

Lesiones en el tenis júnior y universitario. Revisión bibliográfica y propuesta práctica de prevención

Junior and university tennis injuries: Bibliographic review and practical proposal for prevention

ORIOL AMER-ORFILA

Escuela Universitaria de Salud y Deporte. Universidad de Girona. España

oriolamerorfila@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8479-0438>

JOSEP CAMPOS-RIUS

Escuela Universitaria de Salud y Deporte. Universidad de Girona. España

jcampos@euses.cat

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3730-879X>

Recibido: 05-05-2020. Aceptado: 27-09-2020.

Cómo citar / Citation: Amer-Orfila, O. y Campos-Rius, J. (2020). Lesiones en el tenis júnior y universitario. Revisión bibliográfica y propuesta práctica de prevención. *Ágora para la Educación Física y el Deporte*, 22, 267-295.

DOI: <https://doi.org/10.24197/aefd.0.2020.267-295>

Resumen. El objeto del presente estudio es analizar la bibliografía existente sobre las lesiones más comunes producidas en el tenis júnior y universitario con el fin de detectar las más frecuentes; se plantea, además, una propuesta práctica de prevención como respuesta a las nuevas patologías surgidas debido a la evolución del tenis caracterizado por el aumento de la fuerza y de la velocidad del juego.

Palabras clave. Tenis; tenis juvenil; lesiones deportivas; prevención de lesiones.

Abstract: The aim of this paper is the analysis of the existing literature related to the most common injuries in junior and university tennis in order to detect the most frequent. Furthermore, in response to the emergence of new pathologies arising from the evolution of the game of tennis characterized by increased strength and speed of play, a practical proposal for prevention is made.

Keywords: Tennis; junior tennis; sports injuries; injury prevention.

INTRODUCCIÓN

El tenis es uno de los deportes más populares en el mundo que atrae a personas de diferentes grupos de edad y con una participación elevada en los más de 200 países afiliados a la Federación Internacional de Tenis (ITF, 2.017). En los últimos años, según un estudio realizado por la Real Federación Española de Tenis (RFET) y MAPFRE (2015), la evolución del tenis se ha caracterizado por el aumento de la fuerza y la velocidad del juego, que han provocado la aparición de nuevas patologías y, en muchos casos, en edades muy tempranas antes no detectadas en estas categorías. Actualmente existen pocas investigaciones que combinen el estudio estadístico de las lesiones más comunes relativas al mundo del tenis y su propuesta práctica con ejercicios específicos de prevención, a excepción del estudio publicado por Ellenbecker, Pluim, Vivier, & Sniteman, (2009). En la revisión bibliográfica sobre las lesiones en el tenis realizada por Pluim, Staal, Windler & Jayanthi (2006), se encuentran pocas investigaciones que estudien la relación entre la incidencia lesiva y los factores de riesgo, así como propuestas de programas de prevención de dichas lesiones. Además, diversos autores (Bylak & Hutchinson, 1998; Niederbracht, Shim, Sloniger, Paternostro-Bayles & Short, 2008; Kibler & Chandler, 2003; Oosterhoff, Gouttebauge, Moen, Staal, Kerkhoffs, Tol & Pluim, 2019) demuestran en sus estudios cómo la implementación de un programa de prevención disminuye el riesgo de sufrir lesiones. Por estas razones, un buen conocimiento del estado actual de las lesiones en el tenis en las categorías juveniles hasta la etapa universitaria puede ser interesante para entrenadores y preparadores físicos. En este marco, en el presente estudio se realiza una revisión de los factores a tener en cuenta en el análisis de las lesiones deportivas en el mundo del tenis juvenil a universitario.

El objetivo del trabajo es analizar la bibliografía existente sobre las lesiones que sufren los jugadores juniors y universitarios de tenis, a fin de determinar las más frecuentes y proponer un programa práctico para su prevención.

1. MATERIAL Y MÉTODOS

La búsqueda bibliográfica se realizó a través de las bases de datos Pubmed, ResearchGate, Cochrane Library y Sportdiscus entre los años

1990 y 2017 y se llevó a cabo entre el diciembre de 2017 y junio de 2018. Las palabras clave buscadas fueron "sport injury", "injury risk factors" y "injury incidence" combinadas con "Tennis". Los idiomas de las publicaciones fueron el inglés, el castellano o español y el catalán. En este trabajo se han incluido diversos estudios cuya tipología son artículos experimentales de investigación, artículos descriptivos de revisión sistemática sobre la temática establecida, estudios observacionales de registro estadístico sobre las lesiones en el tenis, y estudios transversales. Los criterios de inclusión fueron que tratasen lesiones en el tenis, que la muestra se ubicase entre la categoría juvenil y universitaria y que el nivel de los jugadores fuese amateur (no profesional).

2. RESULTADOS

2.1. Revisión bibliográfica

En la fase de revisión bibliográfica de los estudios relacionados con las lesiones en el tenis juvenil y universitario se encontraron un total de 26 publicaciones entre los años 1990 y 2017. Se agruparon las publicaciones en tres categorías: factores de riesgo, clasificación y denominación, registro de lesiones y modelos de prevención. En la Tabla I se exponen los estudios ordenados por temática y los resultados más relevantes incluidos en este trabajo.

(Tabla I, páginas siguientes)

Tabla I. Autores y publicaciones por temática

Temática	Resultados más relevantes para el estudio
1. Factores de riesgo	
Baumhauer, J., Alosa, D., Renström, P., Trevino, S., & Beynnon, B. (1995)	Análisis de la laxitud articular, la alineación anatómica del pie y tobillo, la estabilidad ligamentosa del tobillo y la fuerza isocinética.
Beynnon, B., Renström, P., Alosa, D., Baumhauer, J., & Vacek, P. (2001).	Estudio de los factores de riesgo potenciales de sufrir esguinces de tobillo.
Chandler, Kibler, Uhl, Wooten, Kiser & Stone. (1990)	Análisis de la flexibilidad y rigidez muscular en los cuádriceps, isquiotibiales, gastrocnemios y en la rotación interna y externa del hombro asociados a los riesgos de lesión.
Kibler B, & McMullen J. (2003).	Factores de riesgo lesivos en la articulación glenohumeral.
Kibler, B. (1998).	Factores de riesgo lesivos en la articulación glenohumeral.
Nakase, Goshima, Numata, Oshima, Takata, & Tsuchiya. (2015).	Estudio de los factores de riesgo asociados a las lesiones de rodilla.
Renkawitz, T., Boluki, D., & Grifka, J. (2006).	Análisis de los factores de riesgo asociados a las lesiones del <i>core</i> .
Waryasz, G., & McDermott, A. (2008)	Análisis de los factores de riesgo en las lesiones de rodilla.
Willems, Witvrouw, Delbaere, Mahieu, De Bourdeadhuij & De Clercq. (2005)	Análisis de los factores de riesgo en las lesiones de tobillo.
Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D., & Vanderstraeten, G. (2000)	Análisis de los factores de riesgo en las lesiones de rodilla.
2. Terminología de las lesiones deportivas	
Flint, J., Wade, A., Guiliani, J., & Rue, J. (2014).	Definiciones de términos en el ámbito de las lesiones deportivas.
Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T.E., Bahr, R., & Dvorak, J. (2006).	Definiciones de términos en el ámbito de las lesiones deportivas.
Fuller, C. W., Mollor, M. G., Bagate, C., Bahr, R., Brooks, J. H., & Donson, H. (2007).	Definiciones de términos en el ámbito de las lesiones deportivas.

