

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

[www.apunts.org](http://www.apunts.org)



## REVISIÓN

# Lesiones en el tenis. Revisión bibliográfica

David Gutiérrez García<sup>a,b,\*</sup> y Francisco Esparza Ros<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Cátedra de Traumatología del deporte, Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM), Murcia, España

<sup>b</sup> Centro educativo concertado San Pedro Apóstol, Murcia, España

Recibido el 11 de junio de 2011; aceptado el 26 de julio de 2011

Disponible en Internet el 22 de septiembre de 2011

### PALABRAS CLAVE

Lesiones;  
Prevención;  
Incidencia;  
Factores de riesgo;  
Tenis

### KEYWORDS

Injuries;  
Prevention;  
Incidence;  
Risk factors;  
Tennis

**Resumen** El objetivo del presente trabajo es ofrecer una revisión del conocimiento científico disponible en cuanto a las lesiones en el tenis durante los últimos 15 años, con el fin de establecer el estado actual de conocimientos sobre el tema y permitir un mejor planteamiento de líneas de investigación.

Los principales hallazgos de la presente revisión bibliográfica fueron, por un lado, la gran variación en la incidencia lesional reportada en los diferentes estudios epidemiológicos analizados. Por otro lado, a pesar de existir una importante evidencia científica que demuestra que la gran mayoría de las lesiones tienen lugar en las extremidades inferiores, solamente el 24% de los estudios analizados en esta revisión bibliográfica tuvieron como objeto de estudio los miembros inferiores y el tronco. En cuanto a los estudios de intervención analizados, desde el año 1995 hasta la actualidad solo se han publicado 7 artículos, que además tienen sus limitaciones ya que no presentan intervalos de confianza al informar de la efectividad de la intervención sujeta a examen. Por último, cabe indicar que desde el año 2007 hasta la actualidad el número de publicaciones en el campo de las lesiones en el tenis ha ido disminuyendo de forma progresiva, por lo que se hace necesaria una mayor investigación para elaborar programas de prevención de lesiones que se demuestren realmente efectivos.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Tennis injuries. A review of the literature

**Abstract** The aim of the present study is to provide a review of the available scientific knowledge in terms of tennis injuries for the last 15 years with the aim of establishing the current state of knowledge about the matter and to allow a better approach of the lines of research.

The main findings of this systematic review were firstly the great variation in the reported injury incidence between the different descriptive epidemiological studies analyzed. On the other hand, although a great scientific evidence proves that most of the injuries take place in the lower limbs, only the 24% of the studies analyzed in the present systematic review had the lower limbs and the trunk as research objects. Taking into account the intervention studies analyzed, just 7 articles were published between 1995 and the present

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [Dgutierrez@pdi.ucam.edu](mailto:Dgutierrez@pdi.ucam.edu) (D. Gutiérrez García).

time, besides having limitations due to the fact that they not include confidence intervals when reporting the effectiveness of the intervention under exam. Lastly, from 2007 to the present time the number of published studies in the field of tennis injuries has been progressively decreasing, so it becomes necessary a greater investigation in order to solve this fact and to develop tennis injury prevention programs which prove to be really effective.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

La participación deportiva conlleva un considerable riesgo de lesiones tanto para deportistas de élite como recreacionales. Estudios llevados a cabo en Escandinavia indican que las lesiones deportivas constituyen entre el 10 y el 19% del total de las actuaciones en los deportes de urgencias<sup>1</sup>. Por otro lado, en el continente americano, entre 1997 y 1999 una cifra estimada de 7 millones de estadounidenses recibieron atención médica debido a lesiones deportivas, con una incidencia de 25,9 lesiones por cada 1.000 personas<sup>2</sup>.

Uno de los deportes con mayor impacto global por tener participantes en todas las partes del mundo es el tenis. Esto se demuestra por la cantidad de países afiliados a la Federación Internacional de Tenis (ITF), con más de 200 países adscritos<sup>3</sup>.

En el ámbito nacional, la práctica de los deportes de raqueta está generalizada entre la población española. Según García Ferrando<sup>4</sup>, el 8,9% de los españoles practica tenis, y como es habitual en la mayoría de disciplinas deportivas, no todos los practicantes estarán federados. Sin embargo, en 2009 la Federación Española de Tenis contaba con 108.471 licencias, ocupando el séptimo lugar por detrás de otros deportes: el fútbol, la caza, el baloncesto, el golf, el judo y el atletismo. De este modo, y teniendo en cuenta la importante cantidad de practicantes de tenis, creemos de gran utilidad conocer la incidencia y el tipo de lesiones en el tenis, para de esta manera poder establecer los mecanismos necesarios con el fin de prevenir la aparición de lesiones en este deporte. Dadas las características específicas de los tenis físicos, se puede argumentar que este deporte tiene un perfil único de lesiones deportivas y que las diferencias en equipamiento, biomecánica y demandas físicas provocan en los practicantes de tenis un perfil lesivo que difiere al de otros deportes<sup>5</sup>.

Por lo tanto, el objetivo del presente artículo es realizar una revisión bibliográfica con el fin de conocer lo publicado sobre epidemiología, etiología y medidas de prevención de lesiones en el tenis durante los últimos 15 años.

## Método

Las bases de datos utilizadas para realizar la búsqueda bibliográfica han sido MEDLINE, ISI WEB OF KNOWLEDGE y EBSCO. Además, también se han consultado distribuidores de revistas como MDconsult, Elsevier y Springer.

Las palabras clave utilizadas para la revisión bibliográfica han sido: «injuries», «prevention», «aetiology», «incidence», «risk factors», todas ellas unidas al término «tennis».

Para focalizar al máximo la búsqueda se aplicaron varios filtros. En primer lugar, un límite temporal para limitar la búsqueda entre enero de 1995 y diciembre de 2010. También se limitó la búsqueda a artículos cuya muestra fuese humana y no animal.

Para la selección de artículos útiles para el estudio, éstos debían cumplir con los siguientes criterios de inclusión:

- Debían contener datos de lesiones en el tenis.
- Debían investigar la frecuencia de lesiones en el tenis, la etiología (p. ej., factores de riesgo), la eficacia de las medidas preventivas, o la combinación de todos ellos.
- Debían estar publicados en inglés, en alemán o en español.

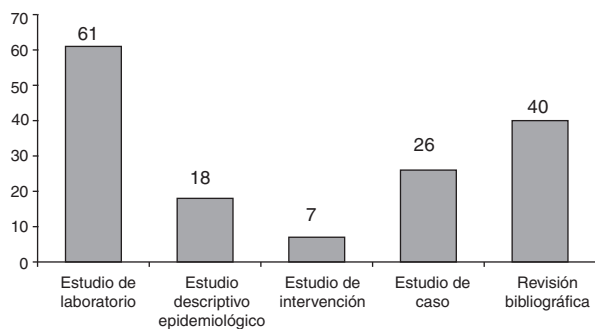
Se excluyeron todos los estudios referentes al tratamiento quirúrgico de las lesiones en el tenis, debido a que no eran útiles para la finalidad de nuestra revisión.

Para el propósito de la presente revisión se definió lesión deportiva como todo aquello que ocurre como resultado de la participación en una acción deportiva tanto en entrenamiento como en competición, que requiere atención médica por parte del cuerpo técnico (médicos, entrenadores, fisioterapeutas, etc.) y que resulta en una restricción de la actividad físico-deportiva durante al menos el día siguiente a la lesión<sup>6</sup>.

Todos los trabajos de investigación seleccionados fueron clasificados en estudios de laboratorio, estudios descriptivos epidemiológicos, estudios de intervención, estudios de caso y revisiones bibliográficas, tal y como indica Last<sup>7</sup> en el libro *A dictionary of epidemiology*.

Por razones de claridad, he aquí la definición de cada uno de los distintos tipos de estudios:

- Estudio de laboratorio: estudio prospectivo, analítico y experimental en el que se obtienen datos primarios generados en un ambiente de laboratorio<sup>8</sup>.
- Estudio descriptivo epidemiológico: estudio (transversal o longitudinal) que describe la frecuencia de lesiones en el tenis en una cohorte o subcohorte<sup>7</sup>.
- Estudio de intervención: hipotética relación epidemiológica causa-efecto al intervenir en una población y modificar el supuesto factor causal de la lesión, midiendo posteriormente el efecto del cambio<sup>8</sup>.
- Estudio de caso: análisis detallado de una persona o grupo que comparte una lesión o enfermedad particular<sup>8</sup>.
- Revisión bibliográfica: análisis estructural detallado de todas las investigaciones previamente realizadas sobre una determinada temática<sup>9</sup>.



