



FACULTADE DE MEDICINA
E ODONTOLOXÍA

Trabajo de fin de grado en medicina

Influencia del nivel de juego en el desarrollo de patología por sobreuso de hombro y codo en el tenista: una revisión sistemática.

Influencia do nivel de xogo no desenvolvemento da patoloxía debida ao uso excesivo do ombreiro e do cóbado no tenista: unha revisión sistemática.

Skill level's influence in the development of overuse pathology of the shoulder and elbow in the tennis player: a systematic review.

Autor: Taboada Arcos, José Luis.

Tutor: Caeiro Rey, José Ramón.

Departamento: Cirugía ortopédica y traumatología.

Curso académico: 2020-2021.

Convocatoria: junio 2021.

ÍNDICE:

1. TÍTULO	2
2. RESUMEN	3
2.1. Español	3
2.2. Galego	4
2.3. English	5
3. INTRODUCCIÓN	6
3.1. Relevancia y características diferenciales del tenis	6
3.2. Aspectos biomecánicos de los componentes del juego	7
3.3. Epidemiología de las lesiones en el tenis	9
3.4. Lesiones por sobreuso de hombro y codo más frecuentes en el tenista	10
4. JUSTIFICACIÓN	14
5. HIPÓTESIS	15
6. OBJETIVOS	16
7. MATERIALES Y MÉTODOS	17
7.1. Diseño	17
7.2. Unidades de estudio	17
7.3. Criterios de selección de estudios	17
7.4. Búsqueda sistemática	17
7.4.1. Gráfica de flujo de la búsqueda sistemática	18
7.4.2. Selección de estudios	19
8. RESULTADOS	20
9. DISCUSIÓN	25
9.1. Estudio de los factores de riesgo	25
9.2. La relevancia de la cadena cinética	26
9.3. Los efectos de la fatiga	28
9.4. Momento y punto de impacto, fuerza de agarre y <i>grip</i>	29
9.5. Otros factores de riesgo	31
10. LIMITACIONES	32
11. CONCLUSIONES	33
12. BIBLIOGRAFÍA	34
13. AGRADECIMIENTOS	38

1. TÍTULO

Influencia del nivel de juego en el desarrollo de patología por sobreuso de hombro y codo en el tenista: una revisión sistemática.

2. RESUMEN

2.1. ESPAÑOL

Introducción: El tenis es uno de los deportes más populares. En este deporte, los miembros inferiores se ven mayoritariamente afectados por lesiones agudas mientras que los miembros superiores sufren lesiones crónicas causadas por el sobreuso. Para que se produzca una lesión por sobreuso se deben cumplir dos condiciones: la presencia de un factor que cause daño y la repetición en el tiempo de los efectos causados por dicho factor. Esta premisa permite hipotetizar que la repetición continuada en el tiempo de determinados defectos técnicos, habitualmente asociados a la inexperiencia o al bajo nivel de juego del deportista, contribuye en gran medida al desarrollo de este tipo de lesiones. El objetivo de este estudio consiste en realizar una revisión sistemática que determine la influencia del nivel de juego (en relación con la inexperiencia del jugador y los déficits técnicos que esto asocia) en el desarrollo de patología por sobreuso de hombro y codo en el tenista a partir de lo publicado en la literatura. Como objetivo secundario, busca aportar mayor claridad en lo relativo al conocimiento de otros factores de riesgo también relacionados con este tipo de patologías.

Métodos: Se llevó a cabo una revisión sistemática de acuerdo con la declaración *PRISMA*. Se incluyeron revisiones narrativas, revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados desde 2016 en *PubMed*, *Scopus* o *Web of science*. Se realizó además una búsqueda secundaria (con un límite temporal establecido en los 10 últimos años) partiendo de la revisión de la bibliografía referenciada en los estudios seleccionados tras la búsqueda primaria.

Resultados: Diecinueve artículos fueron finalmente incluidos (un ensayo clínico, catorce revisiones, dos estudios con seguimiento prospectivo y grupos comparativos y dos estudios experimentales). Un primer grupo de artículos aborda el estudio de la cadena cinética, otro se centra en el estudio de los efectos ocasionados por el desgaste y la fatiga en el miembro superior del tenista, y el último grupo analiza factores técnicos como el momento y punto de impacto, la fuerza de agarre o el *grip*. Sin embargo, se han identificado pocos artículos de investigación focalizados en el estudio de factores de riesgo. Pese a ello, el tenis es normalmente considerado un deporte de bajo riesgo de lesión incluso a nivel profesional. Desde el punto de vista lesional, las regiones más frecuentemente afectadas son los miembros inferiores, seguidos por los miembros superiores, estando los primeros mayoritariamente afectados por lesiones traumáticas agudas, mientras que los segundos por lesiones por sobreuso. La discinesia escapular, las alteraciones en las propiedades rotacionales del hombro, la práctica prolongada, la técnica y el nivel de juego, y la presencia de una lesión previa, son factores de riesgo de lesión de miembro superior en el tenis.

Conclusiones: Pese a las dificultades previamente mencionadas y al limitado nivel de evidencia en el que se sostienen las investigaciones existentes en este campo, tener un bajo nivel de juego (en relación con la inexperiencia del jugador y los déficits técnicos que esto asocia) influye negativamente en el desarrollo de patología por sobreuso de hombro y codo en el tenista. Consideramos, no obstante, que es necesaria una mayor y mejor estructurada investigación epidemiológica, biomecánica y fisiopatológica que permita adquirir un mejor conocimiento acerca de la influencia del nivel de juego y los déficits técnicos en el desarrollo de este tipo de lesiones.

2.2. GALEGO

Introdución: O tenis é un dos deportes máis populares. Neste deporte, os membros inferiores vense afectados principalmente por lesións agudas, mentres que os membros superiores sofren lesións crónicas causadas por un uso excesivo. Para que se produza unha lesión por uso excesivo, deben cumprirse dúas condicións: a presenza dun factor que causa danos e a repetición no tempo dos efectos causados por ese factor. Esta premisa permítenos facer a hipótese de que a repetición continua no tempo de certos defectos técnicos, normalmente asociados á inexperiencia ou ao baixo nivel do xogo do atleta, contribúe en gran medida ao desenvolvemento deste tipo de lesións. O obxectivo deste estudo é realizar unha revisión sistemática que determine a influencia do nivel de xogo (en relación coa inexperiencia do xogador e os déficits técnicos que isto asocia) no desenvolvemento da patoloxía debida ao uso excesivo do ombreiro e do cóbado no tenista a partires do publicado na literatura. Como obxectivo secundario, busca proporcionar unha maior claridade sobre o coñecemento doutros factores de risco tamén relacionados con este tipo de patoloxías.

Métodos: Levouse a cabo unha revisión sistemática de acordo coa declaración *PRISMA*. Incluíronse revisións narrativas, revisións sistemáticas e metaanálises publicadas dende 2016 en *PubMed*, *Scopus* ou *Web of science*. A maiores, realizouse unha busca secundaria (cun límite temporal establecido nos últimos 10 anos) partindo da revisión da bibliografía referenciada nos estudos seleccionados despois da busca primaria.

Resultados: Finalmente incluíronse dezanove artigos (un ensaio clínico, catorce revisións, dous estudos con seguimento prospectivo e grupos comparativos e dous estudos experimentais). Un primeiro grupo de artigos aborda o estudo da cadea cinética, outro céntrase no estudo dos efectos causados polo desgaste e o cansazo no membro superior do tenista e o último grupo analiza factores técnicos como o momento e o punto de impacto, a forza de agarre ou o *grip*. Non obstante, identificáronse poucos artigos de investigación centrados no estudo dos factores de risco. A pesar diso, o tenis normalmente considérase un deporte con baixo risco de lesións incluso a nivel profesional. Dende o punto de vista da lesión, as rexións máis frecuentemente afectadas son as extremidades inferiores, seguidas das extremidades superiores, as primeiras afectadas principalmente por lesións traumáticas agudas, mentres que as segundas por lesións por uso excesivo. A discinesia escapular, as alteracións das propiedades de rotación do ombreiro, a práctica prolongada, a técnica e o nivel de xogo e a presenza dunha lesión previa son factores de risco de lesión do membro superior no tenis.

Conclusións: A pesar das dificultades mencionadas anteriormente e do limitado nivel de evidencia sobre o que se apoia a investigación existente neste campo, ter un baixo nivel de xogo (en relación coa inexperiencia do xogador e os déficits técnicos que isto asocia) ten unha influencia negativa no desenvolvemento da patoloxía por uso excesivo do ombreiro e cóbado no tenista. Non obstante, consideramos que é necesaria unha investigación epidemiolóxica, biomecánica e fisiopatolóxica maior e mellor estruturada para adquirir un mellor coñecemento sobre a influencia do nivel de xogo e os déficits técnicos no desenvolvemento deste tipo de lesións.

2.3. ENGLISH

Introduction: Tennis is one of the most popular sports. In this sport, the lower limbs are mostly affected by acute injuries while the upper limbs suffer from chronic injuries caused by overuse. For an overuse injury to occur, two conditions must take place: the presence of a factor that causes damage and the repetition over time of the effects caused by that factor. This premise allows us to hypothesize that the continuous repetition over time of certain technical defects, usually associated with the athlete's lack of experience and skill, greatly contributes to the development of this kind of injuries. The objective of this study is to carry out a systematic review that determines the influence of the skill level (in relation to the player's lack of experience and technique) in the development of overuse pathology of the shoulder and elbow in the tennis player from what has been published in the literature. As a secondary objective, it seeks to provide greater clarity regarding the knowledge of other risk factors also related to this kind of pathologies.

Methods: A systematic review was carried out in accordance with the PRISMA statement. Narrative reviews, systematic reviews and meta-analysis published since 2016 in PubMed, Scopus or Web of science were included. Moreover, a secondary search was carried out (within a time limit established in the last 10 years) by reviewing the bibliography referenced in the studies selected after the primary search.

Results: Nineteen articles were finally included (one clinical trial, fourteen reviews, two studies with prospective follow-up and comparative groups, and two experimental studies). A first group of articles addresses the study of the kinetic chain, another focuses on the study of the effects caused by wear and fatigue in the tennis player's upper limb, and the last group analyzes technical factors such as the moment and point of impact, the grip force or the grip's characteristics. However, few research articles focused on the study of risk factors have been identified. Despite this, tennis is normally considered a sport with a low risk of injury even at a professional level. From the point of view of injury, the regions most frequently affected are the lower limbs, followed by the upper limbs, the former being mostly affected by acute traumatic injuries, while the latter by overuse injuries. Scapular dyskinesia, alterations in the rotational properties of the shoulder, prolonged practice, technique and level of play, and the presence of a previous injury are risk factors for upper limb injuries in tennis.

Conclusions: Despite the previously mentioned difficulties and the limited level of evidence on which existing research in this field is supported, having a low skill level (associated with the player's lack of experience and technique) has a negative influence on the development of overuse pathology of the shoulder and elbow in the tennis player. We consider, however, that a greater and better structured epidemiological, biomechanical and pathophysiological investigation is necessary in order to acquire a better knowledge about the influence of the level of play and technical deficits in the development of this type of injuries.

3. INTRODUCCIÓN

3.1. RELEVANCIA Y CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES DEL TENIS

El tenis es uno de los deportes más populares. La *International Tennis Federation (ITF)* estima que hay alrededor de 87 millones de practicantes de este deporte en el mundo; según estas cifras, algo más del 1% de la población mundial habría jugado al tenis en algún momento de sus vidas. El 92% de los practicantes de tenis se reparten entre 3 continentes: Norteamérica, Europa y Asia. Sin embargo, regiones cuantitativamente menos importantes como Oceanía tienen a su vez un elevado porcentaje de practicantes con respecto a su población (6.2%). En España, la *ITF* estima que hay alrededor de 3 millones de practicantes, de los cuales 71.091 disponían de licencia competitiva en la Real Federación Española de Tenis (RFET) a fecha de septiembre de 2019 (últimos datos disponibles). La distribución por sexos está bastante equilibrada, la *ITF* estima un 47% de practicantes de sexo femenino a nivel global. Por otra parte, en España se celebran Campeonatos Nacionales de Tenis por categorías que van desde Benjamines (9-10 años) hasta Veteranos +85, lo que refuerza la idea de que es un deporte muy practicado a todas las edades. A nivel profesional es, sin embargo, un deporte de gran exigencia y difícil acceso que se ve restringido a un reducido número de atletas de élite (alrededor de 2500 jugadores y 1500 jugadoras con ranking profesional). (1–4)

A diferencia de otros deportes como pueden ser el fútbol o el baloncesto, el tenis no dispone de un tiempo preestablecido que fije la duración de sus encuentros, sino que éstos finalizan cuando el resultado se ha decantado con un vencedor y un vencido. La duración de los encuentros varía también dependiendo del nivel competitivo, oscilando entre 3 y 5 sets en adultos y profesionales. En determinados torneos profesionales como los *Grand Slam* los partidos se proponen al mejor de 5 sets, lo que determina en ocasiones prolongaciones excepcionales como la del partido Isner-Mahut de Wimbledon 2010 que finalizó con un resultado de 70-68 en el quinto set y con un tiempo récord de 11 horas y 5 minutos (5).

