraespinal.
Abdomen	Distensiones de los músculos abdominales.
Extremidades Inferiores	
Ingle	Distensión del músculo aductor.
Muslo	Distensión de los isquioperoneotibiales.
Rodilla	Enfermedad de Osgood-Schlatter y dolor en la articulación femorrotuliana (rodilla de saltador).
Pantorrilla	Lesión en el vientre medial del músculo gastrocnemio (pierna de tenista).
Pie	Fascitis plantar y pie de tenista.

Adaptada de Bylak y Hutchinson (1998).

Gescheit et al. (2019) analizaron a 101 tenistas élite de la categoría junior australiana, con edades entre 13 y 18 años, y no hallaron diferencias en la incidencia de lesiones entre hombres y mujeres, pero las lesiones de los hombres fueron más severas; la zona lumbar y los hombros fueron las regiones más comunes en lesionarse en ambos sexos; los hombres se lesionaron de forma común la rodilla y las mujeres el tronco y zona abdominal. Con lo anterior se determina un contexto explicativo de las generalidades sobre las lesiones en tenis de campo, pero falta analizar más evidencia sobre cuáles son los factores que aumentan el riesgo para ello.

Tener lesiones previas, menos años de experiencia en el tenis, jugar más de 6 horas a la semana, flexión lateral del cuello limitada, ser hombre, y realizar estiramientos pre y post juegos, parecen ser factores de riesgo para las lesiones en esta población, e incluso la edad avanzada también se incluye como un factor de riesgo para padecer el codo de tenista (Hjelm et al., 2012; Oosterhoff et al., 2018)

A la par con lo anterior, una reciente revisión sistemática, que incluyó estudios con calidad metodológica de moderada a baja, encontró los siguientes factores de riesgo para las lesiones en las extremidades superiores de los tenistas: práctica prolongada (exposición al tenis), disquinesia escapular, fatiga muscular, inadecuadas propiedades escapulotorácicas y de cinética o cinemática del hombro, nivel de habilidad (novatos) e inadecuada técnica (Kekelekis et al., 2020).

Esta información es útil para fundamentar un programa de entrenamiento físico que permita prevenir lesiones en los tenistas y se debe complementar con las diferentes propuestas existentes

para orientar mejor ese fin, pero es necesario tener en cuenta que la evidencia que responde a esta problemática es limitada (Pas et al., 2018). Entre las escasas investigaciones que responden de forma similar a la problemática del presente estudio, está la de Amer y Campos (2020), en la que plantean un programa de prevención de lesiones para tenistas de categorías junior, basado en 6 etapas: 1) establecer la extensión de la lesión, 2) entender su etiología, 3) desarrollar medidas preventivas, 4) poner en práctica las tareas diseñadas, 5) establecer la eficiencia de las medidas preventivas y 6) evaluar el cumplimiento y el comportamiento del individuo. En el programa se propusieron ejercicios progresivos (superficies estables, inestables y perturbaciones externas), con habilidades específicas del tenis para cada región anatómica involucrada. Cabe resaltar que en esta propuesta no se identificaron algunos parámetros de la carga, como volumen, intensidad ni frecuencia de entrenamiento.

Otra investigación que cumple con lo anterior es la de Pas et al. (2018), quienes aplicaron el Esquema de Transferencia de Conocimientos (KTS por sus siglas en inglés) como herramienta para desarrollar estrategias de intervención en deportes, utilizada para transferir el conocimiento a la práctica. Consta de 5 pasos: 1) evaluación de las necesidades, 2) revisión de la literatura, 3) selección del tipo de ejercicios, articulaciones objetivo y demás detalles metodológicos por medio de reunión de expertos y 5) desarrollo de los contenidos y evaluación del contenido, donde se retoca y modifican detalles. Como resultado, se obtuvo un programa de prevención de lesiones específico del tenis llamado *TennisReady*, basado en una aplicación para dispositivos móviles, que finalmente no fue efectivo para el desenlace de interés.

Específicamente en la prevención de lesiones en tenis, se considera que, cuando se descubren déficits específicos en tenistas jóvenes, se debe instituir un programa de acondicionamiento que debería incluir el estiramiento de los isquioperoneotibiales y los rotadores internos del hombro, además del fortalecimiento de los músculos abdominales, del manguito rotador y de los estabilizadores escapulares (Bylak & Hutchinson, 1998).

De acuerdo con Dines et al. (2015), los ejercicios para el acondicionamiento específico del tenis deberían ser las sentadillas, para fortalecer las extremidades inferiores y absorber adecuadamente la carga; rotaciones del tronco; ejercicios de estabilización escapular y aquellos que impliquen coactivación del hombro y la muñeca.

Chulvi (2011) expone un listado de medios con los que es factible realizar el entrenamiento de fuerza: pesos libres, máquinas dependientes de la gravedad, equipadas con sistemas hidráulicos, con sistemas neumáticos, resistencia acuática, elástica, manual, equipos controlados electrónicamente y otros, entre los que están las bases inestables y las máquinas vibratorias. En el estudio, el autor resalta la gran utilidad que poseen las barras, mancuernas, discos y balones medicinales para el entrenamiento de tenistas.

Lo descrito anteriormente es parte de los fundamentos para diseñar el programa de prevención de lesiones planteado en la presente investigación.

3. Justificación

Debido a la prevalencia de lesiones en tenis de campo, es importante disminuir el riesgo de que los tenistas se lesionen, especialmente considerando que más del 50% de los abandonos competitivos de hombres y mujeres tenistas, pueden atribuirse a estos eventos adversos (Kryger et al., 2015). Al respecto, O'Connor et al. (2020) afirman que las lesiones provocan más pérdidas de sesiones de entrenamiento, que las enfermedades respiratorias, cardiorrespiratorias y gastrointestinales en tenistas junior de élite. Afirmación basada en un estudio prospectivo con un seguimiento de 2 años.

Por otra parte, varios factores determinan la pertinencia del entrenamiento de fuerza como elemento de importante consideración en el rendimiento en tenis de campo, entre los cuales se pueden mencionar, las aceleraciones a las que han llegado los desplazamientos de la pelota y por ende, los del jugador; la fuerza aplicada en cada golpe para poder cumplir con las exigencias de profundidad y precisión; las asimetrías musculares presentes en los deportistas de esta disciplina y, muy importante, la prevención de lesiones (González, 2016).

Actualmente se ha consolidado la idea de que el entrenamiento de fuerza es una de las mejores intervenciones de ejercicio físico para prevenir lesiones deportivas, con base en una revisión sistemática de ensayos controlados y aleatorizados que incluyó metaanálisis, realizada por Lauersen et al. (2014), información actualizada en 2018 por Lauersen et al., mediante una nueva revisión sistemática de similares características, con la que concluyeron que este tipo de entrenamiento es asequible, eficaz y seguro para prevenir hasta en un 66% las lesiones deportivas agudas y por sobreuso, en deportistas de 12 a 40 años.

Los investigadores añaden que, aumentar el volumen y la intensidad del entrenamiento de fuerza, se asocia con la reducción del riesgo de lesiones deportivas, y sugieren una fase previa de familiarización y aprendizaje de la técnica. Se debe tener en cuenta que un incremento del 10% del volumen (repeticiones) de entrenamiento de fuerza, puede reducir el riesgo de lesiones por encima de un 4%, y también que debe haber descansos de 72 horas para los principiantes, luego de esfuerzos maximales.

Al respecto, Pluim y Drew (2016) proponen que, minimizar los cambios semanales en los entrenamientos y aumentar la carga de entrenamiento gradualmente, son estrategias adecuadas para prevenir el riesgo de lesión. En tenis de campo, González (2016) y Reid y Schneiker (2008) confirman la falta de evidencia respecto a cómo entrenar la fuerza en este deporte, como respuesta a la prevención de lesiones y a la eficacia de los golpes, como principales problemáticas en el área. Se mencionan como posibles causas de esto, el desconocimiento de cómo aplicarla y el miedo de lesionar al deportista.

Los movimientos en las competencias del tenis deben ser efectivos. González (2016) señala que, para lograrlo, las zonas lumbo-pélvica y del core deben ser lo suficientemente fuertes por su participación como estabilizadoras de los movimientos; además, que deben haber estímulos excéntricos e isométricos en los entrenamientos, por su presencia en acciones como el *split* o los frenados del atleta, y que la fuerza general es primordial porque sienta las bases del resto de la vida deportiva, y la fuerza máxima y la fuerza explosiva para deportistas mayores de 14 años.

Por lo tanto, con el plan de entrenamiento de fuerza de nueve semanas propuesto en el presente estudio, se buscó preparar a los tenistas juveniles para que enfrentaran las horas de juego en la cancha, los repetitivos impactos articulares, los movimientos explosivos y los constantes cambios de dirección, incluyendo las acciones de frenado, y con base en ello evaluar el comportamiento de la proporción y la tasa de lesiones en los participantes.

4. Pregunta de investigación

¿Cuál es el efecto de un protocolo de entrenamiento de fuerza de nueve semanas sobre la prevalencia general e incidencia de lesiones por sobreuso en los tenistas juveniles?

5. Objetivos

General

Determinar el efecto de un protocolo de entrenamiento de fuerza de nueve semanas sobre la prevalencia general e incidencia de lesiones por sobreuso en los tenistas juveniles.

Específicos

- a. Consultar, analizar y resumir la información existente sobre esta problemática.
- b. Diseñar un protocolo de entrenamiento de fuerza, con base en lo hallado en el objetivo anterior.
- c. Intervenir a tenistas juveniles con el protocolo de entrenamiento de fuerza planteado en el objetivo anterior, mediante el diseño investigativo ensayo controlado y aleatorizado.

6. Sistema de hipótesis

Hipótesis nula

No existen diferencias estadísticamente significativas entre un protocolo de entrenamiento de fuerza de nueve semanas y los entrenamientos convencionales de la Liga Antioqueña de Tenis de Campo, sobre la prevalencia general y la incidencia de lesiones por sobreuso en los tenistas junior.

Hipótesis alterna

Existen diferencias estadísticamente significativas entre un protocolo de entrenamiento de fuerza de nueve semanas y los entrenamientos convencionales de la Liga Antioqueña de Tenis de Campo sobre la prevalencia general y la incidencia de lesiones por sobreuso en los tenistas junior.

7. Marco Teórico

Tenis de campo

La Federación Internacional de Tenis (2021) define al tenis de campo como un deporte olímpico y paralímpico en el que se enfrentan dos jugadores (modalidad individual) o dos parejas (modalidad dobles), en una cancha de 23.77m de largo, por 8.23m de ancho (10.97m de ancho para la modalidad dobles). Los tenistas utilizan raquetas para golpear una pelota de goma cubierta de fieltro, que debe pasar sobre una red que divide la cancha en dos partes de igual longitud, para que esta rebote en la mitad que corresponde al oponente. El juego consiste en golpear y dirigir la pelota al campo contrario, buscando que el oponente no logre devolverla antes de dos rebotes, para así obtener un punto.

Este deporte es practicado recreativa y profesionalmente en todo el mundo por personas de todas las edades. Los mejores tenistas profesionales masculinos compiten en el ATP Tour, mientras que sus pares femeninos juegan en el WTA Tour. Los mejores jugadores de ambos sexos compiten en los cuatro eventos de Grand Slam: el Abierto de Australia, Roland Garros, Wimbledon y el Abierto de Estados Unidos, en los que también participan los mejores jugadores en silla de ruedas y juveniles del mundo (FIT, 2021).

A nivel nacional, los torneos organizados por la Federación Colombiana de Tenis y válidos para el ranking nacional, son exclusivos para atletas afiliados a esta institución. Para determinar la categoría a la que pertenece un tenista, se considera la edad cumplida en el año en que se juega el torneo, siendo 11 años la edad mínima para participar en un torneo de carácter nacional (FCT, 2012).

Los torneos nacionales pre juveniles y juveniles comprenden las edades de 12, 14, 16 y 18 años, y se denominan con la palabra “hasta”, seguida de la edad, así: hasta 12 años, hasta 14 años, hasta 16 años y hasta 18 años. No existe restricción alguna para inscribir a un jugador en una categoría mayor, excepto si pertenece a la categoría “hasta 12 años”, en este caso solo podrá participar en la de “hasta 14 años”, pero no en las categorías superiores. En la modalidad de dobles, un jugador no puede participar en una categoría diferente a la que participó en la modalidad de individuales (FCT, 2012).

Existen ocho tipos de torneos, que dependen de los puntos otorgados, de sus características y su reconocimiento e importancia, así: torneos grado 1, grado 2, grado 3, grado 4, grado 5, grado 6, interligas por equipos y nacional de ordenamiento (FCT, 2012).