**Figura 1** Clasificación del número de artículos encontrados según el tipo de estudio.

## Resultados

Tras la búsqueda, se seleccionaron 152 artículos para su posterior análisis.

Se descartaron todos los artículos que no cumplieran con los criterios de inclusión propuestos con anterioridad.

En cuanto a los diferentes artículos obtenidos en esta revisión, resulta de especial importancia la clasificación propuesta a continuación, ya que facilitará en gran medida una adecuada discusión de los datos.

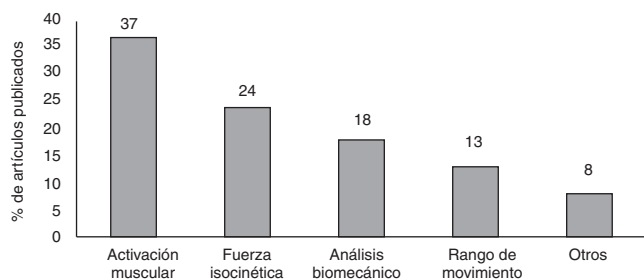
De este modo, en la **figura 1** se encuentran clasificados los 152 artículos aceptados el tipo de estudio y agrupados estos en cinco grandes grupos:

### Estudios de laboratorio

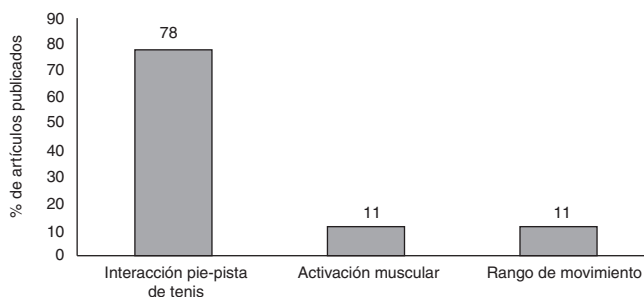
Se analizaron un total de 61 estudios de laboratorio, de los cuales 39 tenían relación con los miembros superiores<sup>10-48</sup>, 9 con los miembros inferiores<sup>49-57</sup>, 6 con el tronco<sup>58-63</sup> y 7 con aspectos generales<sup>64-70</sup>.

En los artículos que hacen referencia al miembro superior, los temas más frecuentemente tratados fueron: activación muscular, fuerza isocinética, rango de movimiento y análisis biomecánico del movimiento (**fig. 2**).

En cuanto a los estudios de activación muscular, 6 hacen referencia a la activación muscular, 6 hacen el brazo dominante y el no dominante<sup>42,44-48</sup>, 3 a la activación muscular en los músculos del antebrazo en función de la empuñadura y la utilización de antivibradores<sup>23,29,38</sup>, 4 hacen referencia a la activación de la musculatura implicada en el servicio<sup>26,35,43,49</sup> y uno a la activación de la musculatura implicada en el drive en función de la posición de los pies (abierta o cerrada)<sup>62</sup>.



**Figura 2** Porcentaje de estudios de laboratorio sobre miembros superiores según el tema abordado.



**Figura 3** Porcentaje de estudios de laboratorio sobre miembros inferiores según el tema abordado.

En cuanto a los artículos que se refieren al análisis biomecánico del movimiento, 4 hacen referencia al servicio para la colocación de los segmentos corporales para prevenir lesiones<sup>11,39,65,69</sup>, 2 a la diferencia biomecánica entre el revés a una y dos manos y cómo afecta esto al codo de tenista<sup>27,40</sup>, y uno a las diferencias cinemáticas en la extremidad superior entre el golpe de drive abierto y cerrado<sup>10</sup>.

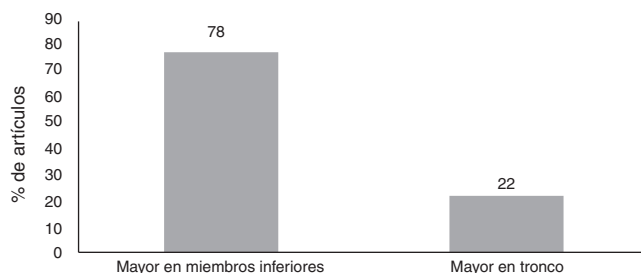
En cuanto a los miembros inferiores, en 7 de los estudios se examinó la importancia de la relación pie-pista de tenis<sup>50-54,56,57</sup>. De los 2 estudios restantes, uno hace referencia a la activación muscular de los miembros inferiores durante el servicio<sup>49</sup>, y el otro artículo se refiere al rango de movimiento de la rotación interna de cadera<sup>55</sup> (**fig. 3**).

### Estudios descriptivos epidemiológicos

Se identificaron un total de 18 estudios descriptivos epidemiológicos: 14 estudios sobre lesiones en el tenis en general<sup>71-84</sup>, 2 en miembros superiores<sup>85,86</sup>, uno en miembros inferiores<sup>87</sup> y uno en el tronco<sup>88</sup>.

La incidencia lesional varió en función de la forma de cuantificar los datos (**tabla 1**). En los artículos en los que se midieron las lesiones por *jugador y año* la incidencia varió entre 0,425<sup>79</sup> y 15<sup>76</sup>. En los artículos en los que se cuantificaron las lesiones por cada *1.000 horas de juego*, la incidencia lesional varió entre 0,11<sup>83</sup> y 3,0<sup>74</sup>. Por último, en los artículos donde se cuantificaron las lesiones por cada *1.000 exposiciones deportivas* la incidencia lesional varió entre 2,9<sup>78</sup> y 21,5<sup>73</sup> (**tabla 1**).

En la **figura 4** se indica el porcentaje de artículos en los que se describe epidemiológicamente si el índice de lesiones es superior en los miembros inferiores, en los miembros superiores o en el tronco.



**Figura 4** Porcentaje de artículos en los que se detalla la zona corporal donde asientan mayor índice de lesiones.

**Tabla 1** Características y resultados de los estudios descriptivos epidemiológicos analizados

Estudio	Diseño	Población	Definición de lesión	Incidencia general	Extremidad superior (%)	Extremidad inferior (%)	Tronco (%)	Tipo de lesión	Gravedad de la lesión
(Jayanthi N, Sallay P, Hunker P, Przybylski M <sup>74</sup> )	Cruzado seccional	140 M, 388 F jugadores recreativos. Edad media 46,9 años	Lesión o dolor experimentado por el jugador en los 12 meses previos y con reposo $\geq 7$ días	3,0 lesiones/1.000 h	41	49	3	Predominan lesiones de sobrecarga, sobre todo en el miembro superior	ND
(Kuhne CA, Zettl RP, Nast-Kolb D <sup>76</sup> )	Prospectivo con seguimiento de 6 meses	60 profesionales y 50 recreativos. Edad media prof., 25. Edad media recreat., 53	Lesiones y problemas experimentados por el jugador durante la temporada	1,5 lesiones por jugador y año	25	64	11	Calambres, distensiones y esguinces fueron las lesiones más comunes	3,3% de lesiones agudas y 2,2% de lesiones crónicas precisaron cirugía
(Silva RT, Takahashi R, Berra B, Cohen M, Matsumoto MH <sup>80</sup> )	Estudio prospectivo de todos los tratamientos médicos requeridos durante un torneo	Jugadores junior participantes en circuito brasileño en categoría sub 12, 14, 16 y 18. Población: 7.700	Cualquier consulta o tratamiento dado a un jugador en el transcurso del torneo	6,9 tratamientos médicos por cada 1.000 partidos jugados	ND	ND	ND	Contracturas musculares fueron las lesiones más comunes	ND
(Sallis RE, Jones K, Sunshine S, Smith G, Simon L <sup>79</sup> )	Estudio retrospectivo de cohorte de los informes de lesión almacenados por los entrenadores con un seguimiento de 15 años	Jugadores universitarios con un rango de edad entre 18 y 22 años; 3.767 participantes de diferentes deportes, entre los que se incluye el tenis	Problema médico obtenido como resultado de la participación deportiva y que requiere visita al especialista	0,456 M; 0,425 F por jugador y año	23.1 M F	62.2 M F	14.6 M F	ND	No existen lesiones de ligamento cruzado anterior y el resto no se describen