Además de la larga duración de los encuentros, que pueden llegar a prolongarse durante horas condicionando grandes requerimientos aeróbicos, el tenis es un deporte muy explosivo, con ráfagas de movimiento, acelerones y frenazos tanto a nivel de miembros inferiores como superiores. Los miembros inferiores se ven afectados por desplazamientos en todas las direcciones y dimensiones del espacio, tanto para dar los pasos de ajuste (que optimizan la posición corporal) previos a cada golpe como para correr de forma explosiva hacia el otro extremo de la pista o hacia dejadas próximas a la red. También son la base que sustenta los golpes de fondo y contribuyen a la generación de la fuerza en golpes como el servicio (6). Por su parte, los miembros superiores sufren también un estrés muy elevado. Como ejemplo cabe destacar que en el servicio la velocidad de extensión del codo puede alcanzar hasta 1500°/s, y el estrés en valgo sobre el mismo superar los 60 N*m (7,8).

Además de las características tanto anaeróbicas como aeróbicas de cada encuentro individual, hay que tener en cuenta la carga de trabajo acumulada por los tenistas a lo largo de cada ciclo competitivo, repartida entre entrenamientos y torneos. Cuanto mayor es el nivel competitivo, mayor es la frecuencia y la intensidad de los entrenamientos. Según un estudio publicado por la Clínica MAPFRE, alrededor del 80% de sus 952 pacientes-jugadores juveniles de alto nivel entrenan de 16 a 20 horas semanales, y en el caso de pacientes-jugadores profesionales, sobre el 90% entrenan más de 20h a la semana (9). En los niveles más altos, esta elevada carga de entrenamientos ha de sumarse a un compacto calendario competitivo con

torneos durante prácticamente todas las semanas del año, y un descanso entre partidos que a veces no llega a las 24 horas (10).

El tenis es además un deporte que requiere la actuación sinérgica de todos los segmentos corporales para generar las mayores velocidades de bola posibles minimizando el impacto sobre articulaciones, músculos, tendones y demás elementos del sistema musculoesquelético. Este concepto se engloba bajo la denominación de *cadena cinética*, y no es más que un fenómeno de reacción en cadena en el que cada segmento corporal recibe, potencia y transfiere fuerzas desde y hacia a los segmentos adyacentes. En el tenis, esta cadena cinética se inicia en pies y rodillas y progresa a través de piernas, tronco, espalda, hombro, codo, muñeca y mano finalizando en la raqueta; que actúa como una prolongación del cuerpo del tenista. Cualquier debilidad o disfunción en un eslabón de esta cadena cinética puede repercutir en otros segmentos corporales causando sobrecarga y lesiones. (6,11)

Es preciso destacar también que el tenis es un deporte asimétrico. Mientras que el brazo dominante tiene un papel central en el desarrollo de la mayoría de los golpes que conforman el juego, el brazo no dominante contribuye de manera secundaria en la preparación de los golpes o en el equilibrio corporal durante los mismos. La excepción a esta regla es el golpe de revés a dos manos donde el brazo no dominante ejerce un papel central en la generación de fuerzas. La repetición continuada en el tiempo de este trabajo asimétrico podría acarrear desequilibrios a nivel del aparato locomotor que favorezcan a la larga el desarrollo de lesiones.

Además de estas características fisiológicas y biomecánicas específicas, el tenis se ve influenciado por una gran cantidad de factores externos que pueden influir en el desarrollo de determinado tipo de lesiones. Desde el punto de vista de las superficies, hay 3 sobre las que se puede desarrollar el juego: la más frecuente es la pista dura (con todas sus variantes) seguida de la tierra batida y por último la hierba. De manera general se puede decir que la pista dura resulta más traumática que la tierra batida. Esto podría verse explicado a nivel de miembros superiores por las mayores velocidades de bola conseguidas en pista rápida (12). Además, a nivel de miembros inferiores, la pista rápida ejerce una mayor fricción y una menor absorción de energía que la tierra batida (13). Otro factor que influye en el desarrollo del juego es la presión atmosférica y la elevación con respecto al nivel del mar. Hacer un golpe ganador a nivel del mar es más complicado que hacerlo a 1000m de altitud por la variación en la velocidad del juego dependiente de la presión atmosférica. Otros factores ambientales que influyen en el juego son: el que se juegue bajo techo o a cielo descubierto, la humedad en el ambiente, la presencia o no de viento, etc. Por otra parte, la correcta selección del equipamiento podría también tener repercusión en la prevención de lesiones: el tamaño de la cabeza de la raqueta, el patrón de encordado, el tipo de cordaje, el uso o no de antivibrador, el peso y el balance de la raqueta, el grosor de la empuñadura, etc. Todos estos factores hacen que el tenis se juegue en condiciones muy heterogéneas, lo que dificulta el análisis de los factores implicados en el aparición y desarrollo de patología asociada al mismo.

3.2. ASPECTOS BIOMECÁNICOS DE LOS COMPONENTES DEL JUEGO

Pese a la amplia variedad de combinaciones posibles, el tenis moderno se basa principalmente en la combinación de 3 golpes. El primero de ellos es el servicio, que inicia de manera obligada cada punto y puede llegar a abarcar entre el 45-60% de los golpes durante los juegos al servicio (14). Además, está descrito ampliamente en la literatura como el golpe más demandante del juego, generando fuerzas suprafisiológicas que afectan al miembro superior (7,8,15,16). El otro componente principal del juego son los golpes de fondo de pista, tanto la derecha como el revés. El tenis ha sufrido grandes cambios en los últimos 50 años. Los

nuevos materiales y una mejor preparación física han supuesto un cambio de paradigma desde el juego de saque-volea a un juego predominantemente de fondo de pista, con mayores efectos y velocidades de bola que someten a un mayor estrés al físico del deportista (17). Todo lo anterior hace que sea razonable pensar que estos tres gestos técnicos tengan una mayor responsabilidad en la generación de lesiones por sobreuso de miembro superior en el tenista.

Si bien la variabilidad técnica en el golpeo entre los distintos tenistas y jugadores aficionados es muy grande, los tres principales golpes del tenis han sido simplificados y esquematizados de forma consistente en la literatura (11,15). Así, el servicio consta de 5 fases: *wind-up* (inicio), *early cocking* (preparación temprana), *late cocking* (preparación tardía), *acceleration* (aceleración) y *follow through* (acompañamiento). Por su parte, tanto la derecha como el revés se pueden descomponer en 3 fases: *racket preparation* (preparación), *acceleration* (aceleración) y *follow through* (acompañamiento).

Pese a dividirse con objeto de su estudio en estas 5 fases, el **servicio** es un movimiento complejo que el tenista ejecuta de forma fluida. El gesto comienza en la fase de inicio con el comienzo de la flexión de rodillas (que carga de energía los miembros inferiores), el comienzo de la rotación de tronco y el lanzamiento de la bola con la mano no dominante. En las fases de preparación se continúa con la carga de energía en miembros inferiores y la rotación de tronco además de producirse la abducción y rotación externa glenohumeral con el codo flexionado, que llega a su máximo nivel al final de la fase de preparación tardía. Durante la fase de aceleración, la rotación interna tiene un papel predominante; además de la extensión del codo, necesaria para impactar la bola en el punto más alto posible. También es en esta fase donde se produce la transferencia de energía almacenada en miembros inferiores y tronco hacia el miembro superior y se revierte la rotación del tronco. Dependiendo del efecto que se le pretenda dar al servicio se puede pronar el antebrazo si buscamos por ejemplo un golpeo plano o supinar, si lo que queremos es imprimirle un efecto cortado. Finalmente se produce una fase de acompañamiento en la que los rotadores externos se contraen excéntricamente para frenar el movimiento.

A modo de simplificación, la fase de aceleración de la **derecha** consiste en una aducción y rotación interna de hombro con el codo en extensión y pronación (11). En un **revés** a dos manos estándar, la rotación del tronco contribuye en gran medida a la generación de fuerza (11). Por su parte, el estudio del golpe de revés consta de una mayor complejidad al poder realizarse tanto a una como a dos manos.

Sumado a lo anterior, la variabilidad en las opciones de ejecución técnica de los golpes es amplia. Por una parte, están los 3 efectos del tenis (plano, liftado y cortado) con los que el tenista juega dependiendo de lo que requiera en cada momento:

1. Efecto plano: Sin rotación de bola. Si lo que precisa es imprimir una alta velocidad a la bola con un impacto seco y rápido.
2. Efecto liftado: Con rotación anterior de bola. Si lo que pretende es mantener a su oponente lejos del fondo de la pista, un bote alto o ganar seguridad con respecto a la red y que la bola caiga con margen dentro de la pista.
3. Efecto cortado: Con rotación posterior de bola. Si lo que busca es que la pelota se deslice y bote poco o frenar el ritmo del punto.

Otro punto a tener en cuenta son las empuñaduras. Las empuñaduras más “abiertas” (*continental* y *eastern*) predominan en jugadores especializados en pista rápida o hierba que utilizan un menor efecto liftado. En cambio, las empuñaduras más “cerradas” (*semi-western* y

western) son más frecuentes en jugadores especializados en tierra batida o que utilizan un mayor efecto liftado en sus golpes. Se ha estudiado la influencia de las distintas empuñaduras en la producción de lesiones en la muñeca y se ha visto que las empuñaduras más “abiertas” afectan en mayor medida a la cara radial mientras que las empuñaduras más “cerradas” tienen una mayor repercusión sobre la cara cubital (18). Es posible que el uso de las distintas empuñaduras pueda también tener repercusión sobre otras regiones más alejadas como son el codo o el hombro.

3.3. EPIDEMIOLOGÍA DE LAS LESIONES EN EL TENIS

El tenis, al no ser un deporte de contacto, es considerado un deporte de bajo impacto. Pluim et al., estudiaron la incidencia lesional en una revisión sistemática realizada en el 2006, encontrando una variabilidad que iba desde 0.05 a 2.9 lesiones por jugador y año (19). Fu et al., en un trabajo más reciente, analizaron las incidencias lesionales reportadas por estudios realizados sobre datos de *Grand Slam*, *Davis Cup* y *NCAA* (liga universitaria americana). En este caso, la incidencia lesional varió entre 48.1 lesiones por cada 1000 exposiciones de partido, 20.7 lesiones por cada 1000 sets jugados, 6.05 lesiones por cada 1000 horas de juego, 1.1 lesiones por cada 1000 horas de juego en partido, etc. (20).

Pero con independencia de las cifras de incidencia reportadas, el análisis pormenorizado de la metodología de ambos estudios indica una falta de homogeneidad a la hora de definir lesión y una amplia variedad de formas de medida de las mismas. Para intentar paliar esta dificultad metodológica, en el 2009 se publicó un documento de consenso en el que participaron expertos de varias nacionalidades con el objetivo de crear definiciones sólidas de lesión y unificar criterios a la hora del reporte y análisis de datos (21). Sin embargo, las incidencias lesionales analizadas por Fu et al. provienen de estudios publicados con posterioridad a la publicación de ese documento de consenso. Esto hace pensar que la comparación de incidencias lesionales y demás variables epidemiológicas entre los distintos estudios sigue siendo muy difícil a pesar de la publicación de ese documento de consenso.