Con base en la definición y los fundamentos de la lógica organizativa del tenis, es claro que este deporte, a nivel competitivo y de alto rendimiento, requiere un buen entrenamiento de sus componentes tácticos, técnicos, físicos y psicológicos. Sus practicantes necesitan una combinación de habilidades anaeróbicas (como velocidad y potencia) y aeróbicas; esto, considerando que un partido de tenis incluye múltiples series de acciones anaeróbicas de intensidad variable y varios

períodos de descanso de larga duración, permitiendo que los sistemas de energía aeróbica contribuyan en la recuperación (Kovacs, 2007).

Aproximadamente entre el 80 y 90% de todas las acciones desarrolladas en competencia, son de carácter explosivo y mediadas por la vía energética anaeróbica aláctica, y entre el 10 y 20% restante, por la vía aeróbica (Bylak & Hutchinson, 1998; González, 2016). Siendo así, el tenis de campo se considera un deporte anaeróbico, intermitente y acíclico, que incluye una fase de recuperación aeróbica (Reid & Schneiker, 2007). A ello se suman otros aspectos que caracterizan al tenis de campo y a sus practicantes, como las proporciones de trabajo-descanso de los tenistas, que oscilan entre 1:3 y 1:5, consideración importante, ya que se ha demostrado que la fatiga reduce la precisión del golpe hasta en un 81% (Kovacs, 2007).

Entre otras características de este deporte, se encuentran: el tiempo de juego real, que está comprendido entre el 20% y el 30% del tiempo total de un partido (Reid & Schneiker, 2007); el tiempo de contacto entre la raqueta y la pelota, que oscila entre 0,003 y 0,006 segundos (Kovacs, 2007); la cantidad de golpes técnicos durante un partido, 1000 aproximadamente, y la distancia recorrida por el deportista, que es de hasta 3 km aproximadamente (Reid & Schneiker, 2007). En cuanto a la composición corporal de los tenistas masculinos, la grasa corporal, por lo general, es <12% y en las tenistas <23%. Con respecto al rendimiento cardiorrespiratorio, los hombres suelen presentar el consumo máximo de oxígeno >50mL/kg/min, mientras en las mujeres >42 mL/kg/min (Kovacs, 2007).

También hay que considerar que la mayoría de las demandas físicas para el tenista, en términos de fuerza, velocidad, estabilidad, rango de movimiento y demás requerimientos, se presentan en las áreas anatómicas más relevantes para el juego, como hombros, brazos, tronco, caderas y piernas, y suelen provocar alteraciones funcionales por sobreuso (como el aumento en la rotación externa y pérdida de la rotación interna del hombro y la falta de movilidad para la pronación y supinación del antebrazo), pudiendo llegar a disminuir el rendimiento deportivo y aumentar el riesgo de lesiones (Bylak & Hutchinson, 1998), incluso en las categorías juveniles (Amer & Campos, 2020).

Lesiones deportivas

En el ámbito deportivo, la lesión se entiende como cualquier queja física expresada por parte de un jugador, que es causada por la transferencia de energía excesiva, que influye en la incapacidad del cuerpo para mantener su integridad morfológica o funcional, como resultado de una competencia o entrenamiento, por lo que requiere atención médica y genera una pérdida de tiempo en la práctica deportiva (Amer & Campos, 2020; Fuller et al., 2006). Como parte de las lesiones está el dolor, definido por la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP, 2020) como “una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada con, o similar a la asociada con daño tisular real o potencial”.

En el caso de las lesiones agudas y crónicas, sus definiciones no son claras porque varían en función de los diversos autores y el tipo de lesión analizada, pero, en términos generales, se puede definir a las lesiones agudas como aquellas generadas repentinamente, mientras que las crónicas se entienden como aquellas que se producen a lo largo del tiempo, por la repetición de acciones físicas (Flint et al., 2014). Para el presente estudio, una lesión registrable se definió como cualquier respuesta por encima del valor mínimo en al menos una de las cuatro preguntas del cuestionario del Centro de Investigación de Traumas Deportivas de Oslo (OSTRC-O2), si la puntuación no se debió a una enfermedad. Se consideraron las lesiones agudas como aquellas cuyo inicio pudo vincularse a un evento de lesión específico, mientras que las lesiones crónicas o por sobreuso fueron aquellas que no pudieron vincularse a un evento claramente identificable (Clarsen et al., 2013, 2014).

Amer y Campos (2020) proponen la siguiente clasificación para las lesiones en tenis, según su gravedad: muy leves, si duran menos de 1 día; mínimas, de 1 a 3 días; leves, de 4 a 7 días; moderadas, de 8 a 28 días; severas, más de 28 días; y de larga duración, si duran más de 6 meses.

Ya que el riesgo de lesión puede afectar el rendimiento actual y futuro del atleta de élite, en los deportes, principalmente individuales, es fundamental para el practicante permanecer libre de estos eventos adversos (O'Connor et al., 2020). Por lo anterior, resulta particularmente importante comprender la gravedad de la lesión, para determinar hasta qué punto limita el entrenamiento y el desarrollo del potencial del atleta. En el caso de los tenistas juveniles de élite, las lesiones podrían interrumpir su desarrollo atlético a largo plazo, y aun siendo este un tema ya conocido, la prevención de lesiones sigue constituyendo un punto problemático en el entrenamiento (Gescheit et al., 2019), lo cual puede deberse a que la literatura que aborda este tema es limitada y las investigaciones existentes han variado respecto a las definiciones utilizadas para las lesiones, el tiempo de estudio y las medidas de resultados, lo que complejiza su comparación e interpretación (O'Connor et al., 2020).

Lesiones más comunes en tenis

Entre las lesiones que padecen los tenistas se encuentran las distensiones, roturas fibrilares, esguinces, fracturas, traumatismos, dislocaciones, inflamaciones, abrasiones, tendinopatía, calambres y contracturas (Amer & Campos, 2020). A continuación, se describen las más comunes.

Pinzamiento de hombro

Según Cools et al. (2008) el pinzamiento de hombro es un síntoma, no un diagnóstico, que puede estar presente en numerosas afectaciones del hombro, como la inestabilidad glenohumeral, patologías del manguito rotador o bíceps braquial, la disquinesia escapular y el déficit de rotación glenohumeral interna. El pinzamiento ocurre entre la cabeza humeral y el borde posterosuperior de la glenoides, y durante el servicio de tenis se suele presentar con la articulación glenohumeral en máxima rotación externa y máxima abducción horizontal.

Hay dos mecanismos patológicos que describen la posible etiología del pinzamiento de hombro: 1) las traslaciones humerales excesivas, causadas principalmente por la inestabilidad anterior del hombro, conocida como síndrome de sobreuso de inestabilidad adquirida; 2) la disquinesia escapular, que disminuye la estabilidad y la función de las escapulas, siendo principalmente afectados los deportistas de disciplinas con movimientos por encima de la cabeza, como los tenistas.

Con respecto a la disquinesia escapular, se debe tener en cuenta la hiperangulación, que es la invasión de los tendones del manguito rotador entre la cabeza humeral y el borde glenoideo, y es la principal causa de los síntomas de pinzamiento. Se presenta un choque o rozamiento entre diversas estructuras del hombro, cuando la escápula y la diáfisis humeral no permanecen en el mismo plano durante la fase de ejecución del movimiento (en este caso, el servicio y los demás golpes con la raqueta), debido a que esta última se desplaza más allá del plano del cuerpo de la escápula. En circunstancias normales, la escápula se retrae simultáneamente con el movimiento de abducción horizontal del húmero.

Por último, las alteraciones funcionales del hombro, como la inestabilidad glenohumeral, las restricciones del rango de movimiento, la disfunción escapular y la rigidez muscular, a menudo se asocian con síntomas de pinzamiento interno, más que con déficits y patologías estructurales.

Codo de tenista

La tendinopatía lateral del codo es el término más adecuado para referirse a la epicondilitis lateral, epicondialgia lateral, epicondiosis lateral, o codo de tenista. Es una de las lesiones más comunes relacionadas con el trabajo de los brazos o con deportes como el tenis. Esta afección generalmente se define como un síndrome de dolor en el área del epicóndilo lateral y puede ser más degenerativo que inflamatorio (Stasinopoulos & Stasinopoulos, 2017). Esto ocurre por medio de la presencia de fibroblastos, hiperplasia vascular, proteoglicanos y glicosaminoglicanos y colágeno desorganizado e inmaduro, que fomentan la ausencia de células inflamatorias. La estructura comúnmente afectada es el origen del extensor del carpo (*radialis brevis*). El brazo dominante es más comúnmente afectado; es una lesión prevalente entre los 30 y 60 años, y es de mayor duración y gravedad en las mujeres. Los síntomas más comunes de los pacientes con tendinopatía lateral del codo son dolor y disminución de la función, afectando la funcionalidad diaria.

Stasinopoulos & Stasinopoulos (2017) señalan que el diagnóstico de la tendinopatía lateral del codo, es simple; debería haber dolor en al menos una de las siguientes tres evaluaciones: 1) palpación digital en la faceta del epicóndilo lateral; 2) extensión resistida de la muñeca o extensión resistida del dedo medio, con el codo en extensión; 3) por conseguir que el paciente agarre un objeto cualquiera. Aunque, como se puede observar, los signos y síntomas de la tendinopatía lateral del codo son claros y su diagnóstico es fácil, hasta la fecha, no ha surgido un tratamiento ideal.

Tendinopatía del extensor cubital del carpo (muñeca de tenista)

Dines et al. (2015) mencionan que los jugadores de tenis son susceptibles de sufrir lesiones por sobre uso en la muñeca. La tendinopatía del extensor cubital del carpo es común, tanto en las muñecas dominantes como en las no dominantes. El tratamiento incluye inmovilización, reposo y aplicación de antiinflamatorios no esteroideos. La subluxación del tendón del extensor cubital del carpo, aunque no es realmente un síndrome de sobreuso, es un diagnóstico diferenciador importante en el tenista con dolor cubital de la muñeca. La subluxación del extensor cubital del carpo es el resultado de la rotura o atenuación de la subvaina causada por una tensión en la desviación cubital, como en el golpe de derecha. La reconstrucción de la subvaina puede realizarse en casos crónicos.

Lesiones en la zona lumbar

El dolor lumbar o lumbalgia es más común de lo que se cree entre los jugadores de tenis. La alta prevalencia de este dolor en los tenistas, posiblemente es generada por las grandes cargas de rotación axial a las que se encuentran sometidos. La naturaleza repetitiva del deporte es la principal causante de fatiga en la estructura lumbar y es la encargada de oprimir los mecanismos protectores viscoelásticos de los discos y ligamentos intervertebrales (Dines, 2015).

Según un estudio, el 38% de 143 tenistas profesionales dejaron de asistir a un torneo por causa de lumbalgia, 43 jugadores informaron dolor lumbar crónico y 11 tenían lesiones en la zona lumbosacra de la columna vertebral. Las lesiones más frecuentes en esta zona del cuerpo, son: distensión del paraespinal, esguince de ligamentos y lesión en el disco intervertebral lumbar. Estas lesiones son más probablemente el resultado de microtraumas repetitivos, que de un solo evento traumático mayor y aislado (Dines, 2015).

Lesión de cadera

La articulación de la cadera puede experimentar fuerzas de hasta cinco veces el peso del cuerpo en actividades como correr, saltar y girar. En el golpe de derecha, se solicita de una rotación externa de cadera pronunciada, la cual puede aumentar el riesgo de inestabilidad rotacional anterior y pinzamiento posterior. La mayoría de las lesiones en la articulación de la cadera se conforman de tensiones musculares o inflamación de los tendones y ligamentos alrededor de la articulación (Dines, 2015).

Dines refiere que este tipo de lesiones, generalmente, mejoran con reposo, hielo y otras terapias tradicionales, pero si dicha dolencia no se resuelve, se debería considerar una lesión en el cartílago o el lábrum. El síntoma que generalmente presentan los atletas con esta lesión, bajo una maniobra de torsión, es dolor en la ingle, y si el desgarró del lábrum se desplaza hacia la articulación, a menudo hay una sensación de bloqueo dentro de la cadera. Es de especial cuidado esta lesión, ya que con frecuencia el dolor es malinterpretado por el jugador como una distensión o lesión crónica en la ingle.

En deportistas con dolor de cadera persistente durante más de 6 a 8 semanas y con signos clínicos y radiográficos consistentes de desgarro del lábrum, la artroscopia de cadera podría ser apropiada para eliminar o reparar el tejido (Dines, 2015).