(Steinbruck K <sup>81</sup> )	Estudio prospectivo longitudinal con un seguimiento de 25 años	Jugadores de tenis, 1.257 M y 858 F	No se define: cualquier problema médico que requirió la visita al centro de medicina deportiva se registró como lesión	ND	21	60	19	Rodilla 25% Tobillo 23%	ND
(Weijermans DNBf, Van Mechelen W <sup>83</sup> )	Estudio prospectivo de cohorte a 46 clubs de tenis con un seguimiento de 6 meses	179 jugadores de club	Problema médico relacionado con el tenis que desemboca en pérdida de entrenamientos o partidos, necesidad de consulta médica, o consecuencias sociales negativas (pérdida de clases o trabajo)	0,11 por cada 1.000 h	ND	67	ND	La mayoría lesiones agudas, siendo la pierna de tenista y el esguince de tobillo las más comunes	Para las 5 lesiones más comunes el 60% necesitaron consulta médica y el 20% pérdida del colegio/trabajo
(Veijgen N <sup>82</sup> )	Estudio retrospectivo de cohorte	283	ND	ND	10	36,7	53,3	ND	ND
(Safran M, Hutchinson M, Moss R, Albrandt J <sup>78</sup> )	Estudio prospectivo	233 jugadores infantiles masculinos y femeninos	Lesión evaluada por el entrenador o médico del deporte durante los campeonatos anuales nacionales	2,9/1.000 exposiciones deportivas	19,9	27,7	52,5	ND	ND

Tabla 1 (Continuación)

Estudio	Diseño	Población	Definición de lesión	Incidencia general	Extremidad superior (%)	Extremidad inferior (%)	Tronco (%)	Tipo de lesión	Gravedad de la lesión
(Hjelm N, Werner S, Renstrom P <sup>72</sup> )	Estudio prospectivo de cohorte a un club de tenis sueco con un seguimiento de 2 años	55 jugadores junior de tenis; 35 M y 20 F con rango de edad entre 12 y 18 años	Lesión que provoca imposibilidad de entrenar o jugar partidos en al menos una ocasión a lo largo de la temporada	1,7 lesiones/1.000 h de juego en M y 0,6 lesiones/1.000 h en F	0,5 lesiones/1.000 h en M y 0,1 lesiones/1.000 h en F	0,8 lesiones/1.000 h en M y 0,3 lesiones/1.000 h en F	0,8 lesiones/1.000 h en M y 0,3 lesiones/1.000 h en F	Lesiones de sobrecarga: 46% del total	Leve = 9% Media = 17% Moderada = 31% Severa = 43%
(Beachy G, Akau CK, Martinson M, Olderr TF <sup>71</sup> )	Estudio retrospectivo de cohorte con un seguimiento de 8 años	14.318 sujetos participaron en el estudio, de los cuales 588 participaron en tenis	Lesiones que desembocan en pérdida de entrenamiento o partido y registrado por el entrenador	0,58 lesiones y 0,21 días perdidos en M; 0,64 lesiones y 0,21 días perdidos en F	ND	ND	ND	ND	Menor (sin pérdida) Leve (1-7 días) Moderado (8-21 días) Severo (> 22 días)

ND: no disponible; M: masculino; F: femenino.

En 5 de los estudios<sup>72,74,76,80,83</sup> se describe de forma específica la distribución de las lesiones en función del mecanismo de producción, indicándose en todos ellos que las lesiones más comunes fueron las de sobreuso, seguidas por las lesiones traumáticas por mecanismo indirecto. En cuanto a la diferenciación entre lesiones agudas y crónicas, se observa que las agudas tienen mayor incidencia en los miembros inferiores, mientras que las crónicas la tienen en los miembros superiores (tabla 1).

### Estudios de intervención

Del total de estudios analizados, solamente 7 de ellos cumplen los criterios para ser clasificados como estudios de intervención. Por la importancia que tienen en el ámbito de la prevención de lesiones, se desglosan detalladamente en la tabla 2.

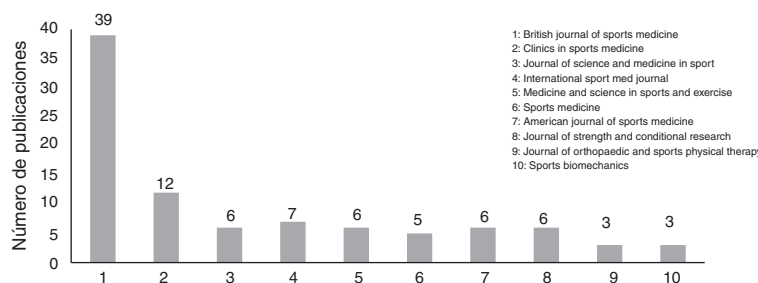
### Estudios de caso

En total se han encontrado 26 estudios de caso, de los cuales 15 se localizan en el miembro superior<sup>89-103</sup>, 4 en el miembro inferior<sup>104-107</sup> y 7 en el tronco<sup>108-114</sup>. Las lesiones que más se dieron en el miembro superior fueron las de estrés<sup>89,91,93,98,99,101,103</sup>, seguidas de las tendinopatías<sup>92,94,97,100,102</sup> y por último de las lesiones vasculares<sup>90,95,96</sup>. En cuanto a los miembros inferiores, el total de las 4 lesiones estudiadas fueron de estrés.

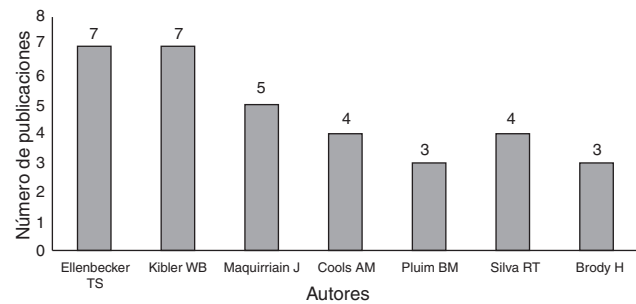
### Revisiones bibliográficas

Se analizaron un total de 40 revisiones bibliográficas, de las cuales 22 tenían relación con los miembros superiores<sup>115-136</sup>, 3 con los miembros inferiores<sup>137-139</sup>, 2 con el tronco<sup>140,141</sup> y 13 con lesiones en general<sup>142-154</sup>. En los artículos que hacen referencia a la extremidad superior la lesión más frecuentemente tratada fue el codo de tenis, con 14 referencias<sup>115-119,121,122,124,128-130,133,135,136</sup>, seguido por las lesiones en el hombro, con 5 artículos publicados<sup>120,126,127,132,134</sup>.

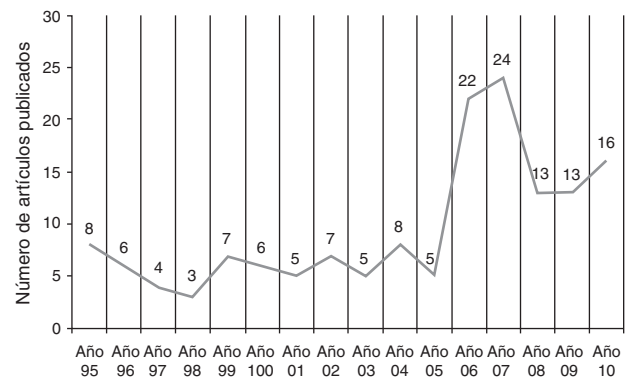
Una vez conocida la distribución por zonas corporales de cada uno de los diferentes tipos de estudio en los que se divide la presente revisión bibliográfica, resulta también interesante conocer las revistas con mayor número de publicaciones en el ámbito de las lesiones en el tenis en el periodo comprendido entre 1995 y 2010 (fig. 5).



**Figura 5** Número de publicaciones de revistas de impacto entre 1995 y 2010 en la temática de la prevención de lesiones en el tenis.



**Figura 6** Relación de autores con mayor número de publicaciones en el área de la prevención de lesiones en el tenis en el periodo transcurrido entre 1995 y 2010.



**Figura 7** Número de artículos publicados por año en el periodo transcurrido entre 1995 y 2010.

Al mismo tiempo es útil conocer a los autores más prolíficos en la publicación de trabajos sobre lesiones en el tenis, aspecto que se expone en la figura 6.

Por otro lado, si tenemos en cuenta todos los artículos publicados sobre lesiones en el tenis entre 1995 y 2010, se puede registrar la evolución en cuanto al número de publicaciones por año (fig. 7).