De hecho, muchos estudios entienden exclusivamente como lesión aquella situación que obliga a retirarse del juego. Por ejemplo Maquirriain et al., en un estudio realizado con datos obtenidos de la *Davis Cup*, encontraron que de 24 retiradas que se produjeron en un total de 906 partidos, 12 de 719 fueron en partidos relevantes para la eliminatoria mientras que 12 de 187 lo fueron en partidos irrelevantes para el resultado de la misma (22). Estos resultados podrían alertar sobre la posibilidad de que algunos jugadores presentaran lesiones previas a la competición y a que, pese a ellas, decidiesen continuar forzando hasta el límite debido a motivaciones deportivas. Las motivaciones económicas podrían explicar este mismo fenómeno en competiciones con menor componente afectivo.

Sea como sea, y pese a la dificultad de sacar conclusiones al respecto, el tenis puede ser considerado, de forma general, un deporte de bajo riesgo de lesión incluso a nivel profesional. Esta afirmación se ve apoyada por estudios como el de Jung et al., en el que se analizan las incidencias lesionales de todos los deportes practicados en los Juegos Olímpicos de Pekín, objetivando cómo el tenis ocupa posiciones inferiores en cuanto a incidencia lesional frente a muchos otros deportes (23).

La literatura es más consistente, sin embargo, en lo referente a la distribución de las lesiones en el tenis por región corporal. Las regiones más frecuentemente afectadas son los miembros inferiores, seguidos por los miembros superiores y, en tercer lugar, el tronco. Además, se evidencia una clara relación entre la localización y el curso de las mismas: los miembros

inferiores se ven mayoritariamente afectados por lesiones agudas mientras que los miembros superiores tienden a sufrir lesiones crónicas causadas por el sobreuso. (15,16,22,24)

La relevancia de las lesiones de miembro superior en el tenista se ve apoyada de manera cuantitativa por estudios como el de McCurdie et al. (con datos extraídos de Wimbledon) en el que se observó que las lesiones en miembro superior suponían un 28% del total de lesiones, con el hombro como región predominante (25). Asimismo, datos publicados por la Clínica MAPFRE apuntan en la misma dirección (9). Sobre una muestra de 952 jugadores juveniles de alto nivel competitivo, el 29,8% y el 22% habían presentado lesiones en hombro y codo respectivamente. En profesionales, sobre una muestra de 30 jugadores, las cifras fueron del 92,5% y del 51,8% también para hombro y codo respectivamente.

3.4. LESIONES POR SOBREUSO DE HOMBRO Y CODO MÁS FRECUENTES EN EL TENISTA

Golpeos como pueden ser la derecha o fundamentalmente el servicio tienen grandes semejanzas con gestos de lanzamiento como los que se dan, por ejemplo, en deportes como el béisbol. Es por esto que la patología del hombro en el tenista se estudia en conjunto con la producida por otros deportes bajo la denominación de “hombro del lanzador”. No se conoce una única causa que explique toda la patología del hombro. Lo que sí sabemos es que en el hombro del lanzador se producen una serie de cambios adaptativos y alteraciones muy interrelacionados entre sí que, a la larga, pueden favorecer el desarrollo de lesiones.

Una de estas alteraciones es la **retroversión de la cabeza humeral**. Es frecuente que deportistas que hayan practicado lanzamientos desde una temprana edad presenten una retroversión de la cabeza humeral superior a la media en edad adulta (30°). Esto conlleva un aumento en el rango de rotación externa (fundamental para poder generar altas velocidades de bola durante la fase de preparación de los golpes) con una disminución simétrica en el rango de rotación interna. Esta retroversión consigue alejar el troquíter del labrum dificultando su contacto, y, por tanto, se piensa que podría ser un fenómeno adaptativo que proteja de lesiones por pinzamiento sobre el labrum y el manguito de los rotadores. (26)

Otros dos mecanismos están también en relación con los efectos producidos por la dinámica rotacional del hombro sobre la cápsula articular. Los deportistas buscan conseguir las mayores velocidades de bola posible. Para ello, fuerzan la rotación externa hasta el límite durante la fase de preparación de los golpes (sobre todo en la fase de preparación tardía del servicio). Estas elevadas tensiones que se producen de manera repetitiva en el hombro del lanzador pueden derivar, a la larga, en la generación de una **laxitud capsular anterior**, que se manifiesta como una **rotación externa pasiva en abducción (ABER)** aumentada. Esta laxitud podría permitir un mayor desplazamiento de la cabeza humeral dificultando, por tanto, la contención de la misma. Por otra parte, durante la fase de seguimiento de los golpes se produce una contracción excéntrica de los rotadores externos que permite frenar el movimiento. Estas tensiones repetitivas repercuten también sobre la cápsula articular pudiendo llegar a generar una **contractura capsular posterior**. Esto se manifiesta como un **déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD)**. Se cree que esta contractura capsular posterior podría ejercer un efecto inverso a la retroversión humeral desplazando la cabeza humeral hacia posterior y superior, lo que causaría un mayor contacto entre troquíter y labrum que favorecería el desarrollo de **pinzamientos**. Estos pinzamientos favorecen la aparición de lesiones en el labrum (**lesiones tipo SLAP**) y en el manguito rotador (**desgarros del manguito rotador**). (26)

Finalmente, alteraciones en la estática y dinámica escapulares podrían también tener importancia en la generación de lesiones. Estas alteraciones se engloban bajo el término de **discinesia escapular**. La escápula articula con la cabeza humeral y su movimiento es

fundamental para mantener la congruencia articular durante los distintos golpes del tenis. Ante el dolor de hombro, músculos como la porción más superior del trapecio responden contracturándose mientras que otros como la porción más inferior del mismo, así como el serrato anterior, se inhiben. Debido a esto, la escápula protruye, se aleja de la línea media, rota internamente y desciende. Estas alteraciones condicionan una serie de perjuicios a la articulación: se genera debilidad del manguito rotador, se pierde la congruencia articular con la parte anterior de la cabeza humeral (quedando ésta al descubierto) y se aproximan troquíter y glenoides con el consiguiente riesgo aumentado de pinzamientos (26). El grado máximo de discinesia escapular lo constituye el **síndrome de sick scapula** (15).

En lo referente a la patología del codo hay más grises. Por ejemplo, se debate si la **epicondilitis** es un proceso inflamatorio o degenerativo (26). Tampoco existe consenso sobre la causa que la produce (15). Además de la predisposición anatómica del segundo radial externo (ECRB) a la irritación, la sobrecarga de los extensores de la muñeca durante el golpe de revés se propone como factor predisponente (15). Esto sucede fundamentalmente en el golpe de revés a una mano en donde el golpeo se produce con el codo en extensión y el antebrazo en supino (15). Otros factores tanto técnicos (por mala técnica o inexperiencia) como de equipamiento se han propuesto también como favorecedores de esta lesión (15). Con la **epitrocleitis** la situación es parecida, pero en este caso se relaciona más a defectos técnicos avanzados asociados a excesiva flexión y pronación durante los golpes de derecha y servicio (11). Por otra parte, el codo sufre también durante el servicio grandes tensiones en valgo (hasta 60N·m) y extensión (hasta 1500°/s) que pueden derivar en la producción de **patologías por sobrecarga en valgo**, como son la **insuficiencia del ligamento colateral medial**, la **sobrecarga de extensión en valgo** o la **osteocondritis disecante del cóndilo humeral** (7,8,11).

El conjunto de las lesiones por sobreuso del hombro y codo previamente mencionadas se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1: Lesiones por sobreuso de hombro y codo más frecuentes en el tenista.		
REGIÓN	ALTERACIÓN	FISIOPATOLOGÍA
Hombro	Retroversión de la cabeza humeral	Adaptación que presentan los hombros de lanzador de deportistas que iniciaron su práctica deportiva a una temprana edad. Aumenta el rango de rotación externa disminuyendo el rango de rotación interna de forma simétrica. A diferencia del resto, se considera que puede ser un fenómeno adaptativo protector al alejar el troquíter del labrum dificultando los pinzamientos en esta zona.
	Laxitud capsular anterior	La necesidad del deportista de conseguir la máxima velocidad de bola lo lleva a forzar al máximo la rotación externa en abducción al final de la fase de preparación de golpes como la derecha o el servicio. Esto deriva, a la larga, en una laxitud capsular anterior que desestabiliza la articulación y podría favorecer el desarrollo de lesiones. Se manifiesta como una rotación externa pasiva en abducción (ABER) aumentada.
	Contractura capsular posterior	Durante la fase de seguimiento de golpes como la derecha o el servicio, el deportista contrae de manera excéntrica los músculos del manguito rotador con el objetivo de frenar el movimiento. Esto repercute también sobre la cápsula generando una contractura posterior de la misma que condiciona un desplazamiento pósterio-superior de la cabeza humeral facilitando los pinzamientos entre troquíter y labrum. Se manifiesta como un déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD).
	Discinesia escapular	Alteración multifactorial debida, entre otros, a la afectación de los músculos del entorno escapular. Esto condiciona cambios en la estática y dinámica escapulares que a su vez derivan en alteraciones como: protrusión, alejamiento de la línea media, rotación interna y migración con respecto a la caja torácica. Se cree que la fatiga podría tener un papel relevante en el desarrollo de esta alteración. Se altera por completo la estructura del hombro: genera debilidad en el manguito rotador, deja al descubierto la parte más anterior de la cabeza humeral y condiciona un acercamiento entre troquíter y labrum. También favorece el desarrollo del pinzamiento subacromial.
	Síndrome de sick scapula	Grado máximo de discinesia escapular. Conlleva: malposición escapular, prominencia del borde inferomedial, dolor coracoideo y discinesia durante el movimiento.
	Pinzamientos (impingements)	Entre el troquíter y el labrum posterosuperior pueden ocurrir pinzamientos (<i>posterosuperior internal impingements</i>) que causen patología labral y del manguito (lesiones tipo <i>SLAP</i> y <i>rotator cuff tears</i> respectivamente). Esto se ve favorecido por todo el entorno de alteraciones anteriores. Se producen fundamentalmente en las fases de máxima rotación externa en abducción (al final de las fases de preparación de golpes como el servicio o la derecha). Asimismo, también se pueden producir pinzamientos del manguito con el acromion (<i>subacromial impingements</i>) favorecidos por la discinesia escapular.

	Lesiones tipo SLAP (Superior Labrum Anterior to Posterior)	Consiste en el arrancamiento de la porción superior del labrum de la glena escapular. Muy frecuentemente se asocia al arrancamiento de la inserción de la porción larga del bíceps braquial (SLAP tipo 2).
	Desgarros del manguito rotador (rotator cuff tears)	En el hombro del deportista predominan los desgarros de grosor parcial que afectan a la porción articular (PASTA). En ancianos es más frecuente que los desgarros sean de grosor completo.
Codo	Epicondilitis (epicondilitis lateral)	También denominada "codo de tenista". Entesopatía por sobrecarga de los músculos que se insertan a nivel del epicóndilo, principalmente el segundo radial externo, aunque también otros como el primer radial externo, el supinador largo, etc. No hay consenso sobre si es un proceso más inflamatorio que degenerativo o viceversa ni sobre su causa (multifactorial). Relación con el golpe de revés, sobre todo a una mano (que se realiza con el codo en extensión y el antebrazo en supino) y con déficits técnicos y de equipamiento.
	Epitrocleitis (epicondilitis medial)	También denominada "codo de golfista". Entesopatía similar a la anterior pero que tiene lugar en los músculos que se insertan a nivel de la epitroclea: pronador redondo, palmares mayor y menor, etc. A diferencia de la anterior, es más frecuente en jugadores de nivel avanzado. Se relaciona con los golpes de derecha y servicio.
	Patologías por sobrecarga en valgo	Durante los golpes de derecha y servicio, el codo sufre un gran estrés en valgo. El ligamento colateral medial no es capaz de soportar toda esa tensión por sí solo, dependiendo de estabilizadores secundarios (estructuras articulares y músculos) para ello. Si fallan, se daña este ligamento produciendo una insuficiencia del ligamento colateral medial . Otra alteración es la sobrecarga de extensión en valgo , donde se forman osteofitos posteromediales que intentan estabilizar la articulación; sin embargo, dañan el cartílago y pueden fragmentarse causando síntomas mecánicos. Por último, está la osteocondritis disecante del cóndilo humeral en donde la sobrecarga en valgo produce isquemia, alteración del hueso subcondral y la formación de fragmentos libres que, de nuevo, pueden ocasionar síntomas mecánicos.