Prevención de lesiones en tenis

Diferentes estrategias para la prevención de lesiones deportivas, basadas en el ejercicio físico, han sido analizadas; por ejemplo, una revisión sistemática de 68 estudios, que incluyó metaanálisis, concluye que dichas intervenciones parecen ser efectivas para tal fin (Leppänen et al. 2013).

Adicional a esta información, gran parte de los estudios respecto a esta temática han sido realizados en deportes de equipo, como fútbol, rugby, baloncesto y voleibol; en el caso de los deportes individuales, las investigaciones se limitan a los atletas que corren y no se han identificado reducciones significativas en las tasas de lesiones (Pas et al., 2018).

Con mayor especificidad sobre las intervenciones físicas, algunos estudios han vinculado al entrenamiento de fuerza con la mejora del rendimiento en tenistas de élite, pero las investigaciones que vinculan el efecto de ejercicios de fuerza específicos de esta modalidad deportiva, con la prevención de lesiones en jugadores de tenis, son limitadas (Ellenbecker et al., 2009). Sumado a esto, existe la creencia de que las altas cargas de entrenamiento aumentan el riesgo de lesión en los deportistas. Gabbett (2016) y Gabbett et al. (2016) sugieren que no necesariamente es así y que lo que realmente aumenta el riesgo es la inapropiada transición a una carga de entrenamiento más alta, como lo es aumentarla en más del 10% semanalmente (aumentos más pequeños generan riesgo en menor medida).

Teniendo en cuenta lo anterior, Pluim y Drew (2016) señalan que, al iniciar la temporada, los tenistas compiten de forma regular (2-3 partidos por día) y que suelen aumentar repentinamente las horas juego de 2-3h por semana a 4-6h, lo cual puede generar lesiones. Una problemática similar ocurre cuando tenistas juveniles son seleccionados para participar de un programa de entrenamiento de élite, que puede traer consigo un aumento repentino en el volumen y la intensidad de su programa de entrenamiento.

Con base en ello, para minimizar el riesgo de que los tenistas se lesionen, los mismos autores hacen sugerencias como: niveles de entrenamiento consistentes; minimizar los cambios semanales en el programa de entrenamiento; aumentar la carga de entrenamiento de forma gradual; evitar picos de carga; mantener un equilibrio correcto entre el trabajo y el descanso; y continuar entrenando con regularidad durante las vacaciones.

Entrenamiento de fuerza

Los componentes técnicos, tácticos y psicológicos tienen relación con el éxito en los torneos de tenis, pero es imprescindible entender que, sin que la condición física esté bien desarrollada, es poco probable que dichos atributos, por sí solos, permitan que el tenista alcance su mayor

potencial deportivo. Para ello, los grupos musculares deben fortalecerse y los patrones de movimiento deben entrenarse, tanto desde el punto de vista de la mejora del rendimiento, como de la prevención de lesiones (Reid & Schneiker, 2007).

Entendiendo la fuerza como la capacidad física que tienen los músculos para generar tensión al activarse, en función de mantener, acelerar o desacelerar comúnmente a un cuerpo que le resiste (González & Gorostiaga, 2002, p.19), el entrenamiento de fuerza es la preparación de esta capacidad mediante la implementación de diversas metodologías en las que se hace uso del peso corporal, elásticos, máquinas de musculación, pesos libres, entre otros implementos.

Para González (2016), el entrenamiento de fuerza es un componente determinante y condicionante del rendimiento, e incluso del resultado en la cancha para tenis de campo, el cual debe satisfacer las necesidades reales de los jugadores, como la prevención de lesiones, la velocidad de desplazamiento y la fuerza de golpeo. Explica que la fuerza explosiva debe estimularse en el entrenamiento, porque es necesaria para acciones como: los golpes que se imprimen a la pelota, los saltos de smash, el saque, las aceleraciones y desaceleraciones en los split de contra pierna, los apoyos de recuperación de cancha y los saltos para una volea abierta.

Por su parte, Berdejo y González (2009) precisan que el entrenamiento de fuerza en tenis no debe ser visto únicamente como potenciador de las diferentes acciones técnicas, ya que presenta una alta relevancia en la prevención de lesiones comunes en los jugadores. Un programa de fortalecimiento muscular de carácter general es primordial y debe abarcar todos los grupos musculares con énfasis en los antagonistas y músculos del lado no dominante del jugador.

Escalas de estimación de la percepción subjetiva del esfuerzo

La escala de calificación de esfuerzo percibido (RPE, por sus siglas en inglés) es una herramienta muy práctica para estimar la intensidad del ejercicio, mediante una calificación numérica específica, que va de cero (0) a diez (10), siendo cero el valor que indica el descanso y diez, un esfuerzo máximo. Inicialmente fue creada para su utilización en el entrenamiento aeróbico, pero por sus cualidades, se ha expandido su uso a otros tipos de entrenamiento, como el de fuerza. Este es un método contrastado con otras formas de medir la intensidad, como el porcentaje de una repetición máxima (1 RM), resultando válido, incluso, para cumplir su objetivo en diversas poblaciones, entre las cuales están los deportistas de alto rendimiento (Day et al., 2004).

Tabla 2. Escala de calificación de esfuerzo percibido (RPE).

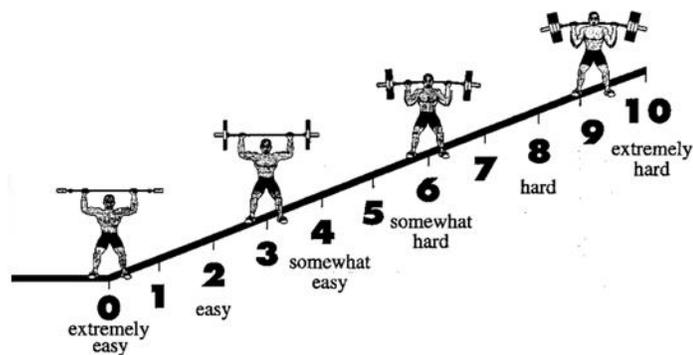
Clasificación	Descripción
0	Descanso
1	Muy, muy fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Algo exigente

Clasificación	Descripción
5	Exigente
6	-
7	Muy exigente
8	-
9	-
10	Máximo

Reproducida de Day et al. (2004).

A la par con lo anterior, la Escala de Ejercicio de Resistencia OMNI (OMNI-RES) también sirve para medir la RPE, está validada en diferentes poblaciones y es utilizada de forma similar a la RPE, pero específicamente para el entrenamiento de la fuerza (Robertson et al., 2003); además, tiene una correlación positiva fuerte con la escala RPE (Lagally & Robertson, 2006).

Figura 1. Escala OMNI-RES.



Reproducida de Robertson et al. (2003).

La escala OMNI-RES se utilizó en la presente investigación para programar, estimar y controlar la intensidad relativa de los tenistas durante las sesiones de entrenamiento, considerando que con esta herramienta se puede estimar la RPE de diversas formas, como la general de una sesión o incluso la localizada, que se refiere al esfuerzo percibido en las zonas específicas del cuerpo que participan durante un ejercicio.

Prevalencia e incidencia

La prevalencia es una medida de frecuencia (Fajardo, 2017) entendida como el número total de casos de un evento específico (tenistas lesionados, para el presente estudio), durante un momento dado y en una población determinada. La incidencia es una tasa y se refiere solo a los casos nuevos del evento de interés (lesiones deportivas), presentados en la población y en un periodo de tiempo determinado (NCBI, 1990).

Figura 2. Fórmulas de la prevalencia y la incidencia lesional.

$$\textit{Prevalencia lesional} = \frac{\textit{Número de tenistas lesionados}}{\textit{Muestra de estudio (n)}}$$

$$\textit{Incidencia lesional} = \frac{\textit{Número de lesiones}}{\textit{Horas de exposición}} * 1000$$

Adaptada de Revenga (2015).

Cuestionario OSTRC-O2

Este cuestionario fue creado para monitorear prospectivamente las lesiones de los atletas por sobreuso y para cuantificar su efecto en el deporte (Clarsen et al., 2013, 2014). Contiene cuatro ítems clave sobre la participación, modificación, rendimiento y dolor en determinadas partes del cuerpo, durante la práctica deportiva en los últimos siete días. Además, es una herramienta válida y confiable en español, para su uso con atletas juveniles (12 a 17 años) (Bailón et al., 2020). Consta de cuatro preguntas que sirven de base para evaluar cualquier área anatómica. En estudios con múltiples áreas anatómicas de interés, las cuatro preguntas se repiten para cada área. En este cuestionario, el grado de pérdida de tiempo se refiere a la cantidad de días que se detuvo la práctica deportiva a causa de la lesión, y la severidad de esta se calcula con la siguiente puntuación:

El ítem 1, que comprende 4 opciones de respuesta, se califica con 0, 8, 17 y 100. Los ítems 2, 3 y 4, también con 4 opciones de respuesta, se califican con 0, 8, 17 y 25. Los atletas con una puntuación de 100 en el ítem 1 (“No pudo participar por un problema de salud”) no deben contestar los ítems 2, 3 y 4. Se considera que aquellos que seleccionaron la tercera o cuarta opción de respuesta en el ítem 2 o 3, o la cuarta opción en el ítem 1, tienen problemas sustanciales, definidos como aquellos que conducen a reducciones moderadas o severas en el rendimiento o la participación deportiva, o pérdida de tiempo.

Cuestionario PAR-Q+

Este cuestionario es una herramienta confiable, utilizada internacionalmente para detectar afecciones de salud, previa a la participación de la actividad física. Su última actualización fue en 2019. Consta de siete preguntas que tratan sobre afecciones cardíacas (entre otras), dolores, mareos, consumo de medicamentos, problemas musculoesqueléticos y restricciones médicas para realizar actividad física. Si la persona responde afirmativamente a una o varias de esas preguntas, se sugiere un chequeo médico y el posterior aval para practicar actividad física (Warburton et al., 2011a,b; Warburton et al., 2019).

Método

Diseño de estudio

El presente estudio es un ensayo controlado, aleatorizado (ECA) y paralelo, realizado siguiendo los Estándares Consolidados de Reporte de Ensayos [CONSORT] (2010). El protocolo de estudio no fue registrado previamente.

Población y muestra

La población estuvo compuesta por 43 deportistas juveniles y prejuveniles de Antioquia, inscritos en la Liga Antioqueña de Tenis (2020), al momento de calcular la muestra (octubre 2021). La manera de hacerlo fue seleccionando las listas del ranking de todas las sub categorías, tanto de mujeres como de hombres, y eliminando los datos duplicados.

La selección de la muestra se realizó de los tenistas inscritos en la Liga, de los cuales fueron excluidos quienes tuvieran cualquier tipo de lesión o respondieran positivamente a una o más preguntas del cuestionario PAR-Q+ al inicio del estudio. Se conformó el grupo control (GC) con 5 deportistas y el grupo experimental (GE) con 6. Los participantes tenían al menos una experiencia deportiva de un año, entrenaban entre 3 y 5 días a la semana (tres horas cada sesión, aproximadamente), jugaban al menos un partido a la semana, pertenecían a diferentes estratos socio-económicos y residían en el Valle de Aburrá (Antioquia).

El estudio se realizó entre marzo y mayo de 2022, y las intervenciones se realizaron en las instalaciones de la Liga.

Potencia

El cálculo de la potencia se estimó sobre un tamaño muestral de 11 participantes y para esta medición se obtuvieron los datos necesarios de la investigación de Hupperets et al. (2009), en la cual se analizó el efecto de un plan de fortalecimiento en casa sobre la prevalencia lesional del esguince de tobillo en un grupo de 522 atletas, entre 12 y 70 años. De allí se obtuvieron los valores promedio del número de lesiones en un plazo de un año para ambos grupos, 89 para GC (n=266) y 56 para GE (n=256), al igual que la desviación estándar (SD) 0,414. El $Z\beta$ calculado a partir de estos datos fue 1,316. Finalmente, la potencia es calculada utilizando una tabla de puntuación z.

Cálculo de la potencia

$$GE: 56/256 = 0.21875$$

$$GC: 89/266 = 0.33459$$

$$SD = 0.414$$

$$Z\beta = \frac{X-\mu}{\sigma/\sqrt{n}} = \frac{0.33459 - 0.21875}{0.414/\sqrt{11}} = \frac{0.11584}{0.1248} = 0.9282$$

$$Potencia = 0.82381 = 82.4\%$$

Criterios de selección

Criterios de inclusión

Se incluyeron tenistas de alto rendimiento, inscritos y activos en la Liga que, hasta junio de 2022, pertenecieron a la categoría juvenil y teniendo un año o más de experiencia en esta disciplina deportiva; que decidieron participar de este estudio voluntariamente, vivían en el Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia) y estaban afiliados al sistema de salud nacional del régimen contributivo o subsidiado.