Temática	Resultados más relevantes para el estudio
3. Registro de las lesiones	
Bylak, J., & Hutchinson, M. (1998).	Tipología y localización de las lesiones más comunes en el tenis.
Clínica MAPFRE de Medicina del Tenis, & Fundación MAPFRE. (2015).	Registro de lesiones según el género, la edad de inicio, las horas de entrenamiento y el tiempo dedicado al calentamiento/ estiramientos antes del partido.
Colberg, R., Aune, K., Choi, A., & Fleisig, G. (2015).	Análisis de las lesiones aparecidas durante una temporada regular en tenistas universitarios.
Hägglund, M. W. (2003).	Tipologías de las lesiones en el deporte actual.
Hjelm, N., Werner, S., & Renstrom, P. (2010)	Análisis de las lesiones en jóvenes tenistas según su género, localización anatómica de la lesión, tipología de la lesión, gravedad de la lesión y fecha de aparición.
Hutchinson, M., Laprade, R., Burnett, Q., Moss, R., & Terpstra, J. (1995)	Registro de las lesiones ocurridas entre los años 1986 y 1992 en campeonatos nacionales americanos, y análisis según su incidencia lesiva, localización anatómica y tipología de la lesión.
Lynall, Kerr, Djoko, Plum, Hainline & Dompier. (2015)	Descripción epidemiológica de las lesiones registradas en jugadores de tenis universitarios (NCAA) entre las temporadas 2009-2010 y 2014-2015.
Plum, B., Loeffen, F., Clarsen, B., Bahr, R., & Verhagen, E. (2016)	Estudio de la incidencia lesiva y prevalencia de las lesiones registradas en el tenis júnior durante una temporada (2012-2013).
Silva, R., Takahashi, R., Berra, B., Cohen, M., & Matsumoto, M. (2003)	Registro de las lesiones ocurridas durante una temporada (2001) en el circuito nacional brasileño de tenis júnior.
Van der Sluis, A., Brink, M. S., Plum, B., Verhagen, E. A., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2017)	Tipología y localización anatómica de las lesiones en el tenis júnior.

Temática	Resultados más relevantes para el estudio
4. Modelos de prevención	
Finch, C. (2006)	Adaptación del modelo de prevención de Van Mechelen et al., (1992)
Gusi, N., & Rodríguez, L. P. (2002).	Modelos de intervención frente a las lesiones deportivas.
Van Tiggelen, D., Wickes, S., Stevens, V., Roosen, P., & Witvrouw, E. (2008).	Programa y proceso en la prevención de lesiones deportivas.
Verhagen, E., Van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., & Van Mechelen, W. (2004)	Programa de prevención basado en el entrenamiento propioceptivo.

2.2. Incidencia lesiva

Un aspecto fundamental en la incidencia lesiva es conocer lo que se entiende en la literatura científica por lesión deportiva. En otros deportes como el rugby o el fútbol, se ha empezado a unificar el término de lesión deportiva entendiendo por lesión cualquier queja física por parte de un jugador, causada por una transferencia de energía que excede la capacidad del cuerpo para mantener su integridad estructural y/o funcional, como resultado de un partido o entrenamiento que requiere de atención médica y que implica una pérdida de tiempo en la práctica deportiva (Fuller, Ekstrand, Junge, Andersen, Bahr, Dvorak, Hägglund, McCrory & Meeuwisse, 2007; Fuller, Molloy, Bagate, Bahr, Brooks, Donson, Kemp, McCrory, McIntosh, Meeuwisse, Quarrie, Raftery & Wiley, 2006).

En relación al tenis, las estadísticas que se tienen sobre la incidencia lesiva en tenistas de categoría juvenil que se han incluido en este estudio, son muy dispares debido a dos factores: 1) Muchos de los estudios a nivel junior datan desde los años 1990 hasta 2015 obteniendo una variabilidad de resultados muy grande debido a la generalidad de la búsqueda en los primeros años y la especificidad de ésta en las últimas investigaciones, y 2) No existe un criterio común entre los autores para determinar qué se entiende por lesión y, por tanto, los criterios de inclusión de lesiones son dispares entre los estudios (Amer & Campos-Rius, 2019) (figuras 1 y 2).

(Figuras 1 y 2, página siguiente)

Figura 1. Resultados incidencia lesiva por cada 1000 horas de práctica. Fuente: Amer & Campos-Rius (2019)

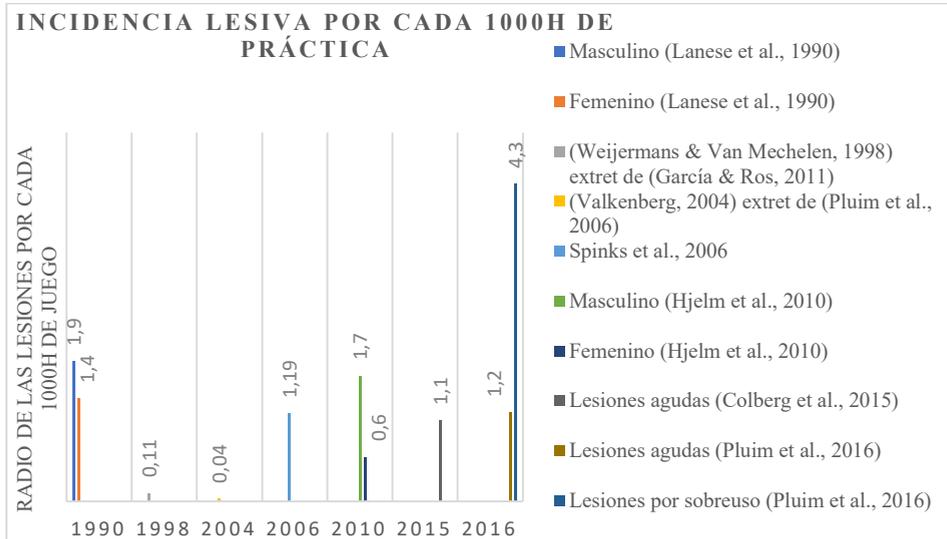
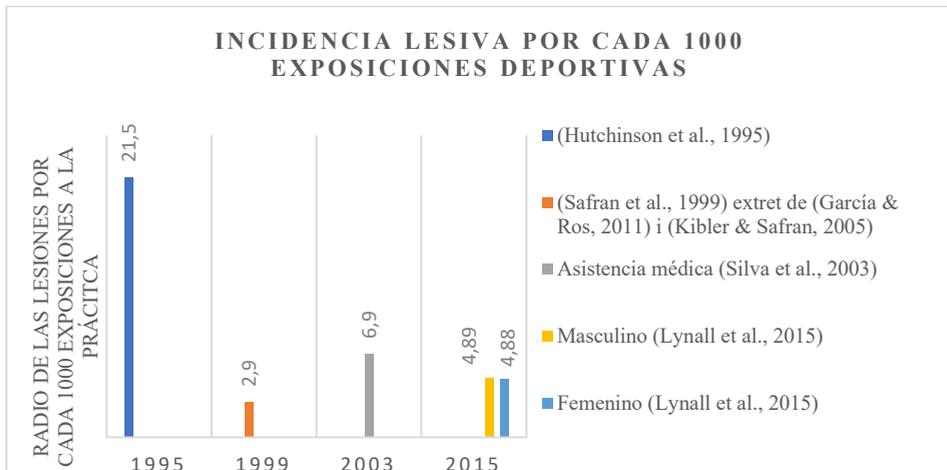