4. JUSTIFICACIÓN

Uno de los objetivos que persigue la medicina, y quizás el más ambicioso de ellos, es la prevención primaria. Ésta se define como aquel conjunto de intervenciones dirigidas a evitar la aparición de problemas de salud o enfermedades. En las últimas décadas, el pronóstico de múltiples enfermedades ha cambiado por completo gracias a los avances en el diagnóstico (diagnóstico precoz) y la terapéutica. Sin embargo, si consiguiésemos prevenir la aparición de la enfermedad evitaríamos el daño causado por ésta al organismo. Por ello, el impacto de las medidas de prevención primaria es potencialmente mayor que el de cualquier otra intervención sanitaria. La parte negativa de este enfoque reside en la dificultad que conlleva el analizar e identificar los agentes causales o factores de riesgo que intervienen en el desarrollo de los distintos problemas de salud y enfermedades (que frecuentemente son multicausales).

Esta misma idea es también aplicable a la medicina deportiva. En el caso particular del tenis, y como se mencionó previamente, múltiples estudios epidemiológicos recogen una clara diferencia entre las lesiones en miembros superiores e inferiores: mientras que los miembros inferiores se ven mayoritariamente afectados por lesiones agudas, los miembros superiores sufren lesiones crónicas causadas por el sobreuso (y, por tanto, mucho más atrayentes desde el punto de vista preventivo).

Esta premisa permite hipotetizar que la repetición continuada en el tiempo de determinados defectos técnicos, habitualmente asociados a la inexperiencia o al bajo nivel de juego del deportista, contribuye en gran medida al desarrollo de este tipo de lesiones. Un mejor conocimiento acerca de éstos y otros potenciales factores de riesgo podría ayudar a jugadores, técnicos y terapeutas a prevenirlas.

5. HIPÓTESIS

¿Puede un bajo nivel de juego (en relación con la inexperiencia del jugador y los déficits técnicos que esto asocia) influir negativamente en el desarrollo de patología por sobreuso de hombro y codo en el tenista? ¿Un mejor conocimiento de estos déficits técnicos podría ayudar prevenir este tipo de lesiones?

6. OBJETIVOS

Este estudio tiene como objetivo primario el realizar un análisis sistemático que determine la influencia del nivel de juego (en relación con la inexperiencia del jugador y los déficits técnicos que esto asocia) en el desarrollo de patología por sobreuso de hombro y codo en el tenista a partir de lo publicado en la literatura.

Como objetivo secundario, este trabajo buscaría aportar mayor claridad en lo relativo al conocimiento de otros factores de riesgo también relacionados con este tipo de patologías, y la manera en que, conjuntamente, se podría favorecer la prevención de este tipo de lesiones.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. DISEÑO

Con el fin de lograr estos objetivos, se propuso la realización de una revisión sistemática de lo publicado en la literatura científica sobre el tema.

Durante el desarrollo de este estudio, se empleó la metodología *PRISMA* en cuanto al flujo y lista de comprobación se refiere (27).

7.2. UNIDADES DE ESTUDIO

Estudios publicados en los últimos 5 años relacionados con las lesiones en el tenis, tales como revisiones, revisiones sistemáticas y metaanálisis.

7.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Serán incluidos aquellos estudios que se ajusten a los siguientes criterios *PICO*:

1. La población (P) se corresponderá a jugadores de tenis.
2. La intervención (I) estará en relación con la influencia que pueda ejercer el nivel de juego (en relación con la inexperiencia del jugador y los déficits técnicos que esto asocia) en el desarrollo de patología por sobreuso de hombro y codo en el tenista.
3. La comparación (C) se hará entre jugadores de tenis con alto nivel de juego (experimentados y/ o con buena técnica) y jugadores de tenis con bajo nivel de juego (inexpertos y/ o con mala técnica).
4. El resultado (O) será comparar la influencia del nivel de juego (alto vs bajo) en el desarrollo de patología por sobreuso de hombro y codo en el tenista.

7.4. BÚSQUEDA SISTEMÁTICA

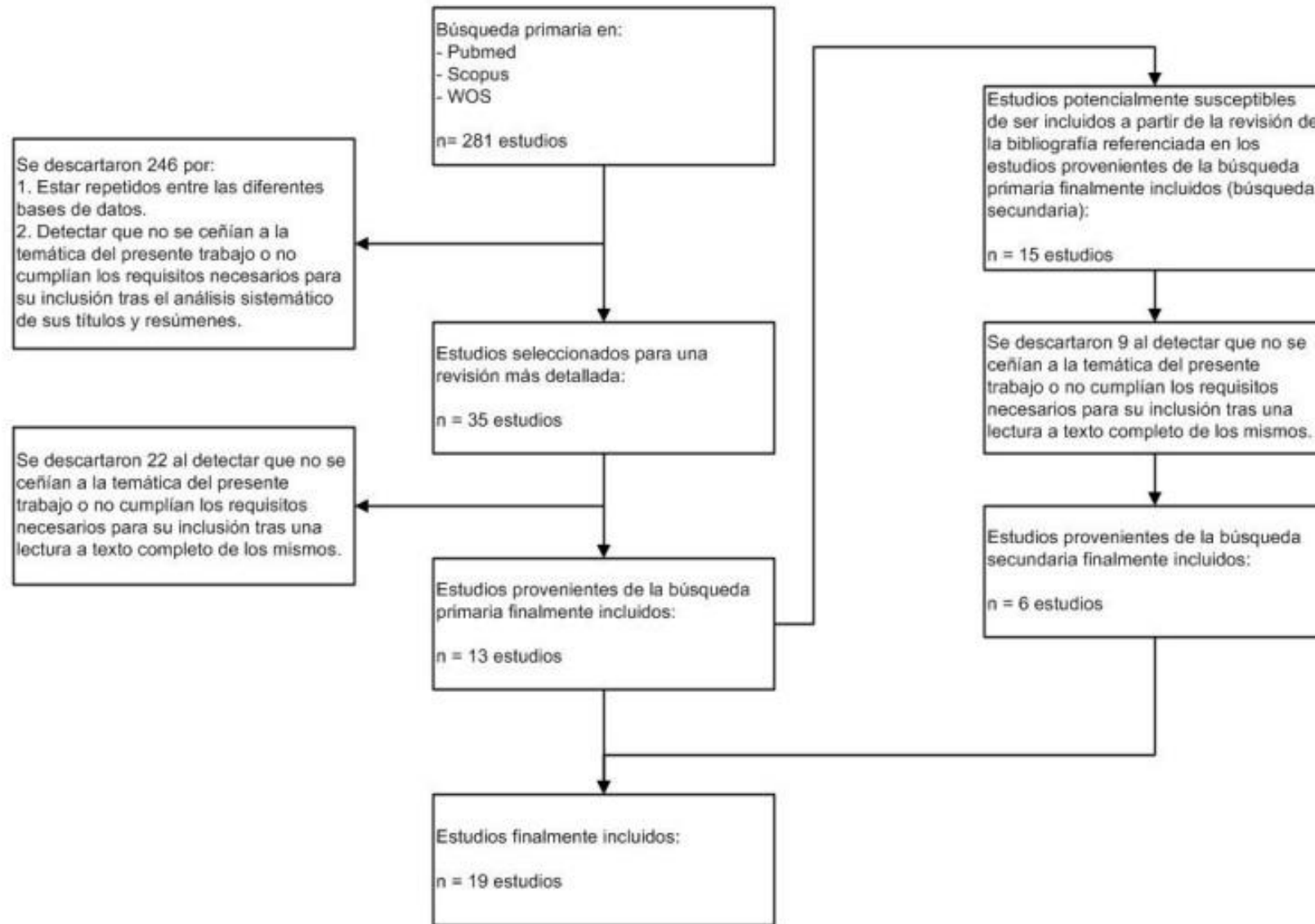
Se identificaron estudios que contasen con resumen y en formato final de publicación. Para ello se usaron las siguientes bases de datos:

- *Medline* a través de *PubMed*
- *Scopus*
- *Web of science*

Esta búsqueda se llevó a cabo entre diciembre de 2020 y febrero de 2021 usando las palabras clave “*tennis*” e “*injuries*”. A los resultados se le aplicaron los siguientes límites:

- Estudios en humanos.
- Tipo de estudio: incluyéndose metaanálisis, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, revisiones narrativas, estudios de casos y controles, series de casos y estudios experimentales.
- Resumen disponible.
- Publicados en los últimos 5 años.
- Idiomas: español o inglés.

7.4.1. Gráfica de flujo de la búsqueda sistemática



7.4.2. Selección de estudios

Los resultados obtenidos durante la búsqueda en las distintas bases de datos anteriormente mencionadas fueron guardados en una biblioteca dentro del programa informático Mendeley.

En primer lugar, se eliminaron los duplicados. A continuación, un primer revisor se encargó de eliminar aquellos artículos que no se ceñían a la temática del trabajo o no cumplían los requisitos necesarios para su inclusión tras el análisis sistemático de sus títulos y resúmenes. Después, tras una lectura a texto completo de los restantes, eliminó nuevamente aquellos artículos que no se ceñían a la temática del trabajo o no cumplían los requisitos necesarios para su inclusión. Esta selección fue reevaluada por un segundo revisor.

Durante el análisis de los estudios seleccionados tras la búsqueda primaria (revisiones narrativas, revisiones sistemáticas y metaanálisis) se encontraron referencias a artículos originales que podrían aportar información de interés para la consecución del presente trabajo. Esto motivó la realización de una búsqueda secundaria (mediante la revisión de la bibliografía referenciada en los estudios seleccionados tras la búsqueda primaria) que devino en la inclusión de varios de estos artículos originales. De nuevo, esta selección fue reevaluada por un segundo revisor.

La conjunción de ambas búsquedas permitió la creación de una biblioteca final. Los artículos presentes en dicha biblioteca fueron revisados y analizados. El resultado de dicho proceso se muestra en el siguiente apartado (Tabla 2).

8. RESULTADOS

Tabla 2: Resultados de la búsqueda.

AUTOR	AÑO	REGIÓN CORPORAL	TIPO DE ESTUDIO	DEPORTE	FACTORES DE RIESGO	SINOPSIS
Hjelm et al. (28)	2012	Todo el cuerpo	Estudio prospectivo	Tenis	Profundiza en su estudio	Estudio realizado sobre una muestra de 55 tenistas juveniles (20 mujeres). Registraron la presencia de posibles factores de riesgo al inicio y siguieron durante dos años a los jugadores en busca de lesiones (dividiéndolos posteriormente en lesionados y no lesionados). Los resultados fueron presentados en forma de <i>Odds Ratio</i> . Encontraron que la presencia de una lesión previa es factor de riesgo de una nueva lesión (sin importar la localización). En cuanto a miembro superior, encontraron una relación inversamente proporcional entre el número de años de práctica deportiva y el riesgo de lesión (a menos años, más riesgo). Sin embargo, esta relación debe tomarse con cuidado al estar basada en una <i>Odds Ratio</i> cuyo intervalo de confianza incluye a la unidad.
Oosterhoff et al. (29)	2019	Todo el cuerpo	Revisión sistemática	Tenis	Profundiza en su estudio	Revisión sistemática sobre factores de riesgo de lesión en tenistas juveniles de alto nivel. La práctica totalidad de los factores de riesgo que recoge provienen del estudio de Hjelm et al. (28). El nivel de evidencia de la mayoría de los estudios incluidos es limitado.
Abrams et al. (30)	2011	Todo el cuerpo	Revisión narrativa	Tenis	Profundiza en su estudio	Revisión narrativa que analiza las diferencias biomecánicas existentes entre los servicios planos, liftados y cortados. Además de recalcar el papel de la fase de preparación tardía en el desarrollo de pinzamientos, destacan la importancia que tienen en cuanto al desarrollo de lesiones otras dos fases. En primer lugar, la fase de aceleración temprana, durante la cual las fuerzas soportadas por el miembro superior alcanzan su nivel máximo. En segundo lugar, la fase de seguimiento, en la cual los músculos del manguito actúan frenando el movimiento mediante su contracción excéntrica. También recomiendan, basándose en la opinión de expertos, el uso del servicio cortado en los jugadores que se estén recuperando de una lesión debido a las menores demandas físicas que éste acarrea.