Criterios de exclusión

Fueron excluidos los tenistas que entrenaron la fuerza aparte de la presente intervención y quienes tuvieron lesiones al inicio del estudio u otros problemas de salud que impidieron su participación en los entrenamientos.

Definición de las variables

Independiente: protocolo de entrenamiento de fuerza.

Dependientes: prevalencia general e incidencia de lesiones.

Otras variables: edad, sexo, peso, altura y nivel de juego (número de tenis internacional, ITN) para individuales y dobles (1 a 9, siendo 1 el nivel de juego más alto), número de años jugando tenis, superficie de la cancha más utilizada (polvo de ladrillo, cancha dura, césped, alfombra, canchas para todos los climas y canchas múltiples) y lesiones previas de por vida.

Tabla 3. Operacionalización de las variables.

Variable	Nivel de medición	Descripción	Unidad de medida
Protocolo de entrenamiento de fuerza.	Independiente, cuantitativa y discreta.	Conjunto estructurado de ejercicios de fortalecimiento físico.	Volumen (número de ejercicios, series y repeticiones), intensidad (RPE), recuperación entre series y ejercicios (segundos), frecuencia (días a la semana).
Prevalencia general de lesiones.	Dependiente, cuantitativa y continua.	Número de tenistas lesionados de una muestra determinada.	Porcentaje (%).
Incidencia de lesiones.	Dependiente, cuantitativa y continua.	Casos nuevos de lesiones deportivas en tenis, presentados en la muestra y en un periodo de tiempo determinado.	Lesiones por 1000 horas de exposición.
Horas de exposición.	Cuantitativa y continua.	Sumatoria total de horas que los tenistas entrenan y compiten.	Horas.

Variable	Nivel de medición	Descripción	Unidad de medida
Categoría de tenis.	Cualitativa, ordinal y politómica.	Nivel o división de juego.	Sub 12, Sub 14, Sub 16 y Sub 18.
Edad.	Cuantitativa y discreta.	Tiempo que ha vivido un ser humano desde su nacimiento.	Años.
Sexo.	Cualitativa, nominal y dicotómica.	Condición orgánica que distingue a los hombres de las mujeres.	Masculino y femenino.
Lesión deportiva.	Cualitativa, nominal y politómica.	Queja física expresada por parte de un jugador y causada por la transferencia de energía que excede la capacidad del organismo para mantener su integridad.	Tipo y punto anatómico.
Nivel de juego	Cuantitativa y discreta.	Número de tenis internacional (ITN) para individuales y dobles.	De 1 a 9 (siendo 1 el nivel de juego más alto).
Número de años de juego .	Cuantitativa y discreta.	Cantidad de años que lleva el individuo practicando el tenis.	Años.
Superficie de la cancha más utilizada.	Cualitativa, nominal y politómica.	Superficie de la cancha más utilizada para la práctica del tenis.	Polvo de ladrillo, cancha dura, césped, alfombra, canchas para todos los climas y canchas múltiples.

Viabilidad

Considerando que se tuvo el espacio adecuado, los deportistas, el tiempo, los investigadores y el aval del director técnico de la Liga para intervenir a los grupos y proponer nuevas ideas en su entrenamiento, se consideró que realizar este proyecto tenía un alto grado de viabilidad. Se dispuso de 12 semanas, las primeras dos para reclutar la muestra, aplicar el cuestionario PAR-Q+, la encuesta sociodemográfica y los consentimientos y asentimientos informados; 9 semanas de intervención que incluyeron 17 sesiones de entrenamiento de fuerza y la semana restante correspondió a la celebración de Semana Santa.

Delimitaciones

La investigación se llevó a cabo en 2022; la muestra fue seleccionada de 43 tenistas de categoría junior (sub 12, sub 14, sub 16 y sub 18) de la Liga de la ciudad de Medellín, pertenecientes a la selección antioqueña y al grupo intensivo (deportistas de igual o similar rendimiento que los pertenecientes a la selección, quienes están a la espera de un cupo dentro de cada una de las categorías mencionadas).

Limitaciones identificadas previamente

Los siguientes aspectos son considerados limitaciones que podrían afectar el normal desarrollo de la intervención y sus resultados.

Las condiciones climatológicas impiden que las sesiones de entrenamiento en la cancha y cualquier otro tipo de actividad en la Liga, se lleven a cabo, pues con lluvia todo queda cancelado momentáneamente. Solo se cuenta con un aula multipropósito, aparte del gimnasio, desprovista de implementos y embaldosada, lo que dificulta las actividades de desplazamiento.

La carencia de algunos implementos y máquinas de fuerza. El gimnasio solo cuenta con una máquina de rodilla dual, un halón alto y un remo que no tiene las mejores condiciones para su uso; algunas colchonetas y discos de 5, 10 y 25 libras. Las barras que hay no son ajustables y sus pesos, quizás, sean inapropiados para la mayoría de los tenistas juveniles.

Durante los días o semanas de competencia, la asistencia de los deportistas a la Liga es baja, a lo cual se suma que asistir a las sesiones de entrenamiento no es obligatorio y ninguno de los entrenadores lleva un control de esto.

Las dinámicas escolares podrían cambiar en función de las tasas de contagio de Covid-19, al igual que los aforos y el carácter presencial de las intervenciones.

Además, es necesario tener en cuenta el contacto con todos los acudientes de los deportistas menores de edad, para socializar y posibilitar la aceptación de los documentos de asentimiento y consentimiento informados.

Procedimiento

Inicialmente se realizó la asignación de la muestra a los grupos (GC, GE). Todos los participantes realizaron sus entrenamientos convencionales (técnicos, tácticos, coordinativos y de resistencia) estipulados por la Liga. Adicionalmente, los tenistas del GE recibieron el protocolo de entrenamiento de fuerza. Siempre hubo un entrenador disponible los días lunes, martes, jueves y viernes de 3:00p.m. a 7:00p.m., y los sábados de 10:00a.m. a 12:00m., para orientar estas sesiones. Los tenistas escogieron los días y las horas de entrenamiento con base en la disponibilidad planteada. Se contó con el espacio y los implementos apropiados (descritos más adelante). El tiempo requerido para aplicar el protocolo fue de 30 a 50 minutos por sesión (anexo 2).

La intervención consistió en el protocolo de entrenamiento de fuerza, que se describe a continuación.

Figura 3. Ejercicios del calentamiento.

Calentamiento (2 rondas)			
Sección	Ejercicio	Tiempo/reps	Imagen
Movilidad articular	Gato-camello	20 seg	
	Movilidad torácica	20 seg cada lado	
	Extensión de rodillas	20 seg cada pierna	
General	Marcha elevando rodillas	15 seg	
	Trote elevando rodillas	15 segundos	
	Talones a glúteos con tracción de brazos hasta la retracción escapular	20 seg	
Específico	Sentadillas	5 reps	
	Peso muerto	5 reps	
	Push up en pared	3 reps	

Nota: el tiempo aproximado de calentamiento fue de 6 minutos.

Figura 4. Protocolo de entrenamiento de fuerza

Parte del cuerpo	Grupos musculares o segmentos principales	Ejercicio	Gráfica		Notas
			Parte inicial	Parte final	
Superior	Pectorales y tríceps	Push up			
	Dorsales	Tracciones			Con arnés de suspensión. Culminando la retracción escapular
	Manguito de rotadores del hombro	Rotaciones internas			Con banda elástica
		Rotaciones externas			
	Bíceps	Curl			Énfasis en fase excéntrica y con arnés de suspensión
Media	Oblicuos	Press pallof			Con banda elástica
Inferior	Cuádriceps	Sentadilla			
	Isquioperoneotibiales	Curl máquina			Pasar a curl nórdico
	Abductores	Abducciones			Con banda elástica

Parámetros de la carga

El protocolo de entrenamiento de fuerza fue realizado mediante la metodología circuito. A continuación, se expone el cronograma semanal propuesto para la intensidad.

- Semana 1: RPE ≤ 4 (familiarización con el protocolo, incluyendo explicación de la técnica y de la escala OMNI-RES).
- Semana 2: RPE ≤ 4
- Semana 3: RPE 5 a 6
- Semana 4: RPE 5 a 6
- Semana 5: RPE 7
- Semana 6: RPE 7
- Semana 7, 8 y 9: RPE ≥ 7

Los tenistas realizaron 3 rondas del circuito de ejercicios; con base en la intensidad propuesta, realizaron de 8 a 19 repeticiones por ejercicio; el tiempo de recuperación entre series fue de 20 a 45 segundos y entre rondas de 2 a 3 minutos. Los ejercicios se ejecutaron en el siguiente orden: push ups, remo (con arnés de suspensión), rotación interna de hombro, rotación externa de hombro, curl de bíceps (con arnés de suspensión y énfasis en la parte excéntrica), press palflof (con banda elástica), sentadillas, flexión de rodilla (en máquina) y abducción de cadera (con banda elástica pequeña y cerrada).

El grupo de intervención entrenó la fuerza 2 días a la semana, mediante sesiones orientadas.

Los ejercicios fueron realizados pasando de variantes sencillas a otras más exigentes, como se observa en la figura 5.

Figura 5. Progresión de los ejercicios del protocolo de fuerza.

Ejercicio	Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Push up						
Descripción			Las rodillas se ubican más atrás que en la variante anterior y la cadera baja con el resto del tronco.		Apoyo solo en las manos y en los pies.	
Press pallof						
Descripción	Sin rotación del cuerpo.		Con rotación del cuerpo.			
Sentadilla						
Descripción			Cargando peso extra (disco metálico de 10 o 25 libras).			
Curl nórdico						
Descripción	Rodillas y caderas flexionadas.		Mayor grado de extensión de rodillas y caderas que en la variante anterior.			

Los ejercicios que no se exponen en la tabla anterior, se realizaron siempre de la misma forma, tal y como se observa en la figura 4.

Para realizar los ejercicios se necesitó colchoneta, arnés de suspensión, banda elástica abierta de dos metros de largo, máquina de flexión de rodillas en sedestación, discos metálicos de 10 y 25 libras y banda elástica pequeña y cerrada.

Información más detallada acerca de la intervención en los [anexos](#).

Control de sesgos

Este apartado fue realizado con base en las indicaciones de la colaboración Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo (Higgins & Green, 2011).

Sesgos de selección: para minimizar este tipo de sesgos, se realizó un protocolo de aleatorización para la asignación a los grupos, como se explica más adelante.

Sesgos de realización: no es posible cegar a los participantes ni al personal, ya que, previamente, por temas éticos y metodológicos, los deportistas e investigadores sabían cuál intervención se realizaría en cada grupo.

Sesgos de detección: no es posible cegar a los evaluadores de los resultados.

Sesgos de desgaste: todos los datos se reportaron y el análisis fue por intención de tratar, para esto se consideró que un participante estaba disponible para el análisis del resultado si se había completado el cuestionario inicial y al menos una encuesta de seguimiento. Se reportaron todos los abandonos y eventos adversos presentados durante el desarrollo de la investigación. Previo al inicio de la intervención, los padres y deportistas fueron informados sobre las diferentes características del estudio, incluyendo la importancia, las ventajas y los riesgos del entrenamiento de la fuerza en jóvenes; esto, como estrategia motivacional para aumentar la probabilidad de asistencia a los entrenamientos y minimizar las pérdidas. Adicional a esto, los tenistas se evaluaron según el grupo al que fueron asignados independientemente si terminaron de realizar todas las sesiones de entrenamiento o no, o si decidieron realizar los ejercicios por curiosidad o imitación de sus compañeros, siendo del grupo experimental. Todos los acudientes firmaron un consentimiento informado y los deportistas un asentimiento, con todos los detalles sobre el estudio.

Sesgos de notificación: la notificación de los resultados se expone sin omitir ningún tipo de información.

Otras fuentes de sesgos: no fue posible controlar los entrenamientos que realizaron los tenistas en la Liga, diferentes al protocolo de entrenamiento de fuerza de esta investigación. Quienes orientaron estos entrenamientos fueron entrenadores diferentes a quienes participaron en el desarrollo de este estudio.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico descriptivo se utilizó el programa IBM SPSS versión 22, y para la estadística inferencial, el programa Jamovi versión 2.3.16. Se implementó la prueba Shapiro Wilk ($n < 50$) para determinar el tipo de distribución de las variables cuantitativas; de estas, las que presentaron distribución normal ($p > 0,05$) se exponen con medias y desviaciones estándar y fueron analizadas con pruebas paramétricas, y las que tuvieron distribución no normal, se exponen con medianas y rangos intercuartílicos y fueron analizadas con pruebas no paramétricas. Por otro lado, las variables cualitativas se presentan con valores de frecuencia y su homogeneidad se determinó con la prueba chi cuadrado (X^2).