A la hora de llevar a cabo futuras investigaciones puede resultar de gran ayuda conocer cuáles son las zonas corporales a las que se dedica un mayor número de publicaciones y de qué tipo de estudios se trata. De este modo, en la tabla 3 se indica el porcentaje de artículos dedicado a cada una de las zonas específicas corporales en función del tipo de estudio.

**Tabla 2** Características y resultados de los estudios de intervención analizados

Estudio	Muestra	Duración	Contenidos	Resultados
(Renkawitz T, Boluki D, Grifka J <sup>165</sup> )	82 tenistas de élite (31 F/51 M) con y sin dolor lumbar. Edad media, 33 años	7 semanas	Se realizaron una media de 5,5 sesiones semanales de entrenamiento consistente en ejercicios de movilización, fuerza, coordinación y estiramientos de la zona del tronco y lumbar, con especial énfasis en los ejercicios de tipo propioceptivo	El número de sujetos con dolor lumbar disminuyó proporcionalmente con la reducción del desequilibrio neuromuscular de la zona lumbar tras completar el programa de ejercicios
(Jonsson P, Wahlstrom P, Ohberg L, Alfredson H <sup>166</sup> )	9 sujetos (5F/4M) con edad media de 54 años y dolor de hombro de larga duración (superior a 41 meses)	12 semanas	Ejercicios en una máquina de entrenamiento muscular excéntrico denominada ulla-sling y que activa principalmente el supraespinoso y el deltoides. Se hicieron 3 × 15 rep. Dos veces al día y 7 días a la semana durante 12 semanas. Tras la sesión de entrenamiento, el sujeto indica el dolor sufrido en una escala VAS de 0 a 100	Tras las 12 semanas de entrenamiento 5 sujetos quedaron satisfechos con una reducción del VAS de 61 a 18, p < 0,05. En los sujetos no satisfechos el VAS fue de 67. Uno de los sujetos no satisfechos había sido erróneamente diagnosticado
Malliou VJ, Malliou P, Gioftsidou A, Pafis G, Katsikas C, Beneka A, et al. <sup>167</sup>	36 jugadores de tenis jóvenes participantes en los campeonatos nacionales, con una edad media de 14 años y libres de lesiones en los miembros inferiores durante al menos 3 años	12 semanas	Jugadores divididos en 3 grupos de 12 sujetos cada uno: grupo control, grupo pre entrenamiento y grupo postentrenamiento. Entrenamiento 3 veces a la semana con duración de 16 min. El entrenamiento consiste en mantener el equilibrio durante un tiempo determinado utilizando para ello dos tablas de equilibrio diferentes y un minitrampolín al mismo tiempo que se van realizando golpes de fondo	Las 12 semanas de entrenamiento mejoraron de forma significativa todos los indicadores de equilibrio tanto del grupo preentrenamiento como en el postentrenamiento. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los dos grupos de intervención
Niederbracht Y, Shim AL, Sloniger MA, Paternostro-Bayles M, Short TH <sup>168</sup>	2 equipos universitarios femeninos de tenis de 6 jugadoras cada uno. De forma aleatoria, 6 jugadoras formaron parte del grupo intervención y las otras 6 del grupo control	5 semanas	El grupo intervención participó en un programa de entrenamiento de fuerza de los rotadores externos del hombro de 5 semanas de duración con 4 sesiones semanales. El efecto del programa de entrenamiento de fuerza fue evaluado al comparar los datos pre y postentrenamiento de 5 contracciones máximas excéntricas en un dinamómetro isocinético Kin-Com	El programa de entrenamiento aumentó significativamente el trabajo total excéntrico externo sin efectos significativos en el trabajo total concéntrico interno, pico de fuerza concéntrico interno o pico de fuerza concéntrico externo. Por lo tanto, este entrenamiento disminuye los desequilibrios musculares del hombro y, asimismo, el riesgo de lesiones

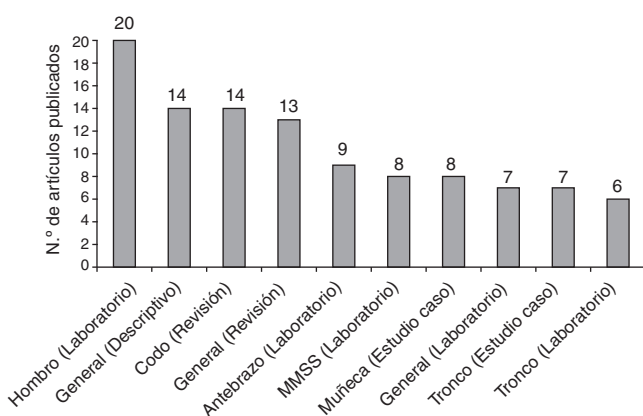


Renkawitz T, Boluki D, Linhardt O, Grifka J169	82 jugadores amateur de tenis, de los cuales 70 formaron parte del grupo intervención y 12 del grupo control	7 semanas	Se realizaron ejercicios de fuerza y propioceptivos en la zona del tronco y lumbar. Al comienzo y al final de las 7 semanas de entrenamiento se realizó un test de extensión de tronco isométrica máxima y se obtuvieron los datos de activación muscular	En la primera medición se obtuvieron datos de desequilibrios musculares lumbares izquierda-derecha en el erector espinal en el 58,5% de los tenistas, lo que también estuvo estadísticamente relacionado con la lateralidad del deportista. El grupo intervención demostró un aumento significativo de la fuerza de extensión máxima de tronco
Renkawitz T, Boluki D, Linhardt O, Grifka J169	15 jugadores junior, 5 M y 10 F, edad media de 13,0 ±1,5 años participaron en el estudio	6 semanas	Aplicación de un programa de entrenamiento neuromuscular al que se le añaden ejercicios diseñados para mejorar el equilibrio dinámico, la agilidad, la velocidad y la fuerza. El entrenamiento se realizó 3 veces/semana con una duración de 1,5 h/sesión, incluyendo calentamiento dinámico, entrenamiento pliométrico, entrenamiento de fuerza (MMII, MMSS y estabilizadores de tronco), habilidades específicas de tenis y flexibilidad	Tras la aplicación del programa se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas en todas las pruebas realizadas (triple salto cruzado monopodal, test de drive y revés, test de servicio y test de resistencia abdominal. Ningún deportista sufrió lesión alguna o desarrolló lesiones por sobreuso como resultado de la aplicación del programa de entrenamiento. Los resultados parecen demostrar que este programa de entrenamiento puede ser efectivo en la mejora de la mayoría de los índices neuromusculares analizados
Kibler WB, Chandler TJ170	51 jugadores de tenis, 29 M (edad media 13,6) y 22 F (edad media 13,2) participaron en el estudio	2 años	El programa de acondicionamiento empleó ejercicios estandarizados de flexibilidad de tipo estiramiento, mantenimiento y relajación. Se evaluó el seguimiento del programa por medio de preparadores físicos y de este modo los grupos a su vez se dividieron en alto seguimiento y bajo seguimiento	En comparación con el grupo control, el grupo experimental demostró una mejora significativa en <i>sit and reach</i> , rotación interna en hombro dominante y no dominante, rotación externa en hombro dominante y no dominante, gastronemio no dominante, banda iliotibial dominante, rotación interna de cadera dominante y no dominante, pronación del antebrazo dominante y no dominante, y flexión de muñeca en el brazo dominante. Las áreas con cambios más significativos fueron el hombro y la espalda, que corresponden a las áreas con mayor riesgo clínico de lesión

M: masculino; F: femenino; MMII: miembros inferiores; MMSS: miembros superiores.