Ellenbecker et al. (6)	2020	Todo el cuerpo	Revisión narrativa	Deporte <i>overhead</i>	Profundiza en su estudio	Revisión narrativa que aborda el estudio de la cadena cinética en el golpe servicio y en otros deportes de lanzamiento. Resalta la importancia de los miembros inferiores en la generación de fuerzas al servicio.
Fu et al. (20)	2018	Todo el cuerpo	Revisión narrativa	Tenis	Sólo los menciona	Revisión narrativa centrada en el estudio de la epidemiología de las lesiones en el tenis. Evidencia la gran dificultad que presenta su análisis debido a la falta de consenso conceptual y disparidad existente en la recogida, evaluación y reporte de datos entre los distintos estudios.
Martin et al. (31)	2014	Miembro superior	Estudio prospectivo	Tenis	Profundiza en su estudio	Estudio realizado en 19 tenistas de alto nivel. Registraron, durante la ejecución de 5 servicios planos, la calidad de la cadena cinética en los distintos jugadores. Posteriormente, siguieron durante dos temporadas a los jugadores en busca de lesiones (dividiéndolos en lesionados y no lesionados). Encontraron que, frente a los jugadores lesionados, los jugadores no lesionados habían presentado una cadena cinética de mayor calidad durante el análisis inicial, con mejor transferencia de energía entre segmentos y menores tasas de absorción de la misma por hombro y codo. Además, encontraron que una cadena cinética de mayor calidad se correlacionaba con mayores velocidades de bola.
Pozzi et al. (32)	2020	Miembro superior	Revisión sistemática y metaanálisis	Deporte <i>overhead</i>	Profundiza en su estudio	Estudio que analiza la influencia del rango de movimiento de hombro en pretemporada en el desarrollo de lesiones de hombro y codo durante la temporada en el deportista <i>overhead</i> . En lo referente al tenis, incluye el estudio prospectivo de Hjelm et al. (28) que no es capaz de demostrar que éste sea un factor de riesgo.
Kekelekis et al. (33)	2020	Miembro superior	Revisión sistemática	Tenis	Profundiza en su estudio	Revisión sistemática sobre factores de riesgo de lesión de miembro superior en el tenis. Concluye que el juego prolongado, la discinesia escapular, las alteraciones en las propiedades rotacionales del hombro, la técnica y el nivel de juego son factores de riesgo de lesión de miembro superior en el tenis. No es capaz de demostrar que la edad, las lesiones previas o las distintas superficies de juego también lo sean. El nivel de evidencia de la mayoría de los estudios incluidos es limitado.

Chung et al. (15)	2017	Miembro superior	Revisión narrativa	Tenis	Sólo los menciona	Revisión narrativa de carácter general acerca de las lesiones de miembro superior en el tenista. Además de mencionar los factores de riesgo de lesión, expone las alternativas diagnósticas y terapéuticas disponibles.
Patel et al. (11)	2020	Miembro superior	Revisión narrativa	Tenis	Sólo los menciona	Revisión narrativa, con foco en la radiología, acerca de las lesiones por sobreuso de miembro superior en el tenista. Además de mencionar los factores de riesgo de lesión, expone las alternativas diagnósticas y terapéuticas disponibles.
Rich et al. (34)	2016	Hombro	Ensayo clínico	Tenis	Profundiza en su estudio	Estudio realizado en 19 tenistas universitarios. Los participantes fueron aleatorizados por bloques en 2 grupos: grupo experimental y grupo control. El grupo experimental fue sometido a un protocolo de fatiga (mediante la realización de golpes de servicio) mientras que el grupo control descansó. Se midió la <i>upward rotation</i> escapular en 4 posiciones distintas: reposo y 60, 90 y 120 grados de elevación glenohumeral activa en el plano escapular. Estas medidas se repitieron en 5 tiempos: pre-fatiga, post-fatiga, a las 24h, a las 48h y a las 72h. Se encontró una disminución de la <i>upward rotation</i> escapular post-fatiga en el grupo experimental para las 4 posiciones de medida. Sin embargo, esta diferencia desapareció en la medición realizada a las 24h del ejercicio (la recuperación se produjo dentro de ese período).
Martin et al. (35)	2016	Hombro	Estudio experimental	Tenis	Profundiza en su estudio	Ocho jugadores de nivel avanzado conforman la muestra de este estudio. Todos ellos fueron sometidos a un partido de 3h de duración durante el cual se midieron las propiedades rotacionales del hombro en el minuto 0' (previo al inicio del partido) y, a partir de ahí, cada 30' hasta el minuto 180' (inmediatamente después del final del partido). Los rangos de movimiento de rotación interna y total disminuyen progresivamente hasta cifras de -20,8 grados y -24,6 grados respectivamente al final del partido (minuto 180'). Sin embargo, no encontraron cambios significativos en el rango de movimiento de rotación externa.
Tooth et al. (36)	2020	Hombro	Revisión sistemática	Deporte <i>overhead</i>	Profundiza en su estudio	Revisión sistemática centrada en el estudio de los factores de riesgo de lesión por sobreuso de hombro en el deportista <i>overhead</i> . En lo referente al tenis, recoge los factores de riesgo hallados en el estudio prospectivo de Hjelm et al. (28).

Challoumas et al. (37)	2017	Hombro	Revisión sistemática	Deporte <i>overhead</i>	Profundiza en su estudio	En lo referente al tenis, incluye un estudio transversal (Young et al. (38)) que aborda el estudio de la atrofia del infraespinoso (<i>IA</i>) a partir de una muestra de 125 tenistas profesionales (todas ellas mujeres). La prevalencia de <i>IA</i> hallada fue del 52%. Asimismo, encontraron una mayor asociación a <i>GIRD</i> , debilidad en la rotación externa y pinzamiento subacromial en las jugadoras con <i>IA</i> (26%, 11% y 32% respectivamente) frente a las jugadoras sin <i>IA</i> (15%, 0% y 12% respectivamente).
DeFroda et al. (39)	2018	Hombro	Revisión narrativa	Deporte <i>overhead</i>	Profundiza en su estudio	En lo referente al tenis, incluye un estudio transversal (Lädermann et al. (40)) que aborda el estudio de las lesiones de hombro a partir de una muestra de 10 tenistas de nivel intermedio-avanzado todos ellos asintomáticos. La prevalencia hallada fue de 6/10 para lesiones del manguito rotador y 5/10 para lesiones del labrum. Asimismo, detectaron la presencia de varios pinzamientos durante la realización de diferentes golpes: anterosuperior interno (2/10), subacromial anterior (3/10), subacromial lateral (4/10) y posterosuperior interno (7/10) durante la fase de preparación tardía del golpe de servicio.
Alrabaa et al. (16)	2020	Hombro	Revisión narrativa	Tenis	Sólo los menciona	Revisión narrativa de carácter general acerca de las lesiones de manguito rotador en el tenista. Además de mencionar los factores de riesgo de lesión, expone las alternativas diagnósticas y terapéuticas disponibles.
Saini et al. (41)	2020	Hombro	Revisión narrativa	Tenis	Sólo los menciona	Revisión narrativa de carácter general acerca de la discinesia escapular. Además de aportar una explicación biomecánica del problema, expone las alternativas diagnósticas y terapéuticas disponibles.

Rossi et al. (42)	2014	Codo	Estudio experimental	Tenis	Profundiza en su estudio	Estudio realizado sobre una muestra de 8 jugadores de nivel intermedio-avanzado. Cada uno de ellos realizó varios golpes de derecha sobre un objetivo. El proceso se repitió con 3 raquetas que constaban de 3 tamaños de <i>grip</i> diferentes (pequeño, intermedio y grande). Se registró la fuerza de agarre aplicada para cada raqueta observando una relación en U entre el tamaño del <i>grip</i> y la fuerza aplicada: la fuerza de agarre aplicada disminuía al utilizar el tamaño intermedio mientras que aumentaba al utilizar tanto el tamaño pequeño como el grande. Posteriormente, se aplicó un protocolo de fatiga tras el cual se mantuvieron estas diferencias (llegando incluso a empeorar en el caso del tamaño de <i>grip</i> grande). Asimismo, se vio que esta relación en U también se cumplía en músculos epicondíleos (a priori extensores) como el primer y el segundo radial externo.
Heales et al. (43)	2016	Codo	Revisión sistemática	Tenis	Profundiza en su estudio	Revisión sistemática acerca de la actividad muscular del antebrazo en la epicondilitis lateral. Con relación al tenis, evalúa dos estudios centrados en el análisis de los patrones electromiográficos obtenidos durante la ejecución de determinados golpes de tenis. En uno de ellos, Bauer et al. se centraron en el golpe de volea de revés (44). En el otro, Kelley et al. lo hicieron en el golpe de revés de fondo a una mano (45). El resultado encontrado fue una mayor y más temprana actividad de los músculos del antebrazo (incluyendo epitrocleares) en los pacientes con epicondilitis lateral frente a los controles libres de esta condición.

9. DISCUSIÓN

9.1. ESTUDIO DE LOS FACTORES DE RIESGO

Para cualquier patología, el estudio de sus factores de riesgo resulta una tarea complicada. En 2011, Gutiérrez García et al. publicaron una revisión bibliográfica sobre la patología del tenis en la que detectaron que el número de artículos dedicados al estudio de sus factores de riesgo era muy escaso (24). Diez años después, tras revisar la literatura más reciente, todo apunta a que esta situación no ha cambiado mucho. Además, la evidencia que aportan los pocos estudios de los que se dispone es limitada.

Por otra parte, y aunque la amplia variedad de unidades de medida diferentes utilizadas en los estudios epidemiológicos ha llevado a la publicación en el 2009 de un documento de consenso con el objetivo de crear definiciones sólidas de lesión y unificar criterios a la hora del reporte y análisis de datos (21), la comparación de incidencias y el análisis de la importancia de los posibles factores de riesgo implicados sigue siendo muy difícil, siendo necesario establecer un mayor grado de consenso en el diseño, la recogida, análisis y reporte de los datos epidemiológicos y el estudio de factores de riesgo.

Para esta revisión sistemática, fueron seleccionados diecinueve artículos (6,11,15,16,20,28–37,39,41–43). Catorce de ellos son revisiones (narrativas, sistemáticas y metaanálisis) que aportan información relevante para el estudio de los factores de riesgo, tanto en forma de referencia como de análisis global o específico de algún factor de riesgo en particular (6,11,15,16,20,29,30,32,33,36,37,39,41,43). Asimismo, también se incluyeron un ensayo clínico (34), dos artículos con seguimiento prospectivo y grupos comparativos (28,31) y dos estudios experimentales que serán desarrollados más adelante (35,42).

De entre las revisiones incluidas, dos de ellas son revisiones sistemáticas centradas en el estudio de los factores de riesgo de las lesiones en el tenis. En una de ellas, Kekelekis et al. se centran en el estudio de los factores de riesgo para lesiones de miembro superior a través del análisis de veinte artículos cuyo nivel de evidencia es equiparable al de los artículos incluidos en el presente trabajo, con la diferencia de que no incluye revisiones (33). Concluyeron que el juego prolongado, la discinesia escapular, las alteraciones en las propiedades rotacionales del hombro, la técnica y el nivel de juego son factores de riesgo de lesión de miembro superior en el tenis. No fueron capaces de demostrar que la edad, las lesiones previas o las distintas superficies de juego también lo sean. A pesar de las limitaciones originadas por la limitada evidencia predominante en las investigaciones relativas a las lesiones en el tenis, varios de los factores de riesgo que detectan son concordantes con la hipótesis que da lugar a la realización este trabajo. En la otra, Oosterhoff et al. estudian los factores de riesgo de lesión en el tenista sin limitarse a ninguna región corporal en concreto (29). Sin embargo, sí establecen una limitación por edad, acotando el estudio a los deportistas juveniles. Esta segunda revisión analiza cinco artículos, lo que lleva a pensar que la evidencia disponible para este grupo etario es cuantitativamente limitada. Pese a incluir estos cinco artículos, cinco de los seis factores de riesgo que proponen provienen de un mismo estudio. Dicho estudio es citado de forma reiterada en la literatura (32,36). En él, Hjelm et al. siguieron durante dos años a 55 tenistas juveniles (entre los que se incluían 20 mujeres) en busca de lesiones, para posteriormente dividirlos en dos grupos: lesionados y no lesionados (28). Los resultados fueron presentados en forma de *Odds Ratio*. Detectaron que la presencia de una lesión previa es factor de riesgo de una nueva lesión (sin importar la localización). En cuanto a miembro superior, encontraron una relación inversamente proporcional entre el número de años de práctica deportiva y el riesgo de lesión

(a menos años, más riesgo). Este hallazgo iría de nuevo en concordancia con la hipótesis de que la inexperiencia constituye un factor de riesgo para lesiones por sobreuso de hombro y codo en el tenista. Sin embargo, la significancia de esta relación debe tomarse con cuidado al estar basada en una *Odds Ratio* cuyo intervalo de confianza incluye a la unidad.