Figura 2. Incidencia lesiva/1000 exposiciones deportivas. Fuente: Elaboración Propia



2.3. Tipología de las lesiones

En primer lugar, es importante conocer la diferencia entre las lesiones crónicas y las lesiones agudas y cuáles son los tipos más frecuentes de lesión aguda. Entendemos que una lesión crónica es aquella que se produce a lo largo del tiempo como resultado de la práctica deportiva, mientras que una lesión aguda se produce de forma repentina durante actividad, a menudo un esguince o una rotura fibrilar (Flint, Wade, Guiliani & Rue, 2014).

A pesar de las diferencias encontradas en los estudios analizados (Hutchinson, Laprade, Burnett, Moss & Terpstra, 1995; Silva, Takahashi, Berra, Cohen & Matsumoto, 2003; Hjelm, Werner & Renstrom, 2010; Lynall, Kerr, Djoko, Pluim, Hainline & Dompier, 2015; Pluim, Loeffen, Clarsen, Bahr & Verhagen, 2016; Van der Sluis, Brink, Pluim, Verhagen, Elferink-Gemser & Visscher, 2017), podemos observar que las lesiones agudas representan el 20,5% mientras que las crónicas, el 59,15%; el 20% restante son lesiones no especificadas o de menor interés (Tabla II).

Dentro de las lesiones agudas, las más frecuentes en el tenis son las de carácter muscular como sobrecargas, distensiones y, especialmente, las roturas fibrilares (12,52 - 30,9%) seguidas de los esguinces (4,28 - 17%). Además, también podemos afirmar, que las fracturas (2 - 2,8%), dislocaciones (0,4 - 3,3%) y traumatismos (1,1 - 1,8%) son muy poco frecuentes en este deporte (Amer & Campos-Rius, 2019).

(Tabla II, página siguiente)

Tabla II: Tipología de las lesiones registradas en diversos estudios entre los años 1995 i 2016.

Fuente: Adaptada de Amer & Campos-Rius (2019)

	(Hutchinson, Laprade, Burnett, Moss, & Terpstra, 1995)	(Silva, Takahashi, Berra, Cohen, & Matsumoto, 2003)	(Hjelm, Werner, & Renstrom, 2010)	(Lynal, y otros, 2015)	(Pluim, Loeffen, Clarsen, Bahr, & Verhagen, 2016)	(Sluis, y otros, 2017)
				Masculino	Femenino	
Agudas (Sin especificar el tipo)						25/187 (13,3%)
Crónicas (Por sobreuso)	84/143 (58,6%)		54/100 (54%)			88/187 (47%)
Lesiones traumáticas			46/100 (46%)			88/113 (77%)
Esguinces		12/280 (4,28%)		26/181 (14,4%)	34/227 (15%)	
Roturas fibrilares	18/143 (12,55%)	35/280 (12,52%)		56/181 (30,9%)	66/227 (29,1%)	
Contracturas musculares		76/280 (27,14%)				
Fracturas				5/181 (2,8%)	5/227 (2,2%)	
Traumatismos en la cabeza				2/181 (1,1%)	4/227 (1,8%)	
Contusiones	10/143 (7%)			6/181 (3,3%)	5/227 (2,2%)	
Dislocaciones	1,32/143 (1%)			6/181 (3,3%)	1/227 (0,4%)	
Impignments				5/181 (2,8%)	6/227 (2,6%)	
Dolores lumbares				4/181 (2,2%)	4/227 (1,8%)	
Calambres musculares		16/280 (5,7%)		7/181 (3,9%)	5/227 (2,2%)	
Fracturas por estrés				1/181 (0,6%)	4/227 (1,8%)	
Tendinitis		20/280 (7,14%)		11/181 (6,1%)	18/227 (7,9%)	
Abrasiones	15,3/143 (10,7%)					
Inflamación	1,32/143 (1%)			19/181 (10,5%)	23/227 (10,1%)	
Otros	10/143 (7%)			33/181 (18,2%)	52/227 (22,9%)	

2.4. Localización de las lesiones por región anatómica

En los últimos años se han publicado diversos estudios en jugadores juniors y universitarios de tenis (Hutchinson et al., 1995; Silva et al., 2003; Hjelm et al., 2010; Lynal et al., 2015, MAPFRE, 2015, Colberg et al., 2015; Pluim et al., 2016; Valleser & Narvasa., 2017; Van der Sluis et al., 2017) donde se han registrado las lesiones por región anatómica (Amer & Campos-Rius, 2019). En la tabla III podemos ver un resumen de los datos publicados entre los años 1995 y 2017 recopilados en el estudio de Amer et al. (2019), añadiendo los datos de Valleser et al.

(2017), obteniendo que, la extremidad inferior es la que presenta un mayor rango lesivo (2 - 42,7%), seguida de la extremidad superior (1,1 - 33,7%) y en último lugar el core (3 - 17,6%). Más específicamente, las zonas en las que podemos encontrar valores más altos de incidencia lesiva son el tobillo (22,5 ± 9,94%), el hombro (16,22 ± 6,57%), la espalda (13,74 ± 4,48%) y la rodilla (12,57 ± 7,19%) (Amer & Campos-Rius, 2019).

Tabla III: Localización de las lesiones por región anatómica. Fuente: Adaptada de Amer & Campos-Rius (2019)