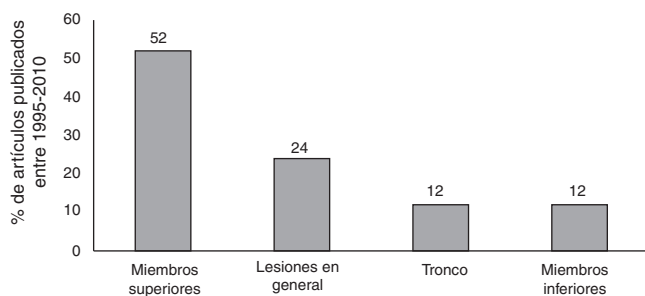
**Tabla 3** Clasificación de los artículos en función del tipo de estudio y de la región corporal afectada

Zona corporal	Laboratorio, n (%)	Descriptivo, n (%)	Intervención, n (%)	Estudio de caso, n (%)	Revisión, n (%)
Tronco	6 (3,95%)	1 (0,66%)	2 (1,31%)	7 (4,60%)	2 (1,31%)
Codo	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	14 (9,21%)
Miembro	20 (13,16%)	1 (0,66%)	2 (1,31%)	1 (0,66%)	5 (3,29%)
General	7 (4,60%)	14 (9,21%)	2 (1,31%)	0 (0%)	13 (8,55%)
Miembros inferiores	2 (1,31%)	0 (0%)	1 (0,66%)	1 (0,66%)	0 (0%)
Pie	5 (3,29%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0,66%)	2 (1,31%)
Rodilla	0 (0%)	1 (0,66%)	0 (0%)	1 (0,66%)	0 (0%)
Muñeca	2 (1,31%)	1 (0,66%)	0 (0%)	8 (5,26%)	0 (0%)
Antebrazos	9 (5,92%)	0 (0%)	0 (0,73%)	4 (2,63%)	0 (0%)
Miembros superiores	8 (5,26%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (1,31%)	3 (1,97%)
Cadera	2 (1,31%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0,66%)	1 (0,66%)
Total	61	18	7	26	40

**Figura 8** Perfil de los 10 artículos estadísticamente más publicados en el periodo transcurrido entre 1995 y 2010.

Teniendo en cuenta los datos de la [tabla 3](#), se pueden extraer cuáles son los 10 perfiles de artículos estadísticamente más publicados en los últimos 15 años ([fig. 8](#)).

Por último, en la [figura 9](#) se muestra la distribución por zonas corporales de los 152 artículos analizados en la presente revisión con el fin de discutir posteriormente si esta distribución es la más adecuada teniendo en cuenta la localización de las lesiones tratadas en los estudios descriptivos epidemiológicos.

**Figura 9** Porcentaje de artículos publicados en el periodo 1995-2010 según la zona corporal estudiada.

## Discusión

A pesar de apreciar una gran variabilidad entre las incidencias lesionales establecidas y los diseños de estudio utilizados, las incidencias de lesiones en tenis se pueden comparar con las indicadas en otros deportes. Para ello se va a tomar como referencia el estudio publicado por Junge et al.<sup>155</sup>, en el que se indican las incidencias lesionales de todos los deportes practicados durante los Juegos Olímpicos de 2008 en Beijing. En este estudio se definió lesión como cualquier problema musculoesquelético (traumático o por sobreuso) ocurrido recientemente debido a la competición o el entrenamiento durante los XXIX Juegos Olímpicos de Beijing y que tiene como consecuencia la ausencia de la competición o entrenamiento<sup>156</sup>. Se comunicó un total de 1.055 lesiones, lo que equivale a una incidencia de 96,1 lesiones por cada 1.000 atletas en aproximadamente la mitad de los diagnósticos —concretamente el 54,2%— afectaron a los miembros inferiores, el 19,7% a los miembros superiores y el 13,4% al tronco. Estos datos obtenidos son muy similares a los reportados en los estudios descriptivos epidemiológicos analizados en el presente artículo ([tabla 1](#)). Cabe destacar que de todos los estudios descriptivos epidemiológicos analizados, solamente en dos de ellos la incidencia lesional es superior en el tronco en comparación con los miembros inferiores<sup>78,82</sup>. De este modo, en la práctica totalidad de los artículos publicados aproximadamente la mitad de las lesiones afectan a las extremidades inferiores. Esta afirmación está en concordancia con muchas otras publicaciones sobre epidemiología lesional en otros deportes<sup>156-158</sup>.

Resulta especialmente llamativo que a pesar de la gran cantidad de evidencia científica que indica un mayor porcentaje de lesiones en los miembros inferiores y en el tronco en comparación con los miembros superiores, en absolutamente todos los grupos divididos por diseño de estudio (estudios de laboratorio, estudios descriptivos epidemiológicos, estudios de intervención, estudios de caso y revisiones bibliográficas) se estudiaron con mayor frecuencia las lesiones en los miembros superiores. De hecho, como se puede comprobar en la [figura 9](#), solamente el 24% del total de estudios analizados en esta revisión bibliográfica tienen los miembros inferiores y el tronco como objeto de estudio. Además, también se pueden tener en cuenta los datos

expuestos en la [figura 8](#), donde se puede comprobar que de los 10 artículos estadísticamente más publicados en el periodo transcurrido entre 1995 y 2010, solamente 2 de ellos hacen referencia a lesiones en el tronco y ninguno de ellos a lesiones en los miembros inferiores. Realmente desconocemos la razón de la gran cantidad de artículos publicados sobre lesiones en los miembros superiores, pero una posible hipótesis sería la gran profusión de dinamómetros isocinéticos en los laboratorios y su fácil utilización para comprobar desequilibrios musculares sobre todo en la zona del hombro. Los electromiogramas también se utilizan en gran medida en este tipo de estudios, sobre todo los fijos, que son los más comúnmente utilizados en nuestros laboratorios y que, por lo tanto, solamente se pueden utilizar en estático. De ahí su facilidad de aplicación en los miembros superiores y en el tronco, ya que el sujeto no necesita estar en movimiento. Para realizar pruebas en movimiento en los miembros inferiores se necesitaría un electromiograma portátil, habitualmente menos utilizado.

Por otro lado, aproximadamente la mitad de las lesiones descritas en los estudios epidemiológicos analizados conllevan pérdida de práctica deportiva, lo que es comparable a muchos otros estudios que utilizan similares definiciones de lesión y métodos de tomas de datos<sup>159-164</sup>.

Siguiente con el estudio de Junge et al.<sup>155</sup> en el que se estudia la incidencia lesional de todos los deportes practicados en los Juegos Olímpicos de Beijing, la tasa lesional en tenis (5,9% de los deportistas) es relativamente baja en comparación con otros deportes como el fútbol (31,5%), el taekwondo (27%), el hockey (20,4%), el balonmano (17,4%), el levantamiento de peso (16,9%) y el boxeo (14,9%). Sin embargo, la incidencia lesional en el tenis se puede considerar alta si solo se tienen en cuenta los deportes en los que no hay contacto, como es el caso de la vela (0,8%), el kayak y la canoa (1,2%), la natación sincronizada (1,9%), el buceo (2,1%), la esgrima (2,4%) y la natación (3,4%). De hecho, solamente 3 de todos los deportes olímpicos en los que no hay contacto entre los jugadores tienen índices lesionales superiores: el voleibol (8,0%), la gimnasia (7,5%) y el tiro con arco (7,0%). Estos datos nos hacen concluir que todavía queda un importante trabajo pendiente a la hora de elaborar estrategias que reduzcan el índice de lesiones en el tenis. Sin embargo, y a pesar de los resultados encontrados en todos los estudios analizados, no existe en la literatura especializada ninguna publicación en la que se hagan comparaciones directas entre los riesgos de lesión o la prevalencia de lesión a lo largo de la vida deportiva entre el tenis y otros deportes.

En cuanto a los estudios de intervención, hasta este momento no existe en la literatura ninguna revisión bibliográfica ni sistemática en la que aparezcan publicaciones donde se apliquen estrategias de prevención para reducir las lesiones asociadas a la práctica del tenis. De hecho, de los 7 estudios en los que se aplican protocolos de ejercicios con el fin de reducir el índice de lesiones<sup>165-171</sup>, en ninguno de ellos se comprueba si realmente esa reducción ha sido efectiva en los jugadores de tenis.

En el estudio de intervención de Kibler y Chandler<sup>170</sup> en el que 51 jugadores de tenis realizaban un protocolo específico de ejercicios de estiramiento se demostró que los ejercicios mejoraban el rango de movimiento. A pesar de que no se registró el índice de lesiones, los autores

hipotetizaron que el programa de estiramientos reduciría el riesgo de padecer lesiones jugando al tenis. Actualmente no existe evidencia superior de sufrir lesiones en el tenis. En una revisión sistemática de estudios de intervención sobre los efectos de los estiramientos<sup>172</sup> se demostró que los estiramientos previos al ejercicio no daban lugar a una reducción del riesgo de padecer lesiones deportivas. Sin embargo estos autores indicaron que la generalización de esta conclusión requeriría una mayor investigación. De este modo resultaría de gran utilidad investigar los efectos del programa diseñado por Kibler y Chandler<sup>170</sup> en la incidencia lesional en el tenis.