9.2. LA RELEVANCIA DE LA CADENA CINÉTICA

Uno de los conceptos más frecuentemente abordados en la literatura es la cadena cinética. Además de ser mencionada de manera muy superficial por la mayoría de estudios, dos de los artículos incluidos en este trabajo se centran en la misma (6,41). En ambos trabajos se cita a dos autores, Kibler y Elliot, responsables de sentar las bases del concepto de cadena cinética aplicado al tenis. La cadena cinética no es más que un fenómeno de reacción en cadena en el que cada segmento corporal recibe, potencia y transfiere fuerzas desde y hacia los segmentos adyacentes. Si uno de estos segmentos falla, los restantes deben sobreesforzarse de manera compensatoria para conseguir el mismo resultado que se obtendría si todos los segmentos de la cadena funcionasen correctamente. En concreto, Kibler calculó que el 54% de la fuerza total generada durante el servicio proviene de la transferencia de piernas, caderas y tronco. Por su parte, Elliot et al. estudiaron la dinámica de servicio en 20 jugadores (varones y mujeres) profesionales durante los juegos olímpicos de Sydney 2000, mediante la aplicación de modelos matemáticos a grabaciones tomadas durante la competición (8). Dividieron a los jugadores en dos grupos: jugadores con más (14,7 grados) y con menos (7.6 grados) flexión de rodilla anterior durante la fase de preparación del servicio. Encontraron que el grupo de jugadores con una menor flexión experimentaba mayores torques y fuerzas sobre el hombro (de rotación interna) y el codo (en valgo) que los jugadores con mayor flexión, cuando ambos se encontraban con el brazo en máxima rotación externa durante la fase de preparación tardía del servicio. Este estudio evidencia que, para alcanzar un servicio efectivo, los jugadores con menor/peor flexión de rodillas (segmento más proximal de la cadena cinética) necesitan sobreesforzar el miembro superior (segmento más distal de la cadena cinética) de manera compensatoria. Mientras tanto, los jugadores con mayor/mejor flexión de rodillas reducen las cargas a las que se ve sometido su miembro superior al no precisar tal compensación. Este estudio, aunque no demuestra directamente que una cadena cinética de peor calidad sea una causa de lesiones en los tenistas, sí demuestra que los tenistas que hacen un peor uso de la cadena cinética someten a sus hombros y codos a mayores cargas y estreses. Es razonable pensar que la repetición continuada en el tiempo de este defecto técnico pueda favorecer el desarrollo de lesiones.

Mucho más reciente es el estudio de Martin et al., que estudiaron la eficiencia de la cadena cinética en 19 tenistas de alto nivel (31). Registraron la calidad de la cadena cinética de los jugadores durante la ejecución de 5 servicios planos mediante la colocación de marcas reflectivas en posiciones anatómicas seleccionadas, para su posterior grabación y análisis mediante modelos matemáticos. Siguió durante dos temporadas a los jugadores en busca de lesiones, dividiéndolos en dos grupos en función de este parámetro: lesionados y no lesionados. Encontraron que, frente a los jugadores lesionados, los jugadores no lesionados habían presentado una cadena cinética de mayor calidad durante el análisis inicial, con mejor transferencia de energía entre segmentos y menores tasas de absorción de esta por hombro y codo. Además, encontraron que una cadena cinética de mayor calidad se correlacionaba con mayores velocidades de bola. A pesar de no contar con el máximo nivel de evidencia, este estudio sí pretendía asociar directamente un defecto técnico a un mayor riesgo de lesión en el tenista; sin embargo, el aumento de lesiones en el grupo de jugadores con peor cadena cinética no puede explicarse exclusivamente en base a este motivo.

Si bien los estudios previamente comentados no comparan la calidad de la cadena cinética entre jugadores con distinto nivel de juego o experiencia, es razonable pensar que las diferencias previamente comentadas se verían agravadas cuanto más inexperto sea el deportista. Aunque no existan estudios con el máximo nivel de evidencia que establezcan que el uso de una cadena cinética de baja calidad al servicio sea un factor de riesgo, toda la información disponible orienta en dicha dirección. La cadena cinética ha sido estudiada también en otros deportes como el béisbol, habiéndose hallado de nuevo evidencias que apuntan en la misma dirección (6). Desde el punto de vista de la medicina deportiva, parece adecuado recomendar a los tenistas el uso de una cadena cinética de calidad que aproveche el almacenamiento de energía en miembros inferiores (mediante la flexión de rodillas) durante la fase de preparación tardía del servicio, disminuyendo así las demandas físicas requeridas al miembro superior en las fases sucesivas. Desde nuestro punto de vista sería interesante una comparación directa entre jugadores profesionales o experimentados y jugadores aficionados o inexpertos para poder contrastar esta hipótesis.

Además de comprender el funcionamiento óptimo de la cadena cinética aplicada al golpe de servicio, sería de gran interés también el comprender su funcionamiento cuando ésta se aplica a otros golpes fundamentales del tenis como son la derecha o el revés. Sin embargo, las dos revisiones que abordan el estudio de la cadena cinética se centran exclusivamente en el servicio. El servicio es el único golpe que depende en exclusiva del jugador que lo ejecuta, al ser el único que se inicia desde un estado estático. Este hecho facilita mucho su estudio, lo que podría explicar su predominancia en la literatura.

En relación con el estudio de la cadena cinética aplicada a más golpes, en múltiples textos se hace referencia de nuevo al artículo de Elliot et al. (8) para argumentar que la epicondilitis medial se asocia a defectos técnicos avanzados durante los golpes de servicio o derecha, como ejecutar el golpe con el cuerpo en posición abierta, realizar un gesto de preparación corto o quebrar en exceso la muñeca (11,15). Sin embargo, tras la lectura a texto completo de dicho artículo no hemos podido encontrar la base que sustenta tales argumentaciones, pues se centra en exclusiva en el golpe del servicio; por lo que cabe pensar que existe un vacío en cuanto al estudio de la influencia que ésta puede tener en el resto de golpes del tenis (fundamentalmente en la derecha y al revés). En base a los resultados obtenidos en el servicio, se podría hipotetizar que una actuación sinérgica y coordinada de los distintos segmentos corporales repartiría las cargas biomecánicas, evitando sobrecargas y previniendo el desarrollo de lesiones con el resto de golpes. De igual manera, consideramos que se debería estudiar la cadena cinética de manera focal, centrándose en el miembro superior; con el objetivo de conocer las relaciones existentes entre hombro, codo y muñeca. Por ejemplo, la adopción de una determinada empuñadura para el golpe de derecha podría modificar por completo la dinámica de golpeo repercutiendo, además de en la muñeca, en el codo y el hombro.

En este sentido, trabajos ya clásicos como el de Priest et al., en el que se evaluaron a 2633 tenistas aficionados, referencian una mayor incidencia de lesiones de hombro (+63%) en los deportistas con historia de codo de tenista frente a los deportistas sin ella (46). Investigaciones más recientes como la de Young et al. (38), tras estudiar una muestra de 125 tenistas profesionales (todas mujeres), encontraron una mayor asociación a GIRD, debilidad en la rotación externa y pinzamiento subacromial en las jugadoras con IA (26%, 11% y 32% respectivamente) frente a las jugadoras sin IA (15%, 0% y 12% respectivamente). Por su parte, Hjelm et al. siguieron a 55 tenistas juveniles durante dos años en busca de lesiones, encontrando que la presencia de una lesión previa es factor de riesgo de una nueva lesión sin importar la localización (28).

A pesar de todos estos hallazgos, y como se mencionó previamente, consideramos que las relaciones biomecánicas entre los distintos segmentos corporales deben ser estudiadas en mayor profundidad para poder entender al completo la relevancia que la cadena cinética tiene en el desarrollo de lesiones asociadas al deporte del tenis.

9.3. LOS EFECTOS DE LA FATIGA

El tenis es un deporte de gran demanda física, tanto anaeróbica como aeróbica, de forma que la sensación de fatiga y el agotamiento suele estar presente en algún momento de su práctica. Los efectos que la fatiga pudiese ejercer sobre el desarrollo de lesiones han sido estudiados por diferentes autores. Kekelekis et al. concluyeron que la práctica prolongada es un factor de riesgo para el desarrollo de lesiones de miembro superior en el tenista (33). De todos los factores de riesgo evaluados en su revisión, éste es el que se ve sustentado por un mayor número de estudios. En este mismo sentido, Rich et al. analizaron en un ensayo clínico efectuado en 19 tenistas universitarios las alteraciones que produce en la dinámica escapular la práctica prolongada del tenis (34). Los participantes fueron aleatorizados por bloques en 2 grupos: un grupo experimental y un grupo control. El grupo experimental fue sometido a un protocolo de fatiga (mediante la realización de golpes de servicio) mientras que el grupo control descansó. Se midió la *upward rotation* escapular en 4 posiciones distintas: reposo y 60, 90 y 120 grados de elevación glenohumeral activa en el plano escapular. Estas medidas se repitieron en 5 tiempos: pre-fatiga, post-fatiga, a las 24h, a las 48h y a las 72h. Los autores encontraron una disminución de la *upward rotation* escapular post-fatiga en el grupo experimental para las 4 posiciones de medida. Sin embargo, esta diferencia desapareció en la medición realizada a las 24h tras el ejercicio, indicando que la recuperación se produjo dentro de ese período. Los autores destacaron que esta discinesia escapular producida por la fatiga podría resultar clínicamente relevante para los tenistas ya que las diferencias de entre 2 y 4 grados encontradas entre las mediciones pre-fatiga y post-fatiga se asocian con el desarrollo de pinzamientos subacromiales que pueden acabar derivando en lesiones del manguito rotador. Debido a que la recuperación completa de la correcta dinámica escapular se produjo dentro de las primeras 24h, todo orienta a que, en este caso, se trataba de una alteración aguda. Un mejor conocimiento de la relación discinesia escapular/tiempo durante la práctica del tenis, así como de los tiempos de recuperación de la función basal, podría ayudar a jugadores y técnicos a dosificar los tiempos de juego y descanso con el objetivo de prevenir esta alteración pro-patológica; especialmente en el caso de los jugadores principiantes, cuyos cuerpos todavía no se han podido adaptar a las exigencias del deporte que practican.

Por otro lado, Martin et al. estudiaron el efecto que puede ejercer la fatiga sobre las propiedades rotacionales del hombro (35). Realizaron un estudio experimental en una muestra de 8 jugadores de nivel avanzado. Todos ellos fueron sometidos a un partido de 3h de duración durante el cual se midieron las propiedades rotacionales del hombro en el minuto 0' (previo al inicio del partido) y, a partir de ahí, cada 30' hasta el minuto 180' (inmediatamente después del final del partido). Los rangos de movimiento de rotación interna y total disminuyeron progresivamente hasta cifras de -20,8 grados y -24,6 grados respectivamente al final del partido (minuto 180'). Sin embargo, no encontraron cambios significativos en el rango de movimiento de rotación externa. Como fue previamente mencionado en la introducción, el tenista contrae de manera excéntrica los músculos del manguito rotador con el objetivo de frenar el movimiento durante la fase de seguimiento de golpes como la derecha o el servicio. Esta acción repercute también sobre la cápsula generando una contractura posterior de la misma que condiciona un desplazamiento posterosuperior de la cabeza humeral, facilitando así los pinzamientos entre

troquíter y labrum. Esta contractura capsular posterior se manifiesta a través de un déficit de rotación interna glenohumeral (*GIRD*) como el referenciado por Martin et al. en su estudio.