	(Hutchinson, Laprade, Burnett, Moss, & Terpstra, 1995)	(Hjelm, Werner, & Renstrom, 2010)	(Clínica MAPFRE de Medicina del Tenis & Fundación MAPFRE, 2015)	(Colberg, Aune, Choi, & Fleisig, 2015)	(Lynall, y otros, 2015)	(Pluim, Loeffen, Clarsen, Bahr, & Verhagen, 2016)	(Vallesser & Narvasa, 2017)				
	Masculino	Femenino	Iniciantes	Alta competición	Masculino	Femenino	Lesión aguda	Lesión crónica			
Tobillo y pie	25/143 (18%)	16/73 (22%)	3/27 (11%)	17,40%	42,70%	7/39 (18%)	22/181 (17,7%)	47/227 (20,8%)	9/25 (36%)	11/88 (12,5%)	204/658 (31%)
Cadera e ingle	15/143 (10%)			5,60%	15,50%	1/39 (3%)	16/181 (8,8%)	15/227 (6,6%)	5/25 (25%)	4/88 (4,5%)	
Rodilla	3/143 (2%)	9/73 (12,3%)	5/27 (18,5%)	9,40%	28,50%	5/39 (13%)	14/181 (7,7%)	13/227 (5,7%)	3/25 (12%)	16/88 (18,2%)	71/658 (11%)
Muñeca y mano	14/143 (9,8%)			13,20%	33,70%	1/39 (3%)	17/181 (9,4%)	14/227 (6,2%)	2/25 (8%)	8/88 (9%)	47/658 (7,14%)
Dedos									2/25 (8%)		
Hombro	13/143 (9%)	15/73 (20,5%)	6/27 (22%)	15,10%	29,80%	7/39 (18%)	26/181 (14,4%)	27/227 (12%)		14/88 (16%)	106/658 (16%)
Espalda	17/143 (12%)			3,70%	14,20%	6/39 (15,4%)	30/181 (16,6%)	40/227 (17,6%)		15/88 (17%)	88/658 (13,4%)
Codo	11/143 (7,7%)			7,30%	22%	2/39 (5%)	17/181 (9,4%)	13/227 (5,7%)		7/88 (8%)	68/658 (10%)
Pierna	3/143 (2%)									7/88 (8%)	
Tendón de Aquiles						3/39 (8%)					
Fémur											
Parte superior del brazo (No especificado)						1/39 (3%)					
Parte inferior del brazo (No especificado)											
Extremidad superior		19/73 (26%)	6/27 (22%)								
Tibia											
Cabeza/cara	10/143 (7%, junto con el cuello)						2/181 (1,1%)	7/227 (3,1%)			4/658 (<1%)
Cuello	10/143 (7%, junto con la cara)						1/181 (0,6%)	0/227 (0%)			
Muslo	27/143 (19%)					3/39 (8%)	11/181 (6,1%)	18/227 (8%)			26/658 (4%)
Parte inferior pierna (No especificado)							12/181 (6,6%)	26/227 (11,5%)			17/658 (3%)
Antebrazo						1/39 (3%)					12/658 (2%)
Abdominales	4/143 (3%)						1/39 (3%)				2/658 (<1%)
No identificado						1/39 (3%)					
Otros							3/181 (1,7%)	7/227 (3,1%)	4/25 (16%)	6/88 (6,8%)	

2.5. Gravedad y mecanismo lesivo de las lesiones en el tenis

Hjelm et al. (2010) y Colberg et al. (2015) describen la gravedad de las lesiones en el tenis (tabla IV).

Tabla IV. Gravedad de las lesiones en el tenis. (Fuente: Elaboración propia)

Gravedad de las lesiones	Hjelm, Werner & Renstrom (2010)	(Colberg, Aune, Choi, & Fleisig, 2015)
Muy leve (<1 día)		12/39 (31%)
Mínima (1-3 días)	9/100 (9%)	9/39 (23%)
Leve (4-7 días)	17/100 (17%)	3/39 (8%)
Moderada (8-28 días)	31/100 (31%)	6/39 (15%)
Severa (>28 días)	43/100 (43%)	6/39 (15%)
Larga duración (> 6 meses)		2/39 (5%)

Respecto al mecanismo lesivo, existen diferentes opciones en relación al registro de cómo se produce la lesión y cuáles son las causas de ésta (factores intrínsecos y extrínsecos). Abordamos el "cómo" se produce la lesión y no el "debido a qué" ya que conocer el mecanismo lesivo es de vital importancia para su prevención.

En la tabla V podemos observar el registro de datos de los estudios detallados por Hjelm et al. (2010), Lynall et al. (2015) y Colberg et al. (2015) y que plantean que los mecanismos lesivos más frecuentes son los provocados en primer lugar por las acciones repetidas durante un periodo largo de tiempo, origen crónico por sobreuso (40,05%) y las acciones explosivas de frenado y arranque en segunda posición, de origen agudo (18%).

Tabla V: Mecanismo lesivo genérico de las lesiones en el tenis adolescente. (Fuente: Elaboración propia)

Mecanismo lesivo	(Hjelm, Werner, & Renstrom, 2010)	(Lynall y otros, 2015)		(Colberg, Aune, Choi, & Fleisig, 2015)
		Hombres	Mujeres	
Golpeando la pelota	30/100 (30%)	4/181 (2,2%)	3/227 (1,3%)	
Esguinces	9/100 (9%)			
Aceleraciones/Frenadas	5/100 (5%)	10/181 (5,5%)	24/227 (10,6%)	20/39 (51%)
Colisiones	2/100 (2%)			
Origen no determinado	24/100 (24%)	22/181 (12,2%)	16/227 (7%)	
No contacto		66/181 (36,5%)	77/227 (33,9%)	
Movimiento repetitivo		66/181 (36,5%)	99/227 (43,6%)	19/39 (49%)
Contacto con un objeto fuera de los límites		4/181 (2,2%)	0/227 (0%)	
Contacto con la raqueta		2/181 (1,1%)	2/227 (0,9%)	
Otros	30/100 (30%)	7/181 (3,9%)	6/227 (2,7%)	

3. PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE LESIONES

La tipología lesiva en la mayoría de los deportes, incluido el tenis, ha ido cambiando en los últimos años (Hägglund, 2003). En el caso del tenis, cabe destacar que la causa más común de aparición de lesión es la provocada por un mecanismo repetitivo de acciones (sobreuso). Por esta razón, el programa preventivo deberá estar enfocado en mitigar los efectos provocados por el sobreuso de ciertas articulaciones como el hombro. Aun así, no se deben olvidar aquellas lesiones agudas como el esguince de tobillo (lesión más común en el tenis) que, según Verhagen et al (2004), mediante un programa de prevención basada en el entrenamiento propioceptivo se consiguió reducir la incidencia lesiva de esta lesión concreta.

Por lo tanto, conocer las características específicas que presentan las lesiones en el tenis es de primordial importancia para poder presentar un programa preventivo.

La prevención de lesiones en deportistas se ha demostrado que puede influir en la presencia o no de lesiones, o al menos en la reducción de su incidencia (Bylak et al., 1998).

3.1. Fundamentos generales de un programa preventivo

En el momento en el que se presenta una lesión, el modelo de intervención propuesto en este trabajo es el de Gusi & Rodríguez (2002), citado por Casáis (2008), el cual se inicia con la evaluación de la lesión, el deportista y el deporte, seguido por el programa de prevención y terminando con el de rehabilitación (figura 3).