Por otro lado, si tenemos en cuenta todos los estudios descriptivos epidemiológicos analizados, y considerando que la zona corporal más propensa a padecer lesiones en los jugadores de tenis son los miembros inferiores, seguidos por el tronco y, en último lugar, por los miembros superiores, solamente se ha publicado un estudio de intervención sobre lesiones en los miembros inferiores<sup>167</sup>, 2 que tratan sobre lesiones en el tronco<sup>165,169</sup> y uno que trata tanto las lesiones en los miembros inferiores como en el tronco<sup>171</sup>. Estos artículos hacen referencia a los beneficios del entrenamiento de la propiocepción, de la fuerza y de los estiramientos para prevenir lesiones en los jugadores de tenis. Existen numerosos y muy recientes artículos que demuestran que el entrenamiento de la propiocepción, junto con el fortalecimiento de la musculatura estabilizadora, reduce el índice de lesiones en los miembros inferiores y en el tronco<sup>173-176</sup>. Sin embargo, en ninguno de los 4 artículos de intervención encontrados en nuestra revisión bibliográfica se procede a una toma de medidas pasado cierto tiempo para comprobar si realmente el sujeto se ha lesionado menos o si las ganancias adquiridas se mantienen con el paso de las semanas.

Por último, nos gustaría hacer referencia a los datos mostrados en la [figura 7](#). Como se puede comprobar, solamente entre el año 2006 y 2007 se han publicado un total de 46 artículos sobre lesiones en el tenis, lo que supone el 30% del total de artículos publicados en un periodo de 15 años. Realmente desconocemos a qué se debe este aumento en el número de publicaciones, pero si analizamos los datos de forma más detallada se puede comprobar que en 28 de los 46 artículos publicados (61% del total) la temática tratada se divide solamente en 3 grandes grupos: estudios de laboratorio sobre desequilibrios musculares en los miembros superiores detectados con dinamómetros isocinéticos (30%); estudios sobre fracturas de estrés en los miembros superiores (20%), y revisiones bibliográficas sobre la epicondilitis (11%). A fin de comprobar si el aumento en el número de publicaciones obedece a criterios mediáticos —y por lo tanto este aumento se deba a una mayor trascendencia de las lesiones sufridas por los deportistas profesionales— se cuantificaron las lesiones padecidas por los 10 mejores tenistas del ranking de la ATP<sup>177</sup> en los años 2005, 2006 y 2007. Dieciséis jugadores estuvieron entre las 10 primeras posiciones del ranking en este periodo de 3 años, y en ellos se contabilizó un total de 38 lesiones<sup>178</sup>. Las más comunes fueron las lesiones musculares en la zona del muslo (8 lesiones), lesiones de espalda (7 lesiones) y las de hombro (6 lesiones). Las lesiones que se dieron en menor medida fueron las de muñeca (4 lesiones), tobillo (4 lesiones), abdominal (3 lesiones), rodilla (2 lesiones), codo (2 lesiones),

cuello (una lesión) y cadera (una lesión). Como se puede comprobar, el perfil lesivo de los jugadores profesionales analizados en el periodo transcurrido entre 2005 y 2007 difiere bastante del enfoque dado a los artículos publicados entre 2006 y 2007, por lo que podría descartarse que esta fuera la razón del aumento en el número de artículos mencionado con anterioridad.

Otro posible enfoque para este aumento en el número de publicaciones sería el tecnológico, es decir, que para la elección del tipo de estudio de investigación solamente se tuvieran en cuenta los aparatos necesarios para realizar las mediciones y no tanto las necesidades reales de los practicantes de este deporte. Para estudiar lesiones como las epicondilitis se hace necesaria la utilización de la resonancia magnética, que es considerada el gold standard. Del mismo modo, para cuantificar los desequilibrios musculares entre los agonistas y antagonistas de un grupo muscular dado se requiere la utilización de un dinamómetro isocinético. Por lo tanto, podría darse la posibilidad de que este periodo de tiempo transcurrido entre 2006 y 2007 coincida con un aumento de la adquisición de este tipo de aparataje por parte de los centros de investigación encargados de llevar a cabo los estudios.

Sin embargo, lo que llama especialmente la atención es el hecho de que en años posteriores (2008 y 2009) el número de publicaciones ha ido descendiendo, apreciándose un pequeño repunte en el año 2010. Esto posiblemente se deba al hecho de que los investigadores principales, tras comprobar el gran número de publicaciones existentes en 2006 y 2007 sobre los temas ya discutidos con anterioridad, se decidieran por abrir nuevas líneas de investigación, con la dificultad que esto conlleva y por lo tanto con el consiguiente descenso en el número de publicaciones anuales en el campo de las lesiones en el tenis. De hecho, se ha podido apreciar que el 32% de los artículos publicados en 2010 tratan sobre los desequilibrios existentes entre el brazo dominante y el no dominante<sup>42,44-47</sup>, tema éste que en años anteriores no había sido tratado de forma tan específica.

Por último, nos gustaría indicar que a pesar de que se han revisado de forma exhaustiva todos los artículos publicados sobre las lesiones en el tenis, creemos en el presente trabajo de investigación tiene algunas limitaciones. Los estudios elegidos para esta revisión proceden de bases de datos electrónicas o publicaciones, así que todos los artículos no publicados no se han incluido. Además, tampoco se han incluido los artículos publicados en otros idiomas que no sean inglés, alemán o español. A pesar de todo ello, creemos que se han identificado los artículos clave.

Teniendo en cuenta las limitaciones arriba descritas, los principales hallazgos de la presente revisión bibliográfica son:

- Existe una gran variación en la incidencia lesional en el tenis en los estudios analizados.
- La gran mayoría de las lesiones tienen lugar en las extremidades superiores y, por último, del tronco.
- Existen muy pocos estudios en los que se indique la relación entre los factores de riesgo y la aparición de lesiones en el tenis.

- La poca cantidad de estudios de intervención publicados desde el año 1995 hasta la actualidad en el área de las lesiones en el tenis (solo 7 artículos publicados).

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries — a methodological approach. *Br J Sports Med.* 2003;37:384-92.
2. Conn JM, Annett JL, Gilchrist J. Sports and recreation related injury episodes in the US population, 1997-99. *Inj Prev.* 2003;9:117-23.
3. ITF. International Tennis Federation 2010 [consultado 30/4/2011]. Disponible en: [www.itftennis.com](http://www.itftennis.com).
4. García Ferrando M. Posmodernidad y deporte: entre la individualización y la masificación. Encuesta sobre hábitos deportivos de los españoles 2005. Madrid: CIS. CSD; 2006.
5. Pluim B, Safran M. From breakpoint to advantage: A practical guide to optimal tennis health and performance. Solana Beach: USRSA; 2004.
6. Fuller CW, Bahr R, Dick RW, Meeuwisse WH. A framework for recording recurrences, reinjuries, and exacerbations in injury surveillance. *Clin J Sport Med.* 2007;17:197-200.
7. Last J. A dictionary of epidemiology. 4.<sup>a</sup> ed Nueva York: Oxford University Press; 2001.
8. Mosby's Medical Nursing. Allied health dictionary. 8.<sup>a</sup> ed. St Louis: Mosby Elsevier; 2009.
9. Mosby's dictionary of complementary & alternative medicine. St Louis: Elsevier Health Sciences; 2005.
10. Bahamonde RE, Knudson D. Kinetics of the upper extremity in the open and square stance tennis forehand. *J Sci Med Sport.* 2003;6:88-101.
11. Blackwell J, Knudson D. Effect of type 3 (oversize) tennis ball on serve performance and upper extremity muscle activity. *Sports Biomech.* 2002;1:187-92.
12. Brasseur JL, Lucidarme O, Tardieu M, Tordeur M, Montalvan B, Parier J, et al. Ultrasonographic rotator-cuff changes in veteran tennis players: The effect of hand dominance and comparison with clinical findings. *Eur Radiol.* 2004;14:857-64.
13. Colak T, Bamac B, Ozbek A, Budak F, Bamac YS. Nerve conduction studies of upper extremities in tennis players. *Br J Sports Med.* 2004;38:632-5.
14. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Vanderstraeten GG, Cambier DC. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med.* 2004;38:64-8.
15. Cools AM, Johansson FR, Cambier DC, Vande Velde A, Palmans T, Witvrouw EE. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *Br J Sports Med.* 2010;44:678-84.
16. Ellenbecker T, Roetert EP. Age specific isokinetic glenohumeral rotation range of motion in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport.* 2003;6:63-70.
17. Ellenbecker TS, Roetert EP, Piorkowski PA, Schulz DA. Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24:336-41.
18. Ellenbecker TS, Roetert EP. Testing isokinetic muscular fatigue of shoulder internal and external rotation in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999;29:275-81.