De nuevo, parece que la fatiga podría alterar de forma aguda la dinámica de la articulación del hombro dando lugar a situaciones pro-patológicas. En este sentido se ha visto que es relativamente frecuente que deportistas que hayan practicado deportes de lanzamiento (como el béisbol) desde una temprana edad presenten una retroversión de la cabeza humeral superior a la media en edad adulta (26). Esta condición conlleva un aumento en el rango de rotación externa (fundamental para poder generar altas velocidades de bola durante la fase de preparación de los golpes) con una disminución simétrica en el rango de rotación interna. Esta retroversión consigue alejar el troquíter del labrum dificultando su contacto, y por tanto, se piensa que podría ser un fenómeno adaptativo que proteja de lesiones por pinzamiento del labrum y del manguito rotador (26).

Un mejor conocimiento de la relación disminución en la rotación interna/tiempo durante la práctica del tenis, así como de los tiempos de recuperación de la función basal, podría ayudar a jugadores y técnicos a dosificar los tiempos de juego y descanso con el objetivo de prevenir esta alteración pro-patológica; especialmente en el caso de los jugadores principiantes, cuyos cuerpos todavía no se han podido adaptar a las exigencias del deporte que practican. Además, sería interesante comparar el grado de pinzamiento que condiciona la pérdida de rotación interna entre jugadores de larga trayectoria (o que se hayan iniciado en la niñez) y jugadores noveles (o que se hayan iniciado en la edad adulta). Sería razonable pensar que los hombros más inadaptados del segundo grupo fuesen a sufrir más. Por ello, se debería recomendar una práctica deportiva progresiva en su exigencia.

9.4. MOMENTO Y PUNTO DE IMPACTO, FUERZA DE AGARRE Y GRIP

En un estudio ya clásico Wei et al., estudiaron los patrones electromiográficos en dos grupos de 24 tenistas, uno formado por principiantes y otro constituido por jugadores experimentados (47). A pesar de que los jugadores experimentados conseguían impactos de bola mucho más potentes, sólo transmitían hasta el 11.8% del impacto al codo. Frente a ellos, los principiantes realizaban peores golpes transmitiendo hasta el 38.2% del impacto al codo. La explicación propuesta se basó en una diferencia electromiográfica hallada entre ambos grupos en la fase de seguimiento del golpeo. Las electromiografías del grupo experimentado mostraron una amplia reducción (de hasta el 50%) de la contracción voluntaria máxima tanto de flexores como extensores en esta fase con respecto a las anteriores. Mientras tanto, el grupo de principiantes se mantuvo en valores similares a las fases previas. Los autores propusieron que la reducción en la fuerza de agarre observada en el grupo experimentado durante la fase de seguimiento podría actuar como protectora de los músculos del antebrazo al disminuir la transmisión de vibraciones a los mismos, lo que iría a favor de que una técnica correcta podría ayudar a prevenir el desarrollo de lesiones en el tenista.

En este mismo sentido, en una revisión sistemática acerca de la actividad muscular del antebrazo en la epicondilitis lateral (43), se evalúan dos estudios centrados en el análisis de los patrones electromiográficos obtenidos durante la ejecución de determinados golpes de tenis. En uno de ellos, Bauer et al. se centraron en el golpe de volea de revés (44). En el otro, Kelley et al. lo hicieron en el golpe de revés de fondo a una mano (45). El resultado encontrado fue una mayor y más temprana actividad de los músculos del antebrazo (incluyendo epitrocleares) en los pacientes con epicondilitis lateral frente a los controles libres de esta condición. Sin embargo, como comentan Heales et al. (43), no es posible determinar si esta mayor activación es causa o consecuencia de la epicondilitis lateral. Los autores señalan que la existencia de una

peor propiocepción por parte del grupo lesionado, la influencia del dolor (pudiendo causar sesgos en la medición), la realización por parte del grupo lesionado de una mayor fuerza de agarre que, asociada a golpes alejados del centro de la raqueta, podrían ser factores implicados en una mayor transmisión de vibraciones mecánicas al epicóndilo.

En el trabajo de Kelley et al. resulta llamativo el hecho de que mientras que los jugadores del grupo control provenían del tenis profesional o del tenis universitario estadounidense de primer nivel, los jugadores del grupo lesionado eran en su mayoría jugadores aficionados, lo que podría explicar una mayor incidencia de lesiones epicondiliares en este grupo al golpear la bola consistentemente fuera del centro de la raqueta (5 de 8 individuos).

En este mismo sentido, Riek et al. estudiaron mediante un modelo matemático las diferencias existentes entre tenistas con distinto nivel de juego y experiencia en lo relativo a la acción del segundo radial externo durante el golpe de revés (48). Los autores encontraron diferencias en cuanto al tiempo en el que se producía el pico de fuerza (en los jugadores experimentados tenía lugar en los momentos previos al impacto mientras que en los principiantes prácticamente coincidía de manera simultánea con éste) y observaron que los jugadores experimentados presentaban menor flexión y desviación cubital de muñeca en el momento previo al impacto. La suma de estos dos factores permitiría que el segundo radial externo llegase en unas condiciones óptimas al momento del impacto permitiéndole afrontar de la mejor manera posible la contracción excéntrica producida por el impacto de la bola sobre la raqueta, disminuyendo así los potenciales daños ocasionados por ésta. Una activación más temprana haría que el músculo llegase más contraído y, por tanto, con una menor longitud, aumentando el riesgo de sufrir una lesión microtraumática acumulativa. De nuevo, parece que el uso de una correcta técnica podría tener un papel relevante en la prevención de lesiones.

En una investigación más reciente, Rossi et al. estudiaron la influencia del tamaño del *grip* sobre el desarrollo de epicondilitis lateral (42). El estudio fue realizado sobre una muestra de 8 jugadores de nivel intermedio-avanzado. Cada uno de ellos realizó varios golpes de derecha sobre un objetivo. El proceso se repitió con 3 raquetas que constaban de 3 tamaños de *grip* diferentes (pequeño, intermedio y grande). Se registró la fuerza de agarre aplicada para cada raqueta observando una relación en U entre el tamaño del *grip* y la fuerza aplicada: la fuerza de agarre aplicada disminuía al utilizar el tamaño intermedio mientras que aumentaba al utilizar tanto el tamaño pequeño como el grande. Posteriormente, se aplicó un protocolo de fatiga tras el cual se mantuvieron estas diferencias (llegando incluso a empeorar en el caso del tamaño de *grip* grande). Asimismo, se vio que esta relación en U también estaba presente para músculos epicondileos como el primer y el segundo radial externo. Este estudio destaca por su singularidad al ser el único que estudia la relación entre la epicondilitis lateral y el golpe de derecha. Propone, por tanto, que el acto de agarre puede tener un papel predominante en el desarrollo de esta patología (frente a los otros defectos técnicos asociados al revés previamente comentados). Los autores calcularon una relación de 2:1 entre la magnitud de las fuerzas aplicadas por músculos extensores y flexores durante el mismo. Este hallazgo, a priori contraintuitivo, fue explicado de la siguiente manera: cuando los flexores de los dedos ejecutan el acto de agarre, inducen un momento flexor a nivel de la muñeca que necesita ser contrarrestado por los extensores de ésta.

Pese a las dudas existentes en torno a los factores de riesgo relacionados con la patología del codo, parece razonable recomendar el uso de un *grip* adecuado y la búsqueda de un perfeccionamiento en el golpeo que minimice la generación de vibraciones y, por tanto, de lesiones microtraumáticas epicondiliares.

9.5. OTROS FACTORES DE RIESGO

En la revisión narrativa sobre la inestabilidad de hombro en el deportista *overhead* de DeFroda et al. (39) se hace referencia a un estudio transversal que aborda el estudio de las lesiones de hombro en una muestra de 10 tenistas de nivel intermedio-avanzado (incluyendo a 1 mujer), todos ellos asintomáticos (40). La prevalencia lesional hallada fue de 6/10 para lesiones del manguito rotador y 5/10 para lesiones del labrum. Asimismo, los autores detectaron la presencia de varios tipos de pinzamientos (anterosuperior interno (2/10), subacromial anterior (3/10), subacromial lateral (4/10) y posterosuperior interno (7/10)) durante la fase de preparación tardía del golpe de servicio. Los hallazgos del estudio afianzan la idea de que en el servicio se generan fuerzas suprafisiológicas que afectan al miembro superior (7,8,15,16). En concreto, en la fase de preparación tardía del servicio, el hombro se encuentra en máxima rotación externa en abducción. Por ello, los autores proponen la realización de un gesto de servicio más compacto que dificulte el contacto entre el troquíter y el labrum posterosuperior. La elevada prevalencia de pinzamientos y lesiones en jugadores de estos niveles, todos ellos asintomáticos, crea dudas acerca de si son procesos realmente prevenibles mediante correcciones técnicas; o si, por el contrario, son simplemente el resultado inexorable de la práctica deportiva. En todo caso, la escasa muestra de jugadores estudiados no permite sacar más conclusiones al respecto. Se deberían realizar estudios sobre muestras más amplias que incluyan, además, a jugadores de todos los niveles con el objetivo de analizar el riesgo de pinzamientos que poseen cada golpe y sus variaciones.

En relación con ello, Abrams et al. realizaron una revisión narrativa con el objetivo de analizar las diferencias biomecánicas existentes entre los servicios planos, liftados y cortados (30). Además de recalcar el papel de la fase de preparación tardía en el desarrollo de pinzamientos, destacan la importancia que tienen en cuanto al desarrollo de lesiones otras dos fases. En primer lugar, la fase de aceleración temprana, durante la cual las fuerzas soportadas por el miembro superior alcanzan su nivel máximo. En segundo lugar, la fase de seguimiento, en la cual los músculos del manguito actúan frenando el movimiento mediante su contracción excéntrica. También recomiendan, basándose en la opinión de expertos, el uso del servicio cortado en los jugadores que se estén recuperando de una lesión debido a las menores demandas físicas que éste acarrea. Sin embargo, y de nuevo, parecen necesarios nuevos estudios para poder extraer conclusiones clínicas en este sentido.

10. LIMITACIONES

Desde el punto de vista de las limitaciones de este estudio, debemos destacar en primer lugar, la gran dificultad que presenta el análisis epidemiológico de las lesiones en el tenis debido a la falta de consenso conceptual y disparidad existente en la recogida, evaluación y reporte de datos entre los distintos estudios.

En segundo lugar, el reducido número de artículos focalizados en el estudio de factores de riesgo, lo que ha dificultado la posibilidad de sacar conclusiones significativamente diferentes a las ya existentes, ya que pocos artículos llegan a profundizar en su estudio. Además, se han realizado pocos estudios experimentales específicos y pocos ensayos clínicos y estudios longitudinales recientes que comparen las distintas variables etiopatogénicas y fisiopatológicas entre dos o más grupos a estudio.

11. CONCLUSIONES

Pese a las dificultades previamente mencionadas y al limitado nivel de evidencia en el que se sostienen las investigaciones existentes en este campo, todo orienta hacia el hecho de que poseer un bajo nivel de juego (en relación con la inexperiencia del jugador y los déficits técnicos que esto asocia) influye negativamente en el desarrollo de patología por sobreuso de hombro y codo en el tenista.

Múltiples investigaciones acerca de la cadena cinética, centradas sobre todo en el golpe de servicio, apuntan en esta dirección, planteando que cuanto menos apropiado biomecánicamente es el uso de ésta por el tenista, mayores son los estreses a los que se ve sometido el miembro superior. Por otra parte, un mayor nivel de juego suele ir asociado a una mejor preparación física; además de esto, los deportistas iniciados a edades tempranas sufren fenómenos adaptativos que modelan sus cuerpos a la práctica deportiva. Ambas condiciones podrían ayudar a los jugadores de mayor nivel a prevenir las situaciones pro-patológicas originadas por el desgaste o la fatiga.