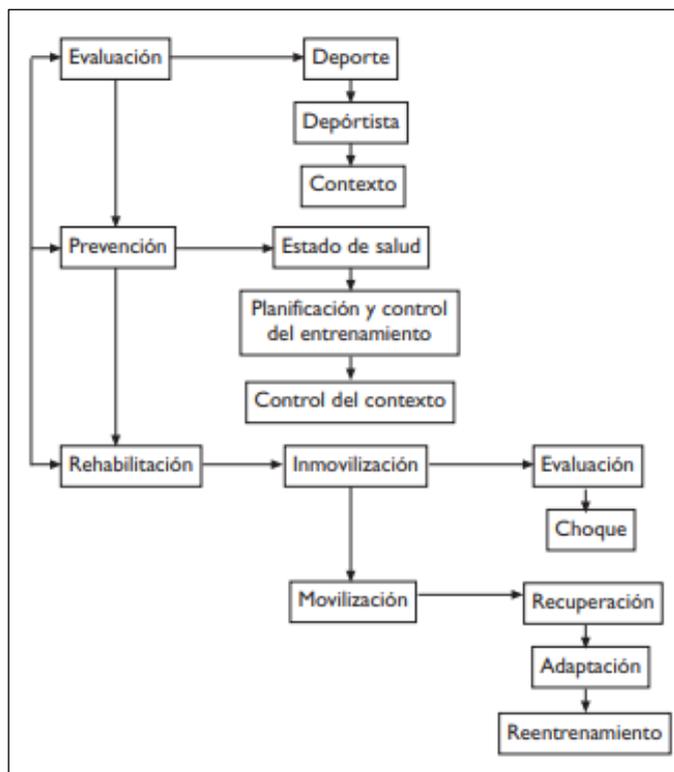


Figura 3. Modelo general de intervención frente a las lesiones deportivas. Fuente: Gusi & Rodríguez (2002) citados por Casáis (2008)

Una vez expuesto el modelo de intervención general ante una lesión, hay que especificar los fundamentos básicos de un programa de

prevención general. El programa de prevención es la adaptación realizada por Finch (2006) del modelo de Van Mechelen et al. (1992) con la incorporación de los conceptos del comportamiento en la toma de riesgos y el cumplimiento del individuo de los factores limitantes en la prevención de lesiones deportivas aportándole eficacia, eficiencia y cumplimiento al proceso de prevención (Van Tiggelen et al., 2008; Pas, Bodde, Kerkhoffs, Pluim,, Tiemessen, Verhagen & Gouttebauge, 2018; Fu, Ellenbecker, Renstrom, Windler & Dines, 2018; Humphrey, Humphrey, Greenwood, Anderson, Markus & Ajuied, 2019).

Etapas 1: consiste en establecer la extensión de la lesión que se quiere prevenir estudiándola desde la perspectiva de la biomecánica, la etiología, la medicina deportiva y el entrenamiento deportivo.

Etapas 2: consiste en entender la etiología y el mecanismo de producción de la lesión que se quiere prevenir el fin de poder diseñar un programa de prevención adecuado.

Etapas 3: en esta fase se desarrollan las medidas preventivas necesarias para intentar prevenir la aparición de esta lesión. Es importante un análisis exhaustivo de las etapas 1 y 2 para el posterior diseño de tareas.

Etapas 4: se ponen en práctica las tareas diseñadas en la etapa 3 y se evalúa la eficacia de estas tareas en "condiciones ideales".

Etapas 5: se establece la eficiencia de las medidas preventivas diseñadas en la etapa 3.

Etapas 6: se evalúa el cumplimiento y comportamiento del individuo en la toma de riesgos de la medida preventiva establecida en la tercera etapa.

Por último, se evalúa la efectividad asumida del programa de prevención repitiendo el primer paso.

En resumen, los pasos a seguir para diseñar el programa de prevención atendiendo a estos tres autores y sus respectivas mejoras quedan reflejado en el esquema resumen propuesto por Tiggelen, Wickes, Stevens, Roosen & Witvrouw (2008) (figura 4).

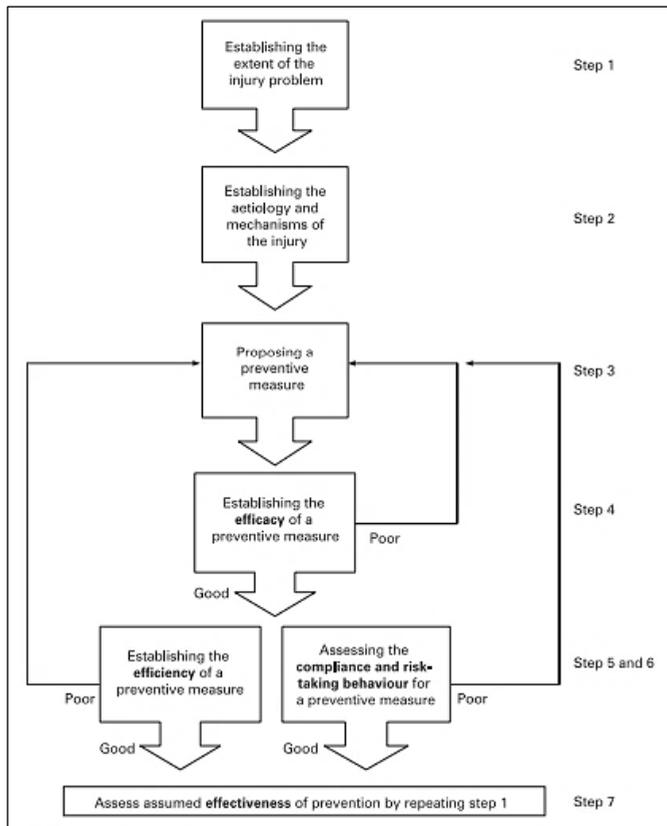


Figura 4. Programa de prevención de Finch (2006) adaptado de Van Mechelen et al., (1992) con la incorporación de los conceptos de Van Tiggelen, Wickes, Stevens, Roosen & Witvrouw (2008)

Es importante tener presente que estos fundamentos expuestos de las seis etapas adaptadas del modelo de Van Mechelen, Hlobil & Kemper (1992) son de carácter general y no específico pero extrapolables a cualquier lesión para el diseño específico de la prevención de éstas.

Una vez establecidos los fundamentos generales del programa preventivo y los pasos a seguir para diseñar sesiones específicas de prevención de lesiones, se expone de forma detallada un ejemplo de ejercicios progresivos de más genéricos a más específicos añadiendo alguna habilidad específica en la ejecución de la tarea para cada una de las regiones anatómicas con mayor rango lesivo. Todos y cada uno de los ejercicios propuestos tienen una evolución y extrapolación hacia algún gesto técnico específico del tenis. Es importante tener presente que la propuesta expuesta a continuación hace referencia únicamente al trabajo

de la zona afectada sin olvidar que se deben trabajar las zonas no directamente relacionadas con la zona lesionada para su prevención, además de ser una ejemplificación de ejercicios con extrapolación a su puesta en práctica con el gesto técnico propio del tenis, para el diseño de sesiones de prevención se recomienda visitar páginas web de instituciones oficiales como la ITF¹.

3.1.1. El tobillo

A la hora de diseñar una progresión de ejercicios para la prevención de las lesiones propias del tobillo, es importante conocer cuáles son los factores de riesgo intrínsecos que determina la literatura científica (Baumhauer et al., 1995; Beynnon et al., 2001; Willems et al., 2005) con el fin de incidir en ella. En las lesiones del tobillo destacan:

- a) El desequilibrio de fuerza muscular entre la eversión y la inversión.
- b) Presentar un var tibial y un rango de movimiento del calcáneo en el sexo femenino.
- c) Presentar una inclinación (rotación > 200°) del astrágalo en el sexo masculino.
- d) La disminución de la fuerza y el rango de movimiento en dorsi-flexión.
- e) La falta de coordinación.
- f) La rápida reacción de los músculos tibiales anteriores y gastrocnemios.