Se realizó un análisis bivariado intergrupo para establecer diferencias de proporciones entre el grupo experimental y el grupo control mediante el estadístico chi cuadrado (X^2), siempre y cuando ninguno de los datos esperados fuera menor a 5; si uno de estos datos cumplió con esta característica, se utilizó el test exacto de Fisher. Con estos estadísticos, se determinó si la intervención tuvo o no algún efecto con significancia estadística entre los grupos. Los análisis se realizaron teniendo en cuenta un valor $p \leq 0,05$ y una confiabilidad del 95%.

Recolección de la información

De los 43 tenistas pertenecientes a la Liga, 11 fueron encuestados con el cuestionario PAR-Q+ una semana antes de iniciar la intervención, con el objetivo de saber quiénes serían excluidos del estudio por presentar algún tipo afección que pudiera poner en riesgo su salud, y también se excluyeron aquellos que en este punto presentaron algún tipo de lesión. Un investigador generó la asignación aleatoria simple de los 11 participantes a los grupos control y experimental; para esto se tuvo una lista numerada e igualitaria en Excel con las intervenciones (fuerza y control); por ejemplo: la primera casilla para fuerza, la segunda para control, la tercera para fuerza, la cuarta para control y así sucesivamente para la cantidad de participantes que se esperaba. Aparte se tenían balotas numeradas con la cantidad de participantes y cada uno de ellos sacó una de estas balotas de una bolsa (que no permitía ver su interior), la cual le asignó el número en dicha lista y, por ende, el grupo en el que participó. Al terminar el sorteo, se dio a conocer personalmente a cada participante en cuál grupo quedó asignado.

Adicionalmente, se realizó una valoración inicial, cuyos resultados se pueden ver en la tabla 7, donde se presentan los datos recolectados en el formulario de línea base (encuesta prediseñada), como edad, sexo, talla e IMC (resultado de dividir el peso (kg) entre la talla al cuadrado (m^2) (NCBI, 1990)), nivel educativo, tipo de colegio, estrato socioeconómico, años de experiencia deportiva en el tenis, tipo de cancha más utilizada, días de entrenamiento a la semana, horas de entrenamiento al día, antecedentes de lesiones, brazo dominante, ranking nacional y entidad de salud.

También, durante toda la intervención y a manera de control, desde la segunda hasta la novena semana se realizó el cuestionario OSTRC-O2 a todos los participantes, con el fin de recolectar información relacionada con lesiones deportivas.

Instrumentos de medición

Escala OMNI-RES para calificar el esfuerzo percibido por los atletas frente al entrenamiento de fuerza. Esta escala fue impresa para mostrársela a los tenistas cuando fue necesario durante los entrenamientos.

Cronómetro de un celular Samsung S20FE, para medir los tiempos de descanso entre series y los tiempos de calentamiento.

Flexómetro de marca Lufkin, para medir la altura de los deportistas. Este procedimiento se realizó entre las 3:00p.m. y las 5:00p.m., en una pared sin zócalo y en un piso plano. Con la ayuda de otra persona se midió la altura de los tenistas, quienes se apoyaron de espalda contra la pared, con los pies juntos y la cabeza en posición neutral.

Báscula digital de marca Health o meter Professional para medir el peso de los sujetos. Este proceso se realizó en la tarde, entre las 3:00p.m. y las 5:00p.m., con los sujetos descalzos y con ropa deportiva.

Encuesta sociodemográfica, para obtener la información basal de la muestra.

Cuestionario OSTRC-O2 para determinar las lesiones deportivas por sobreuso (Clarsen et al., 2013, 2014), válido y confiable en español y para atletas juveniles (12 a 17 años de edad) (Bailón et al., 2020).

Programa estadístico SPSS 22 de IBM, suministrado por la Universidad de Antioquia.

Programa estadístico Jamovi versión 2.3.16., que es gratuito y de libre distribución, descargado del sitio <https://www.jamovi.org/download.html>

Cronograma de actividades

Tabla 4. Cronograma de actividades.

Actividad	Semana												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Reclutamiento de la muestra	X	X											
Firma de consentimientos y asentimientos													
PAR-Q+	X	X											
Valoración basal													
Familiarización con el protocolo	X	X											
Intervenciones				X									
OSTRC-O2				X									
			X	X	Semana Santa	X	X	X	X	X	X	X	X
			X			X	X	X	X	X	X	X	X

Presupuesto y financiación de la investigación

Tabla 5. Presupuesto de la investigación.

Rubros	Descripción	Inversión
Pasajes	Desplazamiento de los investigadores al centro de práctica durante el semestre de intervención.	\$ 800.000
Implementos	Bandas elásticas, arnés de suspensión.	\$ 57.000
Material fungible	Impresiones de los cuestionarios y balotas para la aleatorización.	\$ 60.000
Bibliografía	Artículo científico para los antecedentes de la investigación.	\$ 133.600
Total		\$ 1.050.600

Notas sobre el presupuesto y la financiación:

El proceso de asesoría para desarrollar la presente investigación fue otorgado por la Universidad de Antioquia, cubriendo los gastos afines.

Los estudiantes investigadores desarrollaron el presente estudio sin ánimo de lucro.

Para la presente investigación no fue contratado ningún personal extra. Todo fue realizado por los mismos investigadores.

Los equipos de ejercicio físico y los espacios requeridos para el desarrollo del protocolo de entrenamiento de fuerza fueron prestados por la Liga, sin ningún cobro.

El programa SPSS Statistics 22.0 utilizado para el análisis estadístico, fue otorgado por la Universidad de Antioquia, sin ningún cobro.

Los presupuestos expuestos en la anterior tabla fueron costeados por los estudiantes investigadores.

Manejo de datos

Aspectos éticos de la investigación

Por tratarse de un estudio realizado con menores de edad, se elaboró un consentimiento y un asentimiento informado, que firmaron los acudientes y todos los deportistas participantes. Los resultados obtenidos fueron compartidos con todos los acudientes, deportistas, entrenadores y con el director técnico de la Liga. Además, se contó con el aval del comité de carrera del Instituto Universitario de Educación Física y Deportes de la Universidad de Antioquia, siendo clasificada en la categoría de: sin riesgo, según resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia.

Todos los involucrados en el estudio fueron informados sobre los procedimientos, cuestionarios y recolección de datos. Antes de iniciar las intervenciones, se informó a los padres y deportistas acerca de las características de la presente investigación, como ventajas, posibles riesgos, aporte académico que dichos resultados harían en el campo científico y deportivo y demás.

Para cumplir con los protocolos estandarizados de la Declaración de Helsinki y del Ministerio de la Protección Social, se procedió a codificar todos los datos, medidas y nombres extraídos de los formularios utilizados y aplicados en los atletas.

Protocolo de seguridad y actuación en primeros auxilios

Como requisito fundamental para la afiliación a la Liga y a los torneos, los deportistas debían estar afiliados a una entidad de salud del régimen contributivo o subsidiado, para ser atendidos clínicamente en caso de ser necesario. El siguiente protocolo se planteó para asistir a los sujetos mediante una evaluación inicial, brindarles cuidados inmediatos, adecuados y provisionales posterior a eventos adversos que así lo requirieran:

Se evaluó de qué magnitud fue el evento: esguince, pérdida de conocimiento, heridas abiertas, convulsiones, etc.

Se activó al personal de salud. Para incidentes leves, los entrenadores, o cualquier integrante del equipo administrativo, atendió el evento haciendo uso del botiquín de la Liga. Para eventos graves, los APH de la defensa civil recibieron el llamado correspondiente.

Se protegió al paciente de cualquier peligro, ubicándolo en una zona segura, lejos del calor, frío, objetos peligrosos, lluvia y fuentes de energías peligrosas.

Se actuó solo si se tenía la seguridad de lo que se iba a hacer o si se estaba capacitado en primeros auxilios o atención pre hospitalaria. En caso contrario, se intentó solo controlar la situación despejando el área y acompañando al paciente.

Se procuró conservar e incitar a la tranquilidad y pedir a la gente retirarse del lugar y permitieran la circulación de aire.

Se actuó con serenidad y rapidez.

Quien estaba prestando estos cuidados no se retiró del lado del sujeto, y si él o ella estaba consciente, se le habló constantemente intentando generarle calma.

Se hizo una identificación del sujeto, y si fue posible, se avisó a los acudientes o acompañantes del individuo mientras se seguían prestando los primeros auxilios.

Se dieron órdenes claras y precisas durante la prestación de los primeros auxilios, tanto hacia el paciente como hacia el personal administrativo y las personas presentes.

Durante la prestación de los primeros auxilios se tuvo en cuenta lo siguiente:

Efectuar una revisión del sujeto.

Comprobar que las vías respiratorias estuvieran libres.

Evitar movimientos innecesarios del sujeto.

Comprobar la sensibilidad y los movimientos, en caso de que el sujeto se encontrara consciente.

Colocar al sujeto en posición lateral de seguridad.

Cubrir con ropa para mantener la temperatura corporal.

Mostrar seguridad emocional y física.

No obligar al sujeto a moverse, si se sospechó de la existencia de una fractura.

Inmovilizar y proteger la zona afectada con las férulas adecuadas para esto.

No administrar medicamentos.

No proporcionar líquidos por vía oral.

Evitar comentarios sobre el estado de salud.

Esperar a que llegue el personal de salud.

Se tuvieron en cuenta dos tipos de evaluaciones para determinar la importancia del evento:

a. Evaluación Primaria. En esta se comprobó:

- Consciencia del sujeto.
- Respiración.
- Pulso.
- Posibles hemorragias.

b. Evaluación secundaria. En esta se exploró:

- Cabeza: indicios de fracturas, heridas, etc.
- Cuello: bultos, deformaciones o puntos dolorosos.
- Tórax: comprobar si respira con dificultad.
- Abdomen: posibles hemorragias internas, puntos dolorosos, sensación al tacto.
- Extremidades: heridas, deformaciones, esguinces, luxaciones, contusiones, movilidad y

sensibilidad (Adaptado del Protocolo de Seguridad y Actuación en Primeros Auxilios de la Liga).

Previamente se recolectaron las copias de los documentos de identidad de cada participante, se identificaron las coberturas a las entidades de salud y se trazaron rutas de desplazamiento hacia

estos sitios; esto se realizó teniendo en cuenta el lugar de entrenamiento, los puntos de acceso y los medios de transporte.

Luego de atendido el evento y estabilizado el paciente, se realizó lo siguiente:

Llamar a la entidad de salud entidad promotora de salud (EPS), para corroborar la cobertura y las instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS) con atención en caso de desconocerlas.

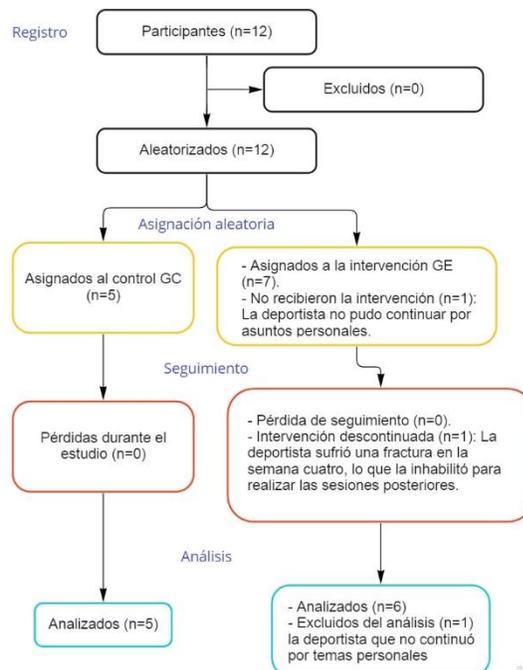
Reportar el evento a la aseguradora de riesgos laborales (ARL) en caso de ser accidente laboral.

Adicionalmente, en la Liga se contó con una póliza para la atención de todos los deportistas que presentaron algún accidente durante su práctica deportiva, la cual cubrió los gastos médicos por atención de la emergencia.