19. Ellenbecker TS, Roetert EP. Effects of a 4-month season on glenohumeral joint rotational strength and range of motion in female collegiate tennis players. *J Strength Cond Res.* 2002;16:92-6.
20. Ellenbecker TS, Roetert EP, Bailie DS, Davies GJ, Brown SW. Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:2052-6.
21. Ellenbecker TS, Roetert EP, Riewald S. Isokinetic profile of wrist and forearm strength in elite female junior tennis players. *Br J Sports Med.* 2006;40:411-4.
22. Escamilla RF, Andrews JR. Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Med.* 2009;39:569-90.
23. Hatch 3rd GF, Pink MM, Mohr KJ, Sethi PM, Jobe FW. The effect of tennis racket grip size on forearm muscle firing patterns. *Am J Sports Med.* 2006;34:1977-83.
24. Hoy G, Wood T, Phillips N, Connell D, Hughes DC. When physiology becomes pathology: The use of magnetic resonance imaging in evaluating bone marrow oedema in the humerus in elite tennis players with an upper limb pain syndrome. *Br J Sports Med.* 2006;40:710-3, discussion 713.
25. Julienne R, Gauthier A, Moussay S, Davenne D. Isokinetic and electromyographic study of internal and external rotator muscles of tennis player. *Isokinetics & Exercise Science.* 2007;15:173-82.
26. Kibler WB, Chandler TJ, Shapiro R, Conuel M. Muscle activation in coupled scapulohumeral motions in the high performance tennis serve. *Br J Sports Med.* 2007;41:745-9.
27. Knudson D, Blackwell J. Upper extremity angular kinematics of the one-handed backhand drive in tennis players with and without tennis elbow. *Int J Sports Med.* 1997;18:79-82.
28. Lee JC, Malara FA, Wood T, Hoy G, Saifuddin A, Connell DA. MRI of stress reaction of the distal humerus in elite tennis players. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;187:901-4.
29. Li FX, Fewtrell D, Jenkins M. String vibration dampers do not reduce racket frame vibration transfer to the forearm. *J Sports Sci.* 2004;22:1041-52.
30. Maquirriain J, Ghisi JP, Amato S. Is tennis a predisposing factor for degenerative shoulder disease? A controlled study in former elite players. *Br J Sports Med.* 2006;40:447-50.
31. Mavidis A, Vamvakoulis S, Metaxas T, Stefanidis P, Koutlianos N, Christoulas K, et al. Morphology of the deltoid muscles in elite tennis players. *J Sports Sci.* 2007;25:1501-6.
32. Oyama S, Myers JB, Wassinger CA, Ricci D, Lephart SM. Asymmetric resting scapular posture in healthy overhead athletes. *Journal of Athletic Training.* 2008;43:565-70.
33. Rogowski I, Creveaux T, Faucon A, Rota S, Champely S, Guillot A, et al. Relationship between muscle coordination and racket mass during forehand drive in tennis. *Eur J Appl Physiol.* 2009;107:289-98.
34. Saccol MF, Gracitelli GC, Da Silva RT, Laurino CFDS, Fleury AM, Andrade MDS, et al. Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. *Physical Therapy in Sport.* 2010;11:8-11.
35. Seeley MK, Uhl TL, McCrory J, McGinn P, Ben Kibler W, Shapiro R. A comparison of muscle activations during traditional and abbreviated tennis serves. *Sports Biomechanics.* 2008;7:248-59.
36. Silva RT, Gracitelli GC, Saccol MF, Laurino CF, Silva AC, Braga-Silva JL. Shoulder strength profile in elite junior tennis players: Horizontal adduction and abduction isokinetic evaluation. *Br J Sports Med.* 2006;40:513-7, discussion 517.
37. Stanley A, McGann R, Hall J, McKenna L, Briffa NK. Shoulder strength and range of motion in female amateur-league tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004;34:402-9.
38. Stroede CL, Noble L, Walker HS. The effect of tennis racket string vibration dampers on racket handle vibrations and discomfort following impacts. *J Sports Sci.* 1999;17:379-85.
39. Tanabe S, Ito A. A three-dimensional analysis of the contributions of upper limb joint movements to horizontal racket head velocity at ball impact during tennis serving. *Sports Biomechanics.* 2007;6:418-33.
40. Wu SK, Gross MT, Prentice WE, Yu B. Comparison of ball-and-racquet impact force between two tennis backhand stroke techniques. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31:247-54.
41. Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, Mahieu NN, Witvrouw EE. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:25-33.
42. Kagaya A, Ohmori F, Okuyama S, Muraoka Y, Sato K. Blood flow and arterial diameter change during graded handgrip exercise in dominant and non-dominant forearms of tennis players. *Adv Exp Med Biol.* 2010;662:365-70.
43. Konda S, Yanai T, Sakurai S. Scapular rotation to attain the peak shoulder external rotation in tennis serve. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:1745-53.
44. Olmedillas H, Sanchis-Moysi J, Fuentes T, Guadalupe-Grau A, Ponce-Gonzalez JG, Morales-Alamo D, et al. Muscle hypertrophy and increased expression of leptin receptors in the musculus triceps brachii of the dominant arm in professional tennis players. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:749-58.
45. Sanchis-Moysi J, Dorado C, Olmedillas H, Serrano-Sanchez JA, Calbet JA. Bone and lean mass inter-arm asymmetries in young male tennis players depend on training frequency. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110:83-90.
46. Sanchis-Moysi J, Dorado C, Olmedillas H, Serrano-Sanchez JA, Calbet JA. Bone mass in prepubertal tennis players. *Int J Sports Med.* 2010;31:416-20.
47. Sanchis-Moysi J, Idoate F, Olmedillas H, Guadalupe-Grau A, Alayon S, Carreras A, et al. The upper extremity of the professional tennis player: muscle volumes, fiber-type distribution and muscle strength. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:524-34.
48. Ducher G, Daly RM, Bass SL. Effects of repetitive loading on bone mass and geometry in young elite tennis players: A quantitative study using MRI. *J Bone Miner Res.* 2009;24:1686-92.
49. Chow JW, Park SA, Tillman MD. Lower trunk kinematics and muscle activity during different types of tennis serves. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2009;1:24.
50. Girard O, Eicher F, Fourchet F, Micallef JP, Millet GP. Effects of the playing surface on plantar pressures and potential injuries in tennis. *Br J Sports Med.* 2007;41:733-8.
51. Malliou VJ, Beneka AG, Gioftsidou AF, Malliou PK, Kallistratos E, Pafis GK, et al. Young tennis players and balance performance. *J Strength Cond Res.* 2010;24:389-93.
52. Stacoff A, Steger J, Stussi E, Reinschmidt C. Lateral stability in sideward cutting movements. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:350-8.
53. Stiles VH, Dixon SJ. The influence of different playing surfaces on the biomechanics of a tennis running forehand foot plant. *J Appl Biomech.* 2006;22:14-24.
54. Thijs Y, Van Tiggelen D, Willems T, De Clercq D, Witvrouw E. Relationship between hip strength and frontal plane posture of the knee during a forward lunge. *Br J Sports Med.* 2007;41:723-7, discussion 727.
55. Vad VB, Gebeh A, Dines D, Altchek D, Norris B. Hip and shoulder internal rotation range of motion deficits in professional tennis players. *J Sci Med Sport.* 2003;6:71-5.
56. Girard O, Micallef JP, Millet GP. Effects of the playing surface on plantar pressures during the first serve in tennis. *Int J Sports Physiol Perform.* 2010;5:384-93.
57. Girard O, Eicher F, Micallef JP, Millet G. Plantar pressures in the tennis serve. *J Sports Phys Ther.* 2010;873-80.
58. Alyas F, Turner M, Connell D. MRI findings in the lumbar spines of asymptomatic, adolescent, elite tennis players. *Br J Sports Med.* 2007;41:836-41.