Para el esguince de tobillo se proponen cuatro ejercicios trabajando la propiocepción en plataformas inestables para incidir en aspectos como el rango de movimiento y la fuerza muscular de los músculos que realizan la eversión y la inversión del tobillo por medio de la capacidad de reacción y el equilibrio bajo perturbaciones externas. Un aspecto a tener presente, es el hecho de realizar una progresión en el calzado del deportista cuando se trabaja la estabilidad del tobillo.

Empezamos los ejercicios trabajando sin calzado y progresando hacia los calzados deportivos en competición o incluso en el vendaje del tobillo si el jugador solo compite bajo estas características.

¹ www.itf-academy.com

<https://www.itf-academy.com/?view=itfview&academy=103&itemid=1168>

1) Se realizará flexión y extensión del tobillo con un solo apoyo (a la pata coja) sobre una superficie estable. Variante: ejecutar el ejercicio con los ojos cerrados para incidir más con el sistema vestibular (Figura 5).



Figura 5. Flexo-extensión del tobillo. (Fuente: elaboración propia)

2) En el primer ejercicio añadiremos una superficie inestable para conseguir una inestabilidad mayor (Figura 6).



Figura 6. Flexo-extensión del tobillo en superficie inestable. (Fuente: elaboración propia)

3) En el tercer ejercicio eliminaremos la flexión-extensión del tobillo, pero se trabajará el control neuromuscular sobre la superficie inestable por medio de las perturbaciones externas. El entrenador desequilibrará el jugador lanzándole pelotas con bote de gran dificultad para trabajar la capacidad de reacción. Otra opción más específica, es la de realizar perturbaciones externas tirando pelotas (esta vez sin bote) al jugador a la pata coja sobre la superficie inestable que deberá golpear con la raqueta (Figura 7).

Figura 7. Control neuromuscular del tobillo sobre la superficie inestable por medio de las perturbaciones externas. (Fuente: elaboración propia)



4) Por último, añadiremos la habilidad específica de la volea con dos variantes: la primera, a la pata coja realizar un ejercicio de control de volea contra una pared; la segunda, realizando voleas más específicas en el ámbito del tenis finalizando la técnica de volea (pie izquierdo en el caso de la volea de derecha) sobre la superficie inestable (Figura 8).

Figura 8. Trabajo específico de volea sobre superficie inestable. (Fuente: elaboración propia)



3.1.2. El hombro

Los factores de riesgo que presenta la articulación Gleno-humeral de sufrir una tendinitis del manguito de los rotadores, y que tendremos que tener en cuenta cuando trabajamos en un programa de prevención, son:

- a) Pérdida del rango de movimiento de la articulación.
- b) Diferencia superior a los 20° en rotación interna entre el brazo dominante y no dominante.
- c) Pérdida de fuerza en los músculos del complejo del manguito de los rotadores.
- d) Desequilibrio muscular y disquinesia escapular.

e) Rigidez torácica de la columna vertebral, inestabilidad lumbar y déficits en fuerza y rango de movimiento de la cadera (Kibler, 1998; Kibler & McMullen, 2003).

Los ejercicios propuestos tendrán la finalidad de trabajar el rango de movimiento de la articulación y la fuerza del complejo de los músculos del manguito de los rotadores, concretamente, trabajando la acción de rotación interna. El resto de factores de riesgo que no son específicos para el trabajo en esta articulación (columna vertebral y cadera) se deben trabajar de forma complementaria para la prevención de esta lesión. Es importante tener presente que, en el caso de la tendinitis del manguito de los rotadores, esta lesión es de origen crónico debido a las repetidas acciones realizadas a más de 90° de la articulación del hombro (acciones realizadas por encima de la cabeza), en muchas ocasiones, fruto del servicio o el remate. Por esta razón, la progresión de los ejercicios propuestos se realizará enfocando la habilidad específica del servicio.

1) El primer ejercicio de carácter más genérico consiste en colocar el brazo realizando un ángulo de 90 grados con el codo en flexión y con la ayuda de una goma de resistencia, se realiza una abducción y rotación interna para trabajar de forma excéntrica los músculos que componen el complejo del manguito de los rotadores. En el caso de disponer de una polea cónica, realizar el ejercicio con ella (Figura 9).



Figura 9. Trabajo específico de hombro con goma elástica. (Fuente: elaboración propia)

2) Siguiendo con la idea del primer ejercicio, el jugador se sitúa en posición de realización del servicio y ejecuta la técnica específica de esta acción con una resistencia externa como puede ser una polea cónica o una goma de resistencia elástica (Figura 10).

Figura 10. Trabajo específico de hombro con goma elástica simulando el servicio sin raqueta. (Fuente: elaboración propia)



3) A continuación, se realiza el mismo ejercicio utilizando la raqueta para añadir especificidad. La resistencia externa está situada en la raqueta y el jugador simula la técnica específica del servicio (Figura 11).

Figura 11. Trabajo específico de hombro con goma elástica simulando el servicio con raqueta. (Fuente: elaboración propia)



3.1.3. El core

Se exponen los factores de riesgo intrínsecos de sufrir una lesión muscular de la región lumbar según la literatura científica (Bylak & Hutchinson, 1998; Chandler, Kibler, Uhl, Wooten, Kiser & Stone, 1990; Cholewicki, Silfies, Shah, Greene, Reeves, Alvi & Goldberg, 2005; Hodges & Richardson, 1998; Renkawitz, Boluki & Grifka, 2006):

- a) Déficit de fuerza en la extensión lumbar.
- b) Desequilibrio muscular de los músculos flexores abdominales.
- c) Déficit en rotación interna y un rango de movimiento reducido de la cadera.
- d) Rigidez muscular de los isquiotibiales, gastrocnemios.
- e) Desequilibrio muscular entre el erector de la espina derecho e izquierdo.

f) Alteración en los patrones de reclutamiento de los músculos estabilizadores del CORE (multifidus, transverso del abdomen, recto abdominal y oblicuos grande y pequeño).

En la progresión de ejercicios propuesta, se trabaja la capacidad de reacción y el equilibrio bajo perturbaciones externas con el fin de incidir en toda la estabilidad y fuerza del core. El resto de factores de riesgo que no son específicos de trabajar en esta articulación (isquiotibiales, gastrocnemios y la cadera) deben ser trabajados de forma complementaria.

1) El jugador de rodillas sobre la fitball (si es difícil para el jugador, se puede hacer con un apoyo o sentado) recibirá perturbaciones externas de parte del entrenador que le intentará desequilibrar realizándole rotaciones del tronco empujándole de los hombros. Otra variante consiste en realizar las perturbaciones externas mediante lanzamientos de pelotas a posiciones controladas por el entrenador que el jugador tendrá que coger con la mano y devolverla al entrenador para provocar estas rotaciones de tronco (Figura 12).