Resultados

En este estudio participaron 12 tenistas juveniles, de los cuales 7 fueron asignados aleatoriamente al grupo experimental y 5 al grupo control; una participante del grupo experimental abandonó el estudio en la primera semana y no recibió ninguna intervención. Otra participante del grupo experimental presentó una fractura (lesión aguda) en la cuarta semana, la cual le impidió seguir con el protocolo; aun así, sus resultados se incluyeron en el análisis de datos para cumplir con el criterio de intención de tratamiento, pero este caso no se tuvo en cuenta como lesión por sobreuso. Finalmente, los grupos quedaron compuestos por 6 integrantes en el grupo experimental y 5 en el grupo control. No hubo eventos adversos durante las intervenciones para ningún participante.

Figura 6. Diagrama de flujo del estudio.



De las 17 sesiones de intervención, el grupo experimental tuvo un promedio de cumplimiento del 54,9% de asistencias y solo 3 de sus 6 integrantes cumplieron con 10 o más sesiones de entrenamiento de fuerza.

Al realizar el análisis univariado (descriptivo), la mayoría de variables cuantitativas tuvieron distribución normal, excepto el peso y el número de días de entrenamientos y competencias a la semana, como se observa en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

Prueba de normalidad Shapiro-Wilk (n<50)			
Variable	Grupo	n	p
Edad (años)	C	5	,086
	E	6	,310
Peso (kg)	C	5	,003
	E	6	,596
Altura (m)	C	5	,336
	E	6	,633
IMC (kg/m ²)	C	5	,359
	E	6	,502
Experiencia (años)	C	5	,053
	E	6	,409
N° días de entrenamientos y competencias a la semana	C	5	,006
	E	6	,033
Duración de entrenamientos y partidos al día (horas)	C	5	,314
	E	6	,212
Horas de exposición a la semana. *	C	5	,111
	E	6	,181

* Se incluyen horas de entrenamientos y de competencias

Al inicio del estudio, los participantes tenían 15,55 años ($\pm 2,42$), 63 kg (RI 21) de masa corporal, 1,7 m ($\pm 0,15$) de altura y un índice de masa corporal de 20,72 ($\pm 3,68$) kg/m²; la experiencia deportiva media fue de 9 años ($\pm 4,15$), y el 36,4% de la muestra fueron mujeres.

Tabla 7. Características basales de la muestra.

Variable	Estadística descriptiva					
	Todos		Control		Experimental	
N	11 (4 mujeres)	IC 95%	5	IC 95%	6	IC 95%
Edad (años)	15,55 (2,42)	13,9 - 17,2	16,4 (1,52)	14,52 - 18,28	14,8 (2,93)	11,76 - 17,9
Peso (kg)	63 (21)	50,4 - 71,6	73 (11,9)*	57,12 - 80,8	58(32)*	35,87-72,79
Altura (m)	1,7 (0,15)	1,6 - 1,8	1,7 (0,11)	1,61 - 1,88	1,67 (0,18)	1,48 - 1,86
IMC (kg/m²)	20,72 (3,68)	18,25-23,19	22,83 (4,03)	17,83 - 27,83	18,96 (2,43)	16,41 - 21,51
Experiencia (años)	9 (4,15)	6,2 - 11,79	10,8 (2,77)	7,35 - 14,24	7,5 (4,72)	2,54 - 12,46
N° días de entrenamientos y competencias a la semana	6 (1)	4,74 - 5,99	6 (1)*	4,9 - 6,3	5,5 (1,5)*	3,9 - 6,4
Duración de entrenamientos y partidos al día (horas)	3,05 (0,61)	2,6 - 3,5	3,2 (0,84)	2,16 - 4,24	2,92 (0,38)	2,5 - 3,3
Horas de exposición a la semana.	16,4 (4,7)	13,2 - 19,5	18 (5,6)	11,03 - 24,97	15 (3,65)	11,2 - 18,8

* Valores expresados en mediana y rango intercuartílico.

Entre paréntesis está la desviación estándar (SD) o el rango intercuartílico (RI) según corresponda.

Entre sexto y décimo hubo un participante cursando cada grado educativo, en grado undécimo hubo dos participantes, tres estaban graduados del bachillerado y uno se encontraba cursando su tercer semestre de educación superior. Todos estudiaban o se graduaron de colegios privados.

En cuanto al estrato socioeconómico, se encontró que, del total de participantes, cuatro son de estrato 3, uno de estrato 4, tres de estrato 5 y tres de estrato 6. Todos pertenecían al régimen contributivo de salud.

Se encontró que la cancha más utilizada fue la de polvo de ladrillo y que el brazo derecho fue el dominante para toda la muestra; además el 40% y el 33,33% de los GC y GE respectivamente fueron mujeres. Lo anterior se observa con más detalle en la tabla 8, en la cual se evidencia la homogeneidad de los grupos respecto a las variables cualitativas.

Tabla 8. Resultado de la prueba χ^2 para muestras independientes en el pretest.

Variable		Grupo		Chi ²
		Control (n)	Experimental (n)	
Sexo	M	3	4	0,819
	F	2	2	
Nivel educativo	6°	0	1	0,506
	7°	0	1	
	8°	0	1	
	9°	1	0	
	10°	1	0	
	11°	1	1	
	Graduados	2	1	
	Universidad	0	1	
Estrato socioeconómico	3	2	2	0,662
	4	0	1	
	5	1	2	
	6	2	1	
Lesiones anteriores	Cadera	1	0	0,223
	Codo	1	1	
	Muñeca	2	0	
	Rodilla	1	1	
	Tronco	0	2	
	Ninguna	0	2	
Ranking nacional	7	0	1	0,439
	16	1	0	
	29	1	0	
	56	0	1	
	86	0	1	
	90	1	1	
	127	1	0	
	153	0	1	
	166	1	0	
	308	0	1	

Dos de los participantes del GC presentaron el desenlace de interés (lesión por sobreuso), correspondiente al 40% del total de participantes de este grupo, y a un 18,18% del total de la muestra. En el grupo experimental no se presentaron este tipo de lesiones. En cuanto a la severidad de las lesiones presentadas durante la intervención, uno de los participantes estuvo

lesionado en las semanas 2, 5, 6 y 7 sin problemas sustanciales, y en las semanas 3, 4, 8 y 9 con problemas sustanciales que condujeron a reducciones considerables en el rendimiento deportivo. Otro participante estuvo lesionado en la semana 3 sin problemas sustanciales y en la semana 2 con problemas sustanciales. Además, la participante que se fracturó tuvo este tipo de problemas sustanciales desde la semana 4 hasta la 9.

Prevalencia general de lesiones

Hubo un 18,18% de lesiones por sobreuso en el total de la muestra (n=11), correspondiente a un 40% de este tipo de lesiones en el GC. Además, no hubo lesiones por sobreuso en el GE.

Incidencia de lesiones

Hubo 2 lesiones en 147,27 horas de exposición durante el periodo de intervención, lo cual es equivalente a 13,58 lesiones por 1000 horas de exposición.

$$\frac{2}{147,27} = \frac{x}{1000}, x = \frac{2 \cdot 1000}{147,27} = 13,58$$

Tabla 9. Tabla de contingencia.

Tablas de contingencia			
Lesiones sobreuso (post)			
Grupo	Sí	No	Total
Experimental	0 (0%)	6 (100%)	6
Control	2 (40%)	3 (60%)	5
Total	2 (18,18%)	9 (81,81%)	11

Con base en el test exacto de Fisher (tabla 10), no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, determinando así que, realizar el presente protocolo de entrenamiento de fuerza de nueve semanas, con las respectivas características metodológicas, no contribuye a reducir el riesgo de lesiones deportivas por sobreuso en tenistas juveniles.

Tabla 10. Análisis bivariado intergrupo de las lesiones deportivas (reportadas).

Pruebas X ²			
	Valor	Gl	p
X ²	2,93	1	0,087
X ² con corrección de continuidad	0,861	1	0,354
Prueba z para diferencia de dos proporciones	-1,71		0,087
Razón de Verosimilitud	3,70	1	0,054
Test exacto de Fisher			0,182
N	11		

Tabla 11. Riesgo relativo.

Medidas comparativas		
Intervalos de Confianza al 95%		
Valor	Inferior	Superior
Riesgo relativo	0,00 ^a	0,00
		NaN*

Nota. ^a Se comparan filas. *Indeterminado (Not A Number).

Discusión

El entrenamiento de fuerza mejora el rendimiento deportivo de atletas juveniles (Harries et al., 2012; Lesinski et al., 2016), incluso de los tenistas junior (Barber-Westin et al., 2010; Pardos-Mainer et al., 2017). También existe evidencia de que, diferentes protocolos de entrenamiento de fuerza, sirven como terapia eficaz para tratar problemas que suelen aquejar a los tenistas, como las lesiones en las extremidades superiores (Menta et al., 2015), incluyendo la tendinopatía lateral del codo (Day et al., 2021; Hoogvliet et al., 2013; Stasinopoulos & Stasinopoulos, 2017). Aun así, no hallamos evidencia de la eficacia del entrenamiento de fuerza para prevenir este tipo de lesiones (entre otras) en la población juvenil de tenistas.

Al no encontrar evidencia de la disminución del riesgo de lesiones por sobreuso en dicha población a causa de este tipo de entrenamiento, en este ensayo controlado y aleatorizado se analizó el efecto de un protocolo de entrenamiento de fuerza de nueve semanas sobre la prevención de este tipo de lesiones, en 11 tenistas juveniles de la Liga Antioqueña de Tenis.

Durante el periodo de seguimiento de la presente investigación se presentaron 3 lesiones, 2 por sobreuso (una en la muñeca y otra en la rodilla) y otra aguda (una fractura en la pierna), coincidiendo con lo expuesto por Amer y Campos (2020) y Bylak y Hutchinson (1998), quienes afirman que las lesiones agudas son menos comunes que las crónicas en los tenistas jóvenes; además, Bylak y Hutchinson (1998) plantean que las partes del cuerpo más lesionadas en este deporte son el hombro y la espalda, seguidas por el codo, la rodilla y el tobillo, con lo cual no concuerdan totalmente nuestros hallazgos, aunque consideramos la baja frecuencia de aparición de este desenlace, para un adecuado análisis.

Diversos estudios indican que, en los tenistas, las extremidades inferiores presentan un mayor rango lesivo, seguidas de las extremidades superiores y en último lugar el core (Amer & Campos, 2020; Dines et al., 2015; Oosterhoff et al., 2018; Pluim et al., 2006), hechos que no podemos corroborar con nuestros hallazgos.

Desde 1986 se exponía al entrenamiento de fuerza como una posible intervención para prevenir lesiones deportivas (Fleck & Falkel, 1986), y aunque la literatura actual muestra que así es (Lauersen et al., 2014, 2018), en este estudio no hallamos diferencias intergrupos con significancia estadística a favor de esta intervención, a partir del test exacto de Fisher ($p=0,182$). Estos resultados podrían obedecer a diferentes razones, como el tamaño muestral ($n=11$), el porcentaje

de asistencia a las intervenciones (54,9%) y el tiempo de intervención (9 semanas); es probable que si estos aspectos hubiesen sido mayores, los resultados fuesen diferentes.

En función de responder a esta misma problemática, Pas et al. (2020) analizaron el efecto de un programa no supervisado (electrónico) y específico para la prevención de lesiones en tenis de campo, llamado *TennisReady*; este se realizó mediante el diseño de un ensayo controlado, aleatorizado, de dos brazos y cegado (investigador). La muestra estuvo compuesta por 579 tenistas aficionados y la intervención fue de 12 semanas. En este estudio incluyeron la prevalencia e incidencia general de lesiones entre los desenlaces de interés; además, la herramienta de medición de lesiones por sobreuso fue el cuestionario OSTRC, también utilizado en nuestro estudio.

Los investigadores del citado ensayo, hallaron que la prevalencia media de lesión en el grupo experimental fue de 37% y en el grupo control de 38%. En el caso de prevalencia de lesiones sustanciales, esta fue de 11% para el grupo experimental y de 12% para el grupo control. Siendo así, tampoco hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, concluyendo que el programa *TennisReady* no fue eficaz para reducir la tasa lesional en tenistas recreativos.

Otros investigadores que quisieron responder de forma similar a la problemática del presente estudio, son Amer y Campos (2020), quienes, mediante una revisión bibliográfica, plantearon una propuesta práctica para prevenir lesiones en el tenis junior y universitario; esto, con ejercicios progresivos (superficies estables, inestables y perturbaciones externas) y habilidades específicas del tenis para cada región anatómica involucrada. Cabe resaltar que en esta propuesta no se identificaron algunos parámetros de la carga, como volumen, intensidad ni frecuencia de entrenamiento y tampoco se identificó un experimento para comprobar su eficacia.