Consideramos, no obstante, que es necesaria una mayor y mejor estructurada investigación epidemiológica, biomecánica y fisiopatológica que permita adquirir un mejor conocimiento acerca de la influencia del nivel de juego y los déficits técnicos en el desarrollo de este tipo de lesiones.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. International Tennis Federation. ITF - ITF Global Tennis Report 2019: Overview [Internet]. [cited 2021 Mar 26]. Available from: <http://itf.uberflip.com/i/1169625-itf-global-tennis-report-2019-overview/7?>
2. International Tennis Federation. ITF - ITF Global Tennis Report 2019: Nations L-Z [Internet]. [cited 2021 Mar 26]. Available from: <http://itf.uberflip.com/i/1169613-itf-global-tennis-report-2019-nations-l-z/0?>
3. Real Federación Española de Tenis. Memoria 2019 RFET. 2019; Available from: https://www.rfet.es/descargar/file-rfet-memorias/14_Adjunto/rfet-memoria-2019.pdf
4. Real Federación Española de Tenis. Campeonatos de España RFET [Internet]. 2018 [cited 2021 Mar 26]. Available from: <https://www.rfet.es/es/campeonatos-espana-noticias.html>
5. AS. Diez años del Isner-Mahut, el partido más largo de la historia - AS.com [Internet]. [cited 2021 Mar 26]. Available from: https://as.com/tenis/2020/06/23/wimbledon/1592893387_594909.html
6. Ellenbecker TS, Aoki R. Step by Step Guide to Understanding the Kinetic Chain Concept in the Overhead Athlete [Internet]. Vol. 13, Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. Springer; 2020 [cited 2021 Mar 22]. p. 155–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32172436/>
7. Fleisig G, Nicholls R, Elliott B, Escamilla R. Tennis: Kinematics used by world class tennis players to produce high-velocity serves. Sport Biomech [Internet]. 2003 Jan 1 [cited 2021 Mar 28];2(1):51–64. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14658245/>
8. Elliott B, Fleisig G, Nicholls R, Escamilla R. Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. J Sci Med Sport [Internet]. 2003 [cited 2021 Mar 28];6(1):76–87. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12801213/>
9. Clínica MAPFRE de Medicina del Tenis. Las lesiones en el Tenis y su prevención. 2015;
10. ATP. Tournaments | ATP Tour | Tennis [Internet]. [cited 2021 Mar 27]. Available from: <https://www.atptour.com/en/tournaments>
11. Patel H, Lala S, Helfner B, Wong TT. Tennis overuse injuries in the upper extremity [Internet]. Vol. 50, Skeletal Radiology. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2020 [cited 2021 Mar 22]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33009583/>
12. Dines JS, Bedi A, Williams PN, Dodson CC, Ellenbecker TS, Altchek DW, et al. Tennis Injuries. J Am Acad Orthop Surg [Internet]. 2015 Mar 26 [cited 2021 Mar 28];23(3):181–9. Available from: <http://journals.lww.com/00124635-201503000-00006>
13. Pluim BM, Clarsen B, Verhagen E. Injury rates in recreational tennis players do not differ between different playing surfaces. Br J Sports Med [Internet]. 2018 May 1 [cited 2021 Mar 28];52(9):611–5. Available from: <https://bjsm.bmj.com/content/52/9/611>
14. Johnson CD, McHugh MP. Performance demands of professional male tennis players. Br J Sports Med [Internet]. 2006 Aug [cited 2021 Mar 28];40(8):696–9. Available from: <https://pmc/articles/PMC2579459/>
15. Chung KC, Lark ME. Upper Extremity Injuries in Tennis Players: Diagnosis, Treatment, and Management [Internet]. Vol. 33, Hand Clinics. W.B. Saunders; 2017 [cited 2021 Mar 22]. p. 175–86. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27886833/>
16. Alrabaa RG, Lobao MH, Levine WN. Rotator Cuff Injuries in Tennis Players [Internet]. Vol. 13, Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. Springer; 2020 [cited 2021 Mar 22]. p. 734–47.

Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32827301/>

17. EmilioSanchezVicario's Blog. Las diferencias del Tenis actual con el de mí época | EmilioSanchezVicario's Blog [Internet]. [cited 2021 Mar 28]. Available from: <https://emiliosanchezvicario.wordpress.com/2010/02/01/las-diferencias-del-tenis-actual-con-el-de-mi-epoca/>
18. Tagliafico AS, Ameri P, Michaud J, Derchi LE, Sormani MP, Martinoli C. Wrist injuries in nonprofessional tennis players: Relationships with different grips. *Am J Sports Med* [Internet]. 2009 Apr [cited 2021 Mar 28];37(4):760–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19270188/>
19. Pluim BM, Staal JB, Windler GE, Jayanthi N. Tennis injuries: Occurrence, aetiology, and prevention [Internet]. Vol. 40, *British Journal of Sports Medicine*. British Association of Sport and Exercise Medicine; 2006 [cited 2021 Mar 28]. p. 415–23. Available from: <http://bjsm.bmj.com/>
20. Fu MC, Ellenbecker TS, Renstrom PA, Windler GS, Dines DM. Epidemiology of injuries in tennis players [Internet]. Vol. 11, *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. Humana Press Inc.; 2018 [cited 2021 Mar 22]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29340975/>
21. Pluim BM, Fuller CW, Batt ME, Chase L, Hainline B, Miller S, et al. Consensus statement on epidemiological studies of medical conditions in tennis, april 2009. *Clin J Sport Med*. 2009;19(6):445–50.
22. Maquirriain J, Baglione R. Epidemiology of tennis injuries: An eight-year review of Davis Cup retirements. *Eur J Sport Sci* [Internet]. 2016 Feb 17 [cited 2021 Mar 22];16(2):266–70. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25675134/>
23. Junge A, Engebretsen L, Mountjoy ML, Alonso JM, Renström PAFH, Aubry MJ, et al. Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. *Am J Sports Med* [Internet]. 2009 [cited 2021 Apr 2];37(11):2165–72. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19783812/>
24. Gutiérrez García D, Esparza Ros F. Lesiones en el tenis. Revisión bibliográfica. *Apunt Med l'Esport*. 2011;46(172):189–204.
25. McCurdie I, Smith S, Bell PH, Batt ME. Tennis injury data from the Championships, Wimbledon, from 2003 to 2012. *Br J Sports Med* [Internet]. 2017 Apr 1 [cited 2021 Mar 28];51(7):607–11. Available from: <http://bjsm.bmj.com/>
26. Antuña SA, Hasan SS. Patología del miembro superior en el deportista [Internet]. Vol. 2, *American Academy of Orthopaedic Surgeons y la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. 2013. 70 p. Available from: https://www.secot.es/uploads/descargas/publicaciones/monografias/monografias_2013/monografia_2013_2.pdf
27. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. Vol. 135, *Medicina Clínica*. 2010. p. 507–11.
28. Hjelm N, Werner S, Renstrom P. Injury risk factors in junior tennis players: A prospective 2-year study. *Scand J Med Sci Sport*. 2012;22(1):40–8.
29. Oosterhoff JHF, Gouttebarger V, Moen M, Staal JB, Kerkhoffs GMMJ, Tol JL, et al. Risk factors for musculoskeletal injuries in elite junior tennis players: a systematic review. *J Sports Sci* [Internet]. 2019 Jan 17 [cited 2021 Mar 22];37(2):131–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29912622/>
30. Abrams GD, Sheets AL, Andriacchi TP, Safran MR. Review of tennis serve motion analysis and the biomechanics of three serve types with implications for injury. *Sport Biomech*. 2011;10(4):378–90.

31. Martin C, Bideau B, Bideau N, Nicolas G, Delamarche P, Kulpa R. Energy flow analysis during the tennis serve: Comparison between injured and noninjured tennis players. *Am J Sports Med.* 2014;42(11):2751–60.
32. Pozzi F, Plummer HA, Shanley E, Thigpen CA, Bauer C, Wilson ML, et al. Preseason shoulder range of motion screening and in-season risk of shoulder and elbow injuries in overhead athletes: Systematic review and meta-analysis [Internet]. Vol. 54, *British Journal of Sports Medicine*. BMJ Publishing Group; 2020 [cited 2021 Mar 22]. p. 1019–27. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31937577/>
33. Kekelekis A, Nikolaidis PT, Moore IS, Rosemann T, Knechtle B. Risk factors for upper limb injury in tennis players: A systematic review [Internet]. Vol. 17, *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI AG; 2020 [cited 2021 Mar 22]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32316156/>
34. Rich RL, Struminger AH, Tucker WS, Munkasy BA, Joyner AB, Buckley TA. Scapular upward-rotation deficits after acute fatigue in tennis players. *J Athl Train.* 2016;51(6):474–9.
35. Martin C, Kulpa R, Ezanno F, Delamarche P, Bideau B. Influence of Playing a Prolonged Tennis Match on Shoulder Internal Range of Motion. *Am J Sports Med.* 2016;44(8):2147–51.
36. Tooth C, Gofflot A, Schwartz C, Croisier JL, Beaudart C, Bruyère O, et al. Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review [Internet]. Vol. 12, *Sports Health*. SAGE Publications Inc.; 2020 [cited 2021 Mar 22]. p. 478–87. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32758080/>
37. Challoumas D, Dimitrakakis G. Insights into the epidemiology, aetiology and associations of infraspinatus atrophy in overhead athletes: a systematic review [Internet]. Vol. 16, *Sports Biomechanics*. Routledge; 2017 [cited 2021 Mar 22]. p. 325–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28555532/>
38. Young SW, Dakic J, Stroia K, Nguyen ML, Harris AHS, Safran MR. High Incidence of Infraspinatus Muscle Atrophy in Elite Professional Female Tennis Players. *Am J Sports Med* [Internet]. 2015 Aug 4 [cited 2021 Apr 21];43(8):1989–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26078449/>
39. Defroda SF, Goyal D, Patel N, Gupta N, Mulcahey MK. Shoulder instability in the overhead athlete. *Curr Sports Med Rep* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2021 Mar 22];17(9):308–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30204635/>
40. Lädermann A, Chagué S, Kolo FC, Charbonnier C. Kinematics of the shoulder joint in tennis players. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2016 Jan 1 [cited 2021 Apr 21];19(1):56–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25481481/>
41. Saini SS, Shah SS, Curtis AS. Scapular Dyskinesis and the Kinetic Chain: Recognizing Dysfunction and Treating Injury in the Tennis Athlete [Internet]. Vol. 13, *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. Springer; 2020 [cited 2021 Mar 22]. p. 748–56. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32827302/>
42. Rossi J, Vigouroux L, Barla C, Berton E. Potential effects of racket grip size on lateral epicondylalgia risks. *Scand J Med Sci Sport.* 2014;24(6):e462–470.
43. Heales LJ, Bergin MJG, Vicenzino B, Hodges PW. Forearm Muscle Activity in Lateral Epicondylalgia: A Systematic Review with Quantitative Analysis [Internet]. Vol. 46, *Sports Medicine*. Springer International Publishing; 2016 [cited 2021 Mar 22]. p. 1833–45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27106557/>
44. Bauer JA, Murray RD. Electromyographic patterns of individuals suffering from lateral tennis elbow. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 1999 Aug [cited 2021 Apr 21];9(4):245–52. Available

from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10437977/>

45. Kelley JD, Lombardo SJ, Pink M, Perry J, Giangarra CE. Electromyographic and Cinematographic Analysis of Elbow Function in Tennis Players with Lateral Epicondylitis. *Am J Sports Med* [Internet]. 1994 [cited 2021 Apr 25];22(3):359–63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8037277/>
46. Priest JD, Braden V, Goodwin Gerberich S. The elbow and tennis, Part 1: An analysis of players with and without pain. *Phys Sportsmed* [Internet]. 1980 [cited 2021 Apr 24];8(4):80–91. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27432709/>
47. Wei SH, Chiang JY, Shiang TY, Chang HY. Comparison of shock transmission and forearm electromyography between experienced and recreational tennis players during backhand strokes. *Clin J Sport Med*. 2006;16(2):129–35.
48. Riek S, Chapman AE, Milner T. A simulation of muscle force and internal kinematics of extensor carpi radialis brevis during backhand tennis stroke: Implications for injury. *Clin Biomech*. 1999;14(7):477–83.

13. AGRADECIMIENTOS

Me gustaría comenzar dando las gracias a mi tutor, el Dr. José Ramón Caeiro Rey, por varios motivos. En primer lugar, por acogerme y permitirme realizar este trabajo con él cuando estaba totalmente perdido en lo relativo a la planificación y realización del mismo. En segundo lugar, por ofrecerme la posibilidad de centrarlo en una temática que me apasiona desde muy pequeño. Finalmente, por la permanente disposición a ayudar y resolver mis dudas.

También quiero dar las gracias a mi padre por ayudarme con la parte informática del trabajo. Sin su ayuda, el camino hacia la comprensión del Word y el Excel hubiese sido mucho más tortuoso.

Por último, pero no menos importante, dar las gracias a mi madre y a mi tío Carlos por ser los pilares a los que aferrarse en los momentos de duda.

A todos, de nuevo, gracias.