Figura 12. Trabajo específico del core con *Fitball*. (Fuente: elaboración propia)

2) La progresión del segundo ejercicio consiste en implementar una perturbación externa más funcional en la que el jugador deberá simular el golpe de derecha o revés con una resistencia externa provocada por una goma elástica (Figura 13).

Figura 13. Trabajo específico del *core* con *Fitball* y goma elástica. (Fuente: elaboración propia)



3) La última variante consiste en añadir la raqueta y la pelota (perturbación externa funcional). El deportista deberá golpear derechas y reverses de rodillas o sentado sobre la *fitball* (Figura 14).

Figura 14. Trabajo específico del *core* con *Fitball*, goma elástica y golpeando pelotas. (Fuente: elaboración propia)



3.1.4. La rodilla

En primer lugar, se exponen los factores de riesgo que presentan las lesiones en la región de la rodilla:

- a) Debilidad muscular de los gastrocnemios y musculatura de la cadera.
- b) Laxitud ligamentosa generalizada.
- c) Rigidez muscular del recto femoral.
- d) Déficits en fuerza de los isquiotibiales en la extensión de la rodilla.
- e) Alteración del tiempo de respuesta refleja los vastos mediales y laterales del cuádriceps (Nakase, Goshima, Numata, Oshima, Takata

& Tsuchiya, 2015; Waryasz & McDermott, 2008; Witvrouw, Lysens, Bellemans, Cambier & Vanderstraeten, (2000).

En los ejercicios propuestos se trabaja la velocidad de reacción, la fuerza muscular del cuádriceps y la laxitud ligamentosa generalizada de la rodilla mediante un trabajo propioceptivo en superficies inestables incluyendo habilidades específicas del tenis. Igual que en el ejercicio para el esguince de tobillo, progresaremos sin calzado al calzado propio de la competición. Además, en este caso la rodilla deberá estar en flexión y no en extensión total para incidir en la articulación.

1) El primer ejercicio de carácter general consiste en realizar un lounge frontal sobre bosu con una rotación externa de tronco simulando el golpe de derecha o de revés (Figura 15).

Figura 15. Lounge frontal sobre bosu con una rotación externa de tronco simulando el golpe de derecha o de revés. (Fuente: elaboración propia)



2) La variante del segundo ejercicio incide en la rotación externa del tronco cuando se simula la técnica de revés o derecha. Añadiremos una resistencia trabajando con una goma elástica o una polea cónica (Figura 16).

Figura 16. Lounge frontal sobre bosu con una rotación externa de tronco con goma elástica. (Fuente: elaboración propia)



3) Para acabar con la progresión, se realizará un golpe de derecha o de revés después de hacer la recepción del salto sobre el bosu. (Figura 17).

Figura 17. Golpe de derecha o de revés después de hacer la recepción del salto sobre el *bosu*. (Fuente: elaboración propia)



4. CONCLUSIONES

En este artículo se plantean los componentes que definen las lesiones deportivas en el tenis como son la incidencia lesiva, la tipología, la región anatómica, el mecanismo lesivo y la gravedad, estableciendo de forma genérica que las lesiones crónicas causadas por el uso repetitivo y excesivo (59,15%) son más frecuentes que las agudas (20,5%); el 20% son lesiones no especificadas o de menor incidencia. Respecto al mecanismo lesivo registrado como el más frecuente, encontramos las lesiones crónicas provocadas por la realización de acciones repetidas de forma continuada en el tiempo (40,05%), seguidas de las lesiones agudas provocadas por la realización de acciones explosivas de arrancada y frenada (18%).

Además, el mecanismo lesivo más frecuente hace referencia, en primer lugar, a las lesiones causadas por las acciones repetidas durante un periodo largo de tiempo (40,05%), origen crónico por sobreuso y, en segundo lugar, las acciones explosivas de frenado y arranque (18%), origen agudo.

Finalmente, se establecen como regiones anatómicas más comunes de sufrir lesiones la extremidad inferior, seguida de la extremidad superior y en último lugar, el core. El tobillo, el hombro, la espalda y la rodilla son las regiones que presentan valores más altos de incidencia lesiva en el tenis.

En relación a las aplicaciones prácticas de la propuesta, se plantean ejercicios de prevención de las lesiones por regiones anatómicas

establecidas como las más comunes, además de reconocer los factores de riesgo propuestos por la literatura científica sobre las lesiones por región anatómica en el tenis.

BIBLIOGRAFÍA

- Amer, O., & Campos-Rius, J. (2019). Revisión de las lesiones en el tenis júnior y universitario. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 77, 17-19. ISSN: 2225-4757
- Baumhauer, J., Alosa, D., Renström, P., Trevino, S., & Beynnon, B. (1995). A prospective study of ankle injury risk factors. *The American journal of sports medicine*, 23(5), 564-570. DOI: [10.1177/036354659502300508](https://doi.org/10.1177/036354659502300508)
- Beynnon, B., Renström, P., Alosa, D., Baumhauer, J., & Vacek, P. (2001). Ankle ligament injury risk factors: a prospective study of college athletes. *Journal of Orthopaedic Research*, 19(2), 213-220. DOI: [10.1016/S0736-0266\(00\)90004-4](https://doi.org/10.1016/S0736-0266(00)90004-4)
- Bylak, J., & Hutchinson, M. (1998). Common sports injuries in young tennis players. *Sports medicine*, 26(2), 119-132. DOI: 10.2165/00007256-199826020-00005
- Casáis, L. (2008). Revisió de les estratègies per a la prevenció de lesions des de l'activitat física. *Apunts. Medicina de l'esport*, 43(157), 30-40.
- Chandler, T.J., Kibler, W. B., Uhl, T. L., Wooten, B., Kiser, A., & Stone, E. (1990). Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *The American journal of sports medicine*, 18(2), 134-136. DOI: [10.1177/036354659001800204](https://doi.org/10.1177/036354659001800204)
- Cholewicki, J., Silfies, S., Shah, R., Greene, H., Reeves, N., Alvi, K., & Goldberg, B. (2005). Delayed trunk muscle reflex responses increase the risk of low back injuries. *Spine*, 30(23), 2614-2620.
- Clínica MAPFRE de Medicina del Tenis, & Fundación MAPFRE. (2015). *Las lesiones en el tenis y su prevención*. Recuperado de https://www.clinicamntenis.com/clinicatenis/wpcontent/uploads/2017/11/PREVENUC_TENIS-CAST.pdf