Sin restar valor al aporte que tiene nuestra investigación en el área deportiva, específicamente en el tenis de campo juvenil, entendemos que esta tuvo diversas limitaciones metodológicas, algunas ya mencionadas y otras, entre las cuales están: que no hubo un registro previo de la investigación, la selección de la muestra fue intencionada, el proceso de generación de la aleatorización fue mediante balotas numeradas, no hubo cegamientos, el tamaño muestral fue pequeño, el periodo de intervención fue corto, no hubo personal médico que evaluara las lesiones para tener un diagnóstico claro para su posterior clasificación (aguda o por sobreuso) y las estrategias para aumentar el porcentaje de cumplimiento de asistencias fueron poco eficaces.

Basados en la poca y limitada evidencia sobre este tema, invitamos a los investigadores a seguir en busca de respuestas respecto a intervenciones que utilicen el ejercicio físico como mediador para la prevención de lesiones, teniendo en cuenta el siguiente interrogante: ¿el entrenamiento de fuerza no es eficaz para este desenlace o las características de los estudios que han analizado esta problemática, como el nuestro, son las que han llevado a las conclusiones actuales?

Conclusión y recomendación

En su forma actual, la presente intervención de entrenamiento de fuerza no redujo el riesgo de lesiones por sobreuso en tenistas juveniles, por lo que no se recomienda su implementación, a menos de que se realicen futuras investigaciones sobre el mismo, con mejoras metodológicas y resultados positivos.

Declaración de conflicto de intereses

Los investigadores fueron estudiantes del programa Profesional en Entrenamiento Deportivo de la Universidad de Antioquia. Se declara que no se tuvo ningún tipo de colaboración de ninguna otra entidad, pública o privada, con relación al desarrollo de la presente investigación. Tampoco se tuvo ningún tipo de relación personal, laboral o comercial con la Liga Antioqueña de Tenis, que pueda generar algún tipo de conflicto de intereses.

Referencias

- Alcalá, I., Beltrán, C., González, R., & Martínez, J. (2012). Application of “TRX” and “RIP training” to the development of strength endurance in tennis. *IFT Coaching & Sport Science Review*, 58(20), 11-13.
- Amer, O., & Campos, J. (2020). Lesiones en el tenis júnior y universitario: revisión bibliográfica y propuesta práctica de prevención. *Ágora para la Educación Física y el Deporte*, 22, 267-295. <https://doi.org/10.24197/aefd.0.2020.267-295>
- Bailón, J., Clarsen, B., Sánchez, B., & Torres, M. (2020). Cross-cultural adaptation and validation of the Oslo Sports Trauma Research Center Questionnaires on Overuse Injury and Health Problems (2nd Version) in Spanish Youth Sports. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(12). <https://doi.org/10.1177/2325967120968552>
- Barber-Westin, S. D., Hermeto, A. A., & Noyes, F. R. (2010). A six-week neuromuscular training program for competitive junior tennis players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2372-2382. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e8a47f>
- Berdejo, D., & González, J. M. (2009). Entrenamiento de la fuerza en jóvenes tenistas. *Journal of Sport and Health Research*, 1(1), 46-55. <http://www.journalsshr.com/papers/Vol%201 N%201/V1 1 05.pdf>
- Biaggi, C. (2016). El desarrollo de la fuerza y la potencia para los tenistas menores de 10-12 años. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 69(24), 24-26.
- Bylak, J., & Hutchinson, M. R. (1998). Common sports injuries in young tennis players. *Sports Medicine*, 26(2), 119-132. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826020-00005>

- Chen Z., & Baker, N. (2021). Effectiveness of eccentric strengthening in the treatment of lateral elbow tendinopathy: a systematic review with meta-analysis. *Journal of Hand Therapy*, 34(1), 18-28. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2020.02.002>
- Chulvi, M. (2011). Fundamentos biomecánicos de los dispositivos para el entrenamiento de fuerza: una revisión. *Scientia: Revista Multidisciplinar de Ciencias de la Salud*, 16, 26-39.
- 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, 495-502. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091524>
- Clarsen, B., Ronsen, O., Myklebust, G., Florenes, T., & Bahr, R. (2014). The Oslo Sports Trauma Research Center questionnaire on health problems: a new approach to prospective monitoring of illness and injury in elite athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 48(9), 754-760. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092087>
- CONSORT Consolidated Standards of Reporting Trials (2010). Lista de comprobación CONSORT 2010. <http://www.consort-statement.org>
- Cools, A. M., Declercq, G., Cagnie, B., Cambier, D., & Witvrouw, E. (2008). Internal impingement in the tennis player: rehabilitation guidelines. *British Journal of Sports Medicine*, 42(3), 165-171. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.036830>
- Cools, A. M., Johansson, F. R., Borms, D., & Maenhout, A. (2015). Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19, 331-339. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0109>
- Cullinane, F., Boocock, M., & Trevelyan, F. (2013). Is eccentric exercise an effective treatment for lateral epicondylitis? A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 28(1), 1-17. <https://doi.org/10.1177/0269215513491974>
- Day, M., McGuigan, M., Brice, G., & Foster, C. (2004). Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 353-358. <https://doi.org/10.1519/R-13113.1>
- Day, J. M., Lucado, A. M., Dale, R. B., Merriman, H., Marker, C. D., & Uhl, T. L. (2021). The effect of scapular muscle strengthening on functional recovery in patients with lateral elbow tendinopathy: a pilot randomized controlled trial. *Journal of Sport Rehabilitation*, 30(5), 744-753. <https://doi.org/10.1123/jsr.2020-0203>
- Dines, J. S., Bedi, A., Williams, P. N., Dodson, C. C., Ellenbecker, T. S., Altchek, D. W., ... & 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>

- Ellenbecker, T. S., Pluim, B., Vivier, S., & Sniteman, C. (2009). Common injuries in tennis players: exercises to address muscular imbalances and reduce injury risk. *Strength & Conditioning Journal*, 31(4), 50-58. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181af71cb>
- Fajardo A. (2017). Medición en epidemiología: prevalencia, incidencia, riesgo, medidas de impacto. *Revista Alergia México*, 64(1),109-120. <https://doi.org/10.29262/ram.v64i1.252>
- FCT Federación Colombiana de Tenis de Campo (2020). <https://www.fedecoltenis.com/>
- FCT Federación Colombiana de Tenis (2012). Reglamento para las competencias 2012. <https://tinyurl.com/yn3sajpc>
- FIT Federación Internacional de Tenis (2021). El tenis es el deporte más universal del mundo. <http://tiny.cc/mea0vz>
- FIT Federación Internacional de Tenis (2021). Tennis glossary: tennis terms and definitions. <http://tiny.cc/nea0vz>
- Fleck, S. J., & Falkel, J. E. (1986). Value of resistance training for the reduction of sports injuries. *Sports Medicine*, 3(1), 61-68. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603010-00006>
- Flint, J. H., Wade, A. M., Giuliani, J., & Rue, J. P. (2014). Defining the terms acute and chronic in orthopaedic sports injuries: a systematic review. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(1), 235-241. <https://doi.org/10.1177/0363546513490656>
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T.E., Bahr, R., & Dvorak, J. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 16(2), 83-92. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x>
- Gabbett, T. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273-280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Gabbett, T., Hulin, B., Blanch, P., & Whiteley, R. (2016). High training workloads alone do not cause sports injuries: how you get there is the real issue. *British Journal of Sports Medicine*, 50 (8), 444-445. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095567>
- Gescheit, D. T., Cormack, S. J., Duffield, R., Kovalchik, S., Wood, T. O., Omizzolo, M., & Reid, M. (2019). A multi-year injury epidemiology analysis of an elite national junior tennis program. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(1), 11-15. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.06.006>
- González J., & Gorostiaga E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Inde Publicaciones.

- González, M. T. (2016). Entrenamiento de la fuerza en el tenis de campo. *Revista Digital Actividad Física y Deporte*, 2(2). <https://doi.org/10.31910/rdafd.v2.n2.2016.346>
- Gutiérrez D., & Esparza F. (2011). Lesiones en el tenis. Revisión bibliográfica. *Apunts Medicina del Deporte*, 46(172), 189-204. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.07.004>
- Harries, S., Lubans, D., & Callister, R. (2012). Resistance training to improve power and sports performance in adolescent athletes: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(6), 532-540. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.02.005>
- Higgins, J., & Green S. (2011). *Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones*. Centro Cochrane Iberoamericano. Versión 5.1.0. The Cochrane Collaboration. www.cochrane-handbook.org
- Hjelm, N., Werner, S., & Renstrom, P. (2012). 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>
- Hickey, D., Solvig, V., Cavalheri, V., Harrold, M., & Mckenna, L. (2018). Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43% in asymptomatic athletes: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(2), 102-110. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097559>
- Hogan, C., Corbett, J., Ashton, S., Perraton, L., Frame, R., & Dakic, J. (2021). Scapular dyskinesis is not an isolated risk factor for shoulder injury in athletes: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 49(10), 2843-2853. <https://doi.org/10.1177/0363546520968508>
- Hoogvliet, P., Randsdorp, M. S., Dingemans, R., Koes, B. W., & Huisstede, B. M. (2013). Does effectiveness of exercise therapy and mobilisation techniques offer guidance for the treatment of lateral and medial epicondylitis? A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 47(17), 1112-1119. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091990>
- Hupperets, M. D., Verhagen, E. A., & Van Mechelen, W. (2009). Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. *BMJ*, 339, b2684. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2684>
- IASP International Association for the Study of Pain (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*, 161(9), 1976-1982. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939>
- Johnson, C. D., & McHugh, M. P. (2014). Performance demands of professional male tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 696-699. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.021253>

- Karanasios, S., Korakakis, V., Whiteley, R., Vasilogorgis, I., Woodbridge, S., & Gioftsos, G. (2021). Exercise interventions in lateral elbow tendinopathy have better outcomes than passive interventions, but the effects are small: a systematic review and meta-analysis of 2123 subjects in 30 trials. *British Journal of Sports Medicine*, 55(9), 477-485. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102525>
- Kekelekis, A., Nikolaidis, P. T., Moore, I. S., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2020). Risk factors for upper limb injury in tennis players: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2744. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082744>
- Kibler, W. B. (1998). The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 325-337. <https://doi.org/10.1177/03635465980260022801>
- Kovacs, M. (2007). Tennis physiology. Training the competitive athlete. *Sports Medicine*, 37(3), 189-198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00001>
- Kovacs, M., & Ellenbecker, T. (2011). An 8-stage model for evaluating the tennis serve: implications for performance enhancement and injury prevention. *Sports Health*, 3(6), 504-513. <https://doi.org/10.1177/1941738111414175>
- Kryger, K. O., Dor, F., Guillaume, M., Haida, A., Noirez, P., Montalvan, B., & Toussaint, J. F. (2015). Medical reasons behind player departures from male and female professional tennis competitions. *American Journal of Sports Medicine*, 43(1), 34-40. <https://doi.org/10.1177/0363546514552996>
- Lagally, K., & Robertson, R. (2006). Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 252-256. <https://doi.org/10.1519/R-17224.1>
- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine*, 48(11), 871-877. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092538>
- Lauersen, J. B., Andersen, T. E., & Andersen, L. B. (2018). Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(24), 1557-1563. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2018-099078>
- Leppänen, M., Aaltonen, S., Parkkar, J., Heinonen, A., & Kujala, U. (2013). 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>

- Lesinski, M., Prieske, O., & Granacher, U. (2016). Effects and dose–response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 781-795.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095497>
- McGill, S., Karpowicz, A., Fenwick, C., & Brown, S. (2009). Exercises for the torso performed in a standing posture: spine and hip motion and motor patterns and spine load. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(2), 455-464.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a0227e>
- Menta, R., Randhawa, K., Côté, P., Wong, J. J., Yu, H., Sutton, D., ... & Taylor-Vaisey, A. (2015). The effectiveness of exercise for the management of musculoskeletal disorders and injuries of the elbow, forearm, wrist, and hand: a systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMa) collaboration. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 38(7), 507-520. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2015.06.002>
- Meyer, D., Zeileis, A., Hornik, K., Gerber, F., & Friendly, M. (2017). vcd: Visualizing Categorical Data [R package]. <https://cran.r-project.org/package=vcd>
- Minghelli, B., & Cadete, J. (2019). Epidemiology of musculoskeletal injuries in tennis players: risk factors. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(12), 2045-2052.
<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09842-6>
- NCBI National Center for Biotechnology Information (1990). Incidence.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68015994>
- National Center for Biotechnology Information (1990). IMC.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=BMI>
- O'Connor, S., Huseyin, O. R., Whyte, E. F., & Lacey, P. (2020). A 2-year prospective study of injuries and illness in an elite national junior tennis program. *The Physician and Sportsmedicine*, 48(3), 342-348. <https://doi.org/10.1080/00913847.2020.1714512>
- Oosterhoff, J. H., Gouttebauge, V., Moen, M., Staal, J. B., Kerkhoffs, G. M., Tol, J. L., & Pluim, B. M. (2019). Risk factors for musculoskeletal injuries in elite junior tennis players: a systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 37(2), 131-137.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1485620>
- Pardos-Mainer, E., Ustero-Pérez, O., & Gonzalo-Skok, O. (2017). Efectos de un entrenamiento pliométrico en extremidades superiores e inferiores en el rendimiento físico en jóvenes tenistas. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 13(49), 225-243.
<https://doi.org/10.5232/ricyde>