59. Connell D, Ali K, Javid M, Bell P, Batt M, Kemp S. Sonography and MRI of rectus abdominis muscle strain in elite tennis players. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;187:1457-61.
60. Dalichau S, Scheele K. Influence of sports mechanic demands in competitive tennis on the thoracolumbar spinal profile. *Sportverletz Sportschaden.* 2002;16:64-9.
61. Kawasaki S, Imai S, Inaba H, Masuda T, Ishida A, Okawa A, et al. The lower lumbar spine motion and the axial rotational motion of a body during one-handed and double-handed backhand stroke in tennis. *Int J Sports Med.* 2005;26:617-21.
62. Knudson D, Blackwell J. Trunk muscle activation in open stance and square stance tennis forehands. *Int J Sports Med.* 2000;21:321-4.
63. Ruiz-Cotorro A, Balius-Matas R, Estruch-Massana AE, Vilario Angulo J. Spondylolysis in young tennis players. *Br J Sports Med.* 2006;40:441-6, discussion 446.
64. Bergeron MF, Waller JL, Marinik EL. Voluntary fluid intake and core temperature responses in adolescent tennis players: Sports beverage versus water. *Br J Sports Med.* 2006;40:406-10.
65. Goktepe A, Ak E, Sogut M, Karabork H, Korkusuz F. Joint angles during successful and unsuccessful tennis serves kinematics of tennis serve. *Eklemler Hastalik Cerrahisi.* 2009;20:156-60.
66. Morante SM, Brotherhood JR. Air temperature and physiological and subjective responses during competitive singles tennis. *Br J Sports Med.* 2007;41:773-8.
67. Morante SM, Brotherhood JR. Autonomic and behavioural thermoregulation in tennis. *Br J Sports Med.* 2008;42:679-85, discussion 685.
68. Morante SM, Brotherhood JR. Thermoregulatory responses during competitive singles tennis. *Br J Sports Med.* 2008;42:736-41.
69. Reid M, Elliott B, Alderson J. Lower-limb coordination and shoulder joint mechanics in the tennis serve. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:308-15.
70. Girard O, Millet GP. Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. *J Strength Cond Res.* 2009;23:1867-72.
71. Beachy G, Akau CK, Martinson M, Olderr TF. High school sports injuries. A longitudinal study at Punahou School: 1988 to 1996. *Am J Sports Med.* 1997;25:675-81.
72. Hjelm N, Werner S, Renstrom P. Injury profile in junior tennis players: A prospective two year study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:845-50.
73. Hutchinson MR, Laprade RF, Burnett 2nd QM, Moss R, Terpstra J. Injury surveillance at the USTA Boys' Tennis Championships: A 6-yr study. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:826-30.
74. Jayanthi N, Sallay P, Hunker P, Przybylski M. Skill-level related injuries in recreational competition tennis players. *Med Sci Tennis.* 2005;10:12-5.
75. Jenkins JG, Diamond PT, Gale SD. Tennis injuries: a 10-year analysis of the national electronic injury surveillance system database (Poster Session.). *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:1662-70.
76. Kuhne CA, Zettl RP, Nast-Kolb D. Injuries — and frequency of complaints in competitive tennis — and leisure sports. *Sportverletz Sportschaden.* 2004;18:85-9.
77. Oldenzel K, Stam C. *Tennisblessures.* Amsterdam, Países Bajos: Consumer Safety Institute; 2008. p. 1-11.
78. Safran M, Hutchinson M, Moss R, Albrandt J. A comparison of injuries in elite boys and girls tennis players. En: *Presentado en 9th Annual meeting of the American Society for Tennis Medicine and Science.* 1999.
79. Sallis RE, Young K, Sunshine S, Smith G, Simon L. Comparing sports injuries in men and women. *Int J Sports Med.* 2001;22:420-3.
80. Silva RT, Takahashi R, Berra B, Cohen M, Matsumoto MH. Medical assistance at the Brazilian juniors tennis circuit — a one-year prospective study. *J Sci Med Sport.* 2003;6:14-8.
81. Steinbruck K. Epidemiology of sports injuries — 25-year-analysis of sports orthopedic-traumatologic ambulatory care. *Sportverletz Sportschaden.* 1999;13:38-52.
82. Veijgen N. *Injuries: A Retrospective Cohort Study of Risk Factors for Tennis Related Injuries in The Netherlands.* Amsterdam, Países Bajos: Free University; 2007.
83. Weijermans DNBF, Van Mechelen W. *Blessures bij outdoor-tennis.* Geneesk Sport. 1998:95-9.
84. 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. *Br J Sports Med.* 2009;43:893-7.
85. Laudner K, Sipes R. The incidence of shoulder injury among collegiate overhead athletes. *Journal of Intercollegiate Sports.* 2009;2:260-8.
86. Tagliapietra AS, Michaud J, Derchi LE, Sormani MP, Martinoli C. Wrist injuries in nonprofessional tennis players: relationships with different grips. *Am J Sports Med.* 2009;37:760-7.
87. Spector TD, Harris PA, Hart DJ, Cicuttini FM, Nandra D, Etherington J, et al. Risk of osteoarthritis associated with long-term weight-bearing sports: a radiologic survey of the hips and knees in female ex-athletes and population controls. *Arthritis Rheum.* 1996;39:988-95.
88. Saraux A, Guillodo Y, Devauchelle V, Allain J, Guedes C, Le Goff P. Are tennis players at increased risk for low back pain and sciatica? *Rev Rhum Engl Ed.* 1999;66:143-5.
89. Bessalchuk A, Okada K, Nishida J, Takahashi S, Shimada Y, Itoi E. Stress fracture of the second metacarpal bone. *Skeletal Radiol.* 2004;33:537-40.
90. Caiati JM, Masters CM, Todd EJ, Benvenisty AI, Todd GJ. Symptomatic axillary artery dissection in a tennis player. *Case report. Am J Sports Med.* 2000;28:411-2.
91. Fragniere B, Landry M, Siegrist O. Stress fracture of the ulna in a professional tennis player using a double-handed backhand stroke. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001;9:239-41.
92. Knobloch K, Spies M, Busch KH, Vogt PM. Sclerosing therapy and eccentric training in flexor carpi radialis tendinopathy in a tennis player. *Br J Sports Med.* 2007;41:920-1.
93. Maquirriain J, Ghisi JP. Stress injury of the lunate in tennis players: a case series and related biomechanical considerations. *Br J Sports Med.* 2007;41:812-5, discussion 815.
94. Montalvan B, Parier J, Brasseur JL, Le Viet D, Drape JL. Extensor carpi ulnaris injuries in tennis players: a study of 28 cases. *Br J Sports Med.* 2006;40:424-9, discussion 429.
95. Nakamura T, Kambayashi J, Kawasaki T, Hira T. Hypothenar hammer syndrome caused by playing tennis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1996;11:240-2.
96. Noel B, Hayoz D. A tennis player with hand claudication. *Vasa.* 2000;29:151-3.
97. Park JY, Lhee SH, Keum JS. Rupture of latissimus dorsi muscle in a tennis player. *Orthopedics.* 2008;31:1043-4.
98. Silva RT, Hartmann LG, Laurino C. Stress reaction of the humerus in tennis players. *Br J Sports Med.* 2007;41:824-6.
99. Sinha AK, Kaeding CC, Wadley GM. Upper extremity stress fractures in athletes: clinical features of 44 cases. *Clin J Sport Med.* 1999;9:199-202.
100. Tsur A, Gillson S. Brachial biceps tendon injuries in young female high-level tennis players. *Croat Med J.* 2000;41:184-5.
101. Waninger KN, Lombardo JA. Stress fracture of index metacarpal in an adolescent tennis player. *Clin J Sport Med.* 1995;5:63-6.
102. Xarchas KC, Leviet D. Non rheumatoid closed rupture of extensor carpi ulnaris tendon. Report of a case in a professional athlete. *Acta Orthop Belg.* 2002;68:399-402.

103. Balias R, Pedret C, Estruch A, Hernandez G, Ruiz-Cotorro A, Mota J. Stress fractures of the metacarpal bones in adolescent tennis players: a case series. *Am J Sports Med.* 2010;12:15–20.
104. Daley L, Phillips N. Case study: osteochondritis dissecans of the knee in a young elite tennis player. *SportEX Medicine.* 2007;34:10–5.
105. Lowry AW, McFarland EG, Cosgarea AJ, Sonin A, Farmer KW. Partial rupture of the quadriceps tendon in a tennis player. *Clin J Sport Med.* 2001;11:277–9.
106. Trepman E, Mizel MS, Newberg AH. Partial rupture of the flexor hallucis longus tendon in a tennis player: A case report. *Foot Ankle Int.* 1995;16:227–31.
107. Van Zoest WJ, Janssen RP, Tseng CM. An uncommon ankle sprain. *Br J Sports Med.* 2007;41:849–50.
108. Hofmann A, Weishaupt P. High performance sports and backache: The value of functional analysis and progressive dynamic strength training of