- Colberg, R., Aune, K., Choi, A., & Fleisig, G. (2015). Incidence and Prevalence of Musculoskeletal Conditions in Collegiate Tennis Athletes. *Medicine & Science in Tennis*, 20(3), 137-144.
- Ellenbecker, T., Pluim, B., Vivier, S., & Snitman, C. (2009). Common injuries in Tennis Players: Exercises to Address Muscular Imbalances and Reduce Injury Risk. *Strength & Conditioning Journal*, 31(4):50-58.
- Finch, C. (2006). A new framework for research leading to sports injury prevention. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1-2), 3-9. DOI: [10.1016/j.jsams.2006.02.009](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.02.009)
- Flint, J., Wade, A., Guiliani, J., & Rue, J. (2014). Defining the terms acute and chronic in orthopaedic sports injuries: a systematic review. *The American journal of sports medicine*, 42(1), 235-24. DOI: [10.1177/0363546513490656](https://doi.org/10.1177/0363546513490656)
- Fu, M. C., Ellenbecker, T. S., Renstrom, P. A., Windler, G. S., & Dines, D. M. (2018). *Epidemiology of injuries in tennis players. Current reviews in musculoskeletal medicine*, 11(1), 1-5.
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T.E., Bahr, R., & Dvorak, J. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *British journal of sports medicine*, 16(2), 83-92. DOI: [10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x)
- Fuller, C. W., Mollor, M. G., Bagate, C., Bahr, R., Brooks, J. H., & Donson, H. (2007). *British journal of sports medicine*, 41(5), 328-331. DOI: [10.1136/bjism.2006.033282](https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033282)
- Gusi, N., & Rodríguez, L. P. (2002). *Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas*. Madrid: Síntesis.
- Häggglund, M. W. (2003). Exposure and injury risk in Swedish elite football: a comparison between seasons 1982 and 2001. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(6), 364-370. DOI: [10.1046/j.1600-0838.2003.00327.x](https://doi.org/10.1046/j.1600-0838.2003.00327.x)
- Hjelm, N., Werner, S., & Renstrom, P. (2010). Injury profile in junior tennis players: a prospective two year study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 18(6), 845-850.

- Hodges, P., & Richardson, C. (1998). Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *Journal of spinal disorders*, 11(1), 46-56.
- Humphrey, J. A., Humphrey, P. P., Greenwood, A. S., Anderson, J. L., Markus, H. S., & Ajuied, A. (2019). Musculoskeletal injuries in real tennis. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 10, 81.
- Hutchinson, M., Laprade, R., Burnett, Q., Moss, R., & Terpstra, J. (1995). Injury surveillance at the USTA Boys' Tennis Championships: a 6-yr study. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(6), 826-831.
- ITF. (2017). *International Tennis Federation*. Recuperado de: <http://www.itftennis.com/about/misc/national-association-updates.aspx>
- Kibler, W., & Chandler, T. (2003). Range of motion in junior tennis players participating in an injury risk modification program. *Journal of science and medicine in sport*, 6(1), 51-62.
- Kibler B, & McMullen J. (2003). Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *AAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 11(2), 142-151.
- Kibler, B. (1998). The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American journal of sports medicine*, 26(2), 325-337. DOI: [10.1177/03635465980260022801](https://doi.org/10.1177/03635465980260022801)
- Lynall, R. C., Kerr, Z. Y., Djoko, A., Plum, B. M., Hainline, B., & Dompier. T. P. (2015). Epidemiology of National Collegiate Athletic Association men's and women's tennis injuries, 2009/2010–2014/2015. *Br J Sports Med*, 50(19), 1211-1216. DOI: [10.1136/bjsports-2015-095360](https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095360)
- Nakase, J., Goshima, K., Numata, H., Oshima, T., Takata, Y., & Tsuchiya, H. (2015). Precise risk factors for Osgood–Schlatter disease. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 135(9), 1277-1281.
- Niederbracht, Y., Shim, A., Sloniger, M., Paternostro-Bayles, M., & Short, T. (2008). Effects of a shoulder injury prevention strength training program on eccentric external rotator muscle strength and glenohumeral joint imbalance in female overhead activity athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 140-145.

- Oosterhoff, J. H., Gouttebarga, V., Moen, M., Staal, J. B., Kerkhoffs, G. M., Tol, J. L., & Pluim, B. M. (2019). Risk factors for musculoskeletal injuries in elite junior tennis players: a systematic review. *Journal of sports sciences*, 37(2), 131-137.
- Pas HIMFL, Bodde S, Kerkhoffs GMMJ, et al. (2018). Systematic development of a tennis injury prevention programme. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 4. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000350
- Pluim, B., Loeffen, F., Clarsen, B., Bahr, R., & Verhagen, E. (2016). A one-season prospective study of injuries and illness in elite junior tennis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(5), 564-571. DOI: [10.1111/sms.12471](https://doi.org/10.1111/sms.12471)
- Pluim, B., Staal, J., Windler, G., & Jayanthi, N. (2006). Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *British journal of sports medicine*, 40(5), 415-423. DOI: [10.1136/bjsem.2005.023184](https://doi.org/10.1136/bjsem.2005.023184)
- Real Federación Española de Tenis. (2018). Licencias tenis en España 2018. Recuperado de http://www.rfet.es/es_licencias_introduccion.html
- Renkawitz, T., Boluki, D., & Grifka, J. (2006). The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *The Spine Journal*, 6(6), 673-683. DOI: [10.1016/j.spinee.2006.03.012](https://doi.org/10.1016/j.spinee.2006.03.012)
- Silva, R., Takahashi, R., Berra, B., Cohen, M., & Matsumoto, M. (2003). Medical assistance at the Brazilian juniors tennis circuit—a one-year prospective study. *Journal of science and medicine in sport*, 6(1), 14-18. DOI: [10.1016/S1440-2440\(03\)80004-X](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(03)80004-X)
- Valleser, C., & Narvasa, K. (2017). Common injuries of collegiate tennis players. *Montenegrin journal of sports science and medicine*, 6(2), 43.
- Van der Sluis, A., Brink, M. S., Pluim, B., Verhagen, E. A., Elferink-Gemser, M. T., & Visscher, C. (2017). Is risk-taking in talented junior tennis players related to overuse injuries?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(11), 1347-1355. DOI: [10.1111/sms.12729](https://doi.org/10.1111/sms.12729)
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports medicine*, 14(2), 82-99. DOI: 10.2165/00007256-199214020-0000

- Van Tiggelen, D., Wickes, S., Stevens, V., Roosen, P., & Witvrouw, E. (2008). Effective prevention of sports injuries: a model integrating efficacy, efficiency, compliance and risk-taking behaviour. *British journal of sports medicine*, 42(8), 648-652. DOI: [10.1136/bjsm.2008.046441](https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.046441)
- Verhagen, E., Van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., & Van Mechelen, W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 32(6), 1385-1393. DOI: [10.1177/0363546503262177](https://doi.org/10.1177/0363546503262177)
- Waryasz, G., & McDermott, A. (2008). Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dynamic medicine*, 7(1), 9. DOI: [10.1186/1476-5918-7-9](https://doi.org/10.1186/1476-5918-7-9)
- Willems, T. M., Witvrouw, E., Delbaere, K., Mahieu, N., De Bourdeadhuij, L., & De Clercq, D. (2005). Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in male subjects: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 33(3), 415-423. DOI: [10.1177/0363546504268137](https://doi.org/10.1177/0363546504268137)
- Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D., & Vanderstraeten, G. (2000). Intrinsic risk factors for the development of anterior knee pain in an athletic population: a two-year prospective study. *The American journal of sports medicine*, 28(4), 480-489. DOI: [10.1177/03635465000280040701](https://doi.org/10.1177/03635465000280040701)