- Pas, H. I., Bodde, S., Kerkhoffs, G. M., Pluim, B., Tiemessen, I. J., Tol, J. L., ... & Gouttebarga, V. (2018). Systematic development of a tennis injury prevention programme. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 4(1), e000350. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000350>
- Pas, H. I., Pluim, B. M., Kilic, O., Verhagen, E., Gouttebarga, V., Holman, R., ... & 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., & Drew, M. K. (2016). It's not the destination, it's the 'road to load' that matters: a tennis injury prevention perspective. *British Journal of Sports Medicine*, 50(11), 641-642. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-095997>
- R Core Team (2021). R: A Language and environment for statistical computing (Version 4.0) [Computer software]. <https://cran.r-project.org>
- Raman, J., MacDermid, J. C., & Grewal, R. (2012). Effectiveness of different methods of resistance exercises in lateral epicondylitis—a systematic review. *Journal of Hand Therapy*, 25(1), 5-26. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2011.09.001>
- Reid, M., & Schneiker, K. (2008). Strength and conditioning in tennis: current research and practice. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(3), 248-256. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.05.002>
- Revenge, J. B. (2015). *Incidencia, prevalencia y severidad de las lesiones deportivas en tres programas de entrenamiento para la pérdida de peso. Proyecto PRONAF* (Doctoral dissertation). Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/37879/>
- Robertson R., Goss F., Rutkow J., Lenz B., Dixon, C., Timmer, J., & Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 333-341. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>
- Sánchez Cañizares J. A. (2014). *La fuerza aplicada al tenis de campo y su incidencia en el golpe de derecha liftado en los jugadores de la categoría sub 14 y sub 16 en la escuela de tenis del club los arrayanes en la ciudad de quito, provincia de pichincha* (Tesis). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/7746>
- Sannicandro, I., Cofano, G., Rosa, R. A., & Piccinno, A. (2014). Balance training exercises decrease lower-limb strength asymmetry in young tennis players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2), 397. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3990896/pdf/jssm-13-397.pdf>
- Sayampanathan, A. A., Basha, M., & Mitra, A. K. (2019). Risk factors of lateral epicondylitis: a meta-analysis. *The Surgeon*, 18(2), 122-128. <https://doi.org/10.1016/j.surge.2019.08.003>

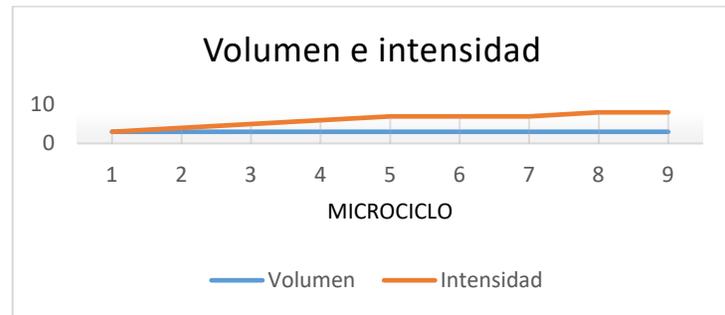
- Shannon, N., Cable, B., Wood, T., & Kelly J. (2020). Common and less well-known upper-limb injuries in elite tennis players. *Current Sports Medicine Reports*, 19(10), 414-421. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000760>
- Sosa, S. (2001). La preparación física en el tenis de alto nivel. *Apunts Educación Física y Deportes*, 2(44-45), 166-173. <https://www.raco.cat/index.php/ApuntsEFD/article/view/316514>
- Stasinopoulos, D., & Stasinopoulos, I. (2017). Comparison of effects of eccentric training, eccentric-concentric training, and eccentric-concentric training combined with isometric contraction in the treatment of lateral elbow tendinopathy. *Journal of Hand Therapy*, 30(1), 13-19. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2016.09.001>
- Stephens, J., Bacon, E., Evans, C., Locke, S., & McCulloch, R. (2021). Anti-rotational and rotational abdominal exercises and the concurrent muscle activation: a methodology study. *International Journal of Exercise Science*, 8(9), 12. <https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol8/iss9/12/>
- The jamovi project (2021). jamovi (Version 2.2) [Computer Software]. <https://www.jamovi.org>.
- Verkhoshansky, Y. (2004). *Súper Entrenamiento*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Warburton, D., Bredin, S., Jamnik, V., & Gledhill, N. (2011a). Validation of the PAR-Q+ and ePARmed-X+. *The Health & Fitness Journal of Canada*, 4(2), 38-46. <https://doi.org/10.14288/hfjc.v4i2.151>
- Warburton, D., Jamnik, V., Bredin, S., & Gledhill, N. (2011b). The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+) and Electronic Physical Activity Readiness Medical Examination (ePARmed-X+). *The Health & Fitness Journal of Canada*, 4(2), 3-17. <https://doi.org/10.14288/hfjc.v4i2.103>
- Warburton, D., Jamnik, V., Bredin, S., Shepard, R. & Gledhill, N. (2019). The 2020 Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+) and electronic Physical Activity Readiness Medical Examination (ePARmed-X+): 2020 PAR-Q+. *The Health & Fitness Journal of Canada*, 12(4), 58-61. <https://doi.org/10.14288/hfjc.v12i4.295>
- Yoon, S., Kim, Y., Shin, I., Kang, S., Moon, H., & Lee, S. (2021). The beneficial effects of eccentric exercise in the management of lateral elbow tendinopathy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 10(17), 3968. <https://doi.org/10.3390/jcm10173968>

Anexos

Anexo 1. Plan de entrenamiento de la intervención.

		Plan de entrenamiento								
Microciclo		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Volumen	Rondas	3								
	Repeticiones por serie	15 a 19		12 a 15		9 a 12		8 a 10		
Intensidad	RPE	≤ 4		5 a 6		7		≥ 7		
	Descripción	Baja		Moderada		Alta				
Tiempo de recuperación entre ejercicios		20 segundos		30 a 35 segundos			45 segundos			
Tiempo de recuperación entre rondas		2 a 3 minutos								

Microciclo	Volumen	Intensidad
1	3	3
2	3	4
3	3	5
4	3	6
5	3	7
6	3	7
7	3	7
8	3	8
9	3	8



Anexo 2. Parámetros de la carga de cada microciclo de la intervención.

Código participante	Intervención antes o después del entrenamiento	Semana 1 y 2 RPE ≤ 4			Semana 3 y 4 RPE 5 a 6		
		Repeticiones	Tiempo sesión (minutos)	Descanso entre ejercicios (segundos)	Repeticiones	Tiempo sesión (minutos)	Descanso entre ejercicios (segundos)
12	Antes	15 a 19	28 a 32	20	12 a 15	35 a 38	30 a 35
18	Después	15 a 19	28 a 32	20	12 a 15	35 a 38	30 a 35
24	Antes	15 a 19	28 a 32	20	12 a 15	35 a 38	30 a 35
22	Antes	15 a 19	28 a 32	20	12 a 15	35 a 38	30 a 35
6	Después	15 a 19	28 a 32	20			
10	Después	15 a 19	28 a 32	20	12 a 15	35 a 38	30 a 35
Código participante	Intervención antes o después del entrenamiento	Semana 5 y 6 RPE 7			Semana 7, 8 y 9 RPE ≥ 7		
		Repeticiones	Tiempo sesión (minutos)	Descanso entre ejercicios (segundos)	Repeticiones	Tiempo sesión (minutos)	Descanso entre ejercicios (segundos)
12	Antes	9 a 12	40	30 a 35	8 a 10	45 a 50	45
18	Después	9 a 12	40	30 a 35	8 a 10	45 a 50	45
24	Antes	9 a 12	40	30 a 35	8 a 10	45 a 50	45
22	Antes	9 a 12	40	30 a 35	8 a 10	45 a 50	45
6	Después						
10	Después	9 a 12	40	30 a 35	8 a 10	45 a 50	45

Anexo 3. N° de asistencias, resultados de los cuestionarios OSTRC-O2 y registro de lesiones.

Código sujeto	Asistencias	N° OSTRC respondidos	Puntaje OSTRC por semana								Lesiones pre	Lesiones post
			Sem2	Sem3	Sem4	Sem5	Sem6	Sem7	Sem8	Sem9		
12	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	8	41	76	76	32	32	32	68	68	0	1
24	16	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	15	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	3	8	0	0	100	100	100	100	100	100	0	1*
10	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	8	84	32	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* Lesión: fractura. No considerada como lesión por sobreuso en el análisis.

Anexo 4. Descripción de los entrenamientos de los tenistas en la Liga Antioqueña de Tenis, diferentes a la intervención.

Los entrenamientos en la cancha tuvieron una duración de una a dos horas. En los entrenamientos de una hora se realizaron trabajos técnico-tácticos, y en los de dos horas, en la segunda hora se realizaron juegos en la cancha con diferentes variantes y condiciones según los objetivos de cada sesión.

El calentamiento o activación duró diez minutos aproximadamente e incluyó diferentes desplazamientos a través de la cancha; de manera progresiva se pasó de movimientos generales a los más específicos del tenis con el uso de la raqueta. Los golpes de derecha y revés también se incluyeron en cada calentamiento.

Los tenistas más pequeños y los principiantes continuaban con el uso de elementos de marcación como conos y aros para realizar diferentes desplazamientos a través de estos, en ocasiones con la raqueta. La intensidad se modificaba, cambiando la velocidad y la frecuencia del golpe y la complejidad de la tarea realizada.

Los tenistas mayores (no principiantes) continuaban con trabajos específicos de ataque y defensa. Se varió la cantidad de rivales y el orden de la rotación en la cancha, por ejemplo 2 contra 1.

La preparación física de los atletas se basó fundamentalmente en trabajos de coordinación general con el uso de escaleras pliométricas, aros, conos y vallas, y en trabajos específicos que incluyeron el uso de la raqueta.

Los trabajos de fuerza constaron de circuitos para fortalecer el core y algunos patrones de movimiento de la cadena cinética superior con bandas elásticas.

El entrenamiento de la resistencia aeróbica se hizo de manera general, trotando en espacios como la circunvalar del estadio Atanasio Girardot de la ciudad de Medellín, cada 15 días, y esta misma capacidad se entrenó de manera específica con los entrenamientos en la cancha.

Cuando se creaban grupos de trabajo, estos no fueron separados por edades o nivel de rendimiento; se conformaban de acuerdo al orden de llegada de los deportistas.

Anexo 5. Información sobre el registro de las lesiones.

1. Número de referencia en el estudio del jugador lesionado.
 - a. 21.
 - b. 6.
 - c. 25.
2. Fecha de la lesión.
 - a. Días previos al 7 de abril.
 - b. Abril 23.
 - c. Días previos al 7 de abril.
3. ¿La lesión se mantuvo durante el partido o el entrenamiento?
 - a. Sí.
 - b. No (se suspende totalmente toda actividad).
 - c. Sí.
4. Tipo de partido (individuales, dobles, mixtos).

Individuales los tres.
5. Tipo de superficie de la cancha en la que se juega.

Polvo de ladrillo.
6. Descripción de las circunstancias que llevaron a la condición.
 - a. Aparece dolor gradual durante los entrenamientos en esa semana.
 - b. El calzado queda atrapado en un pedazo de cancha irregular, la deportista sufre un esguince de tobillo, seguido de una caída y la posterior fractura.
 - c. Aparece dolor gradual durante los entrenamientos de esa semana.
7. Tiempo de juego perdido por la lesión.
 - a. 0 días.
 - b. 3 meses.
 - c. 0 días.
8. Fecha del regreso del jugador a la participación plena.
 - a. Sin registro.
 - b. Sin registro.
 - c. 28 de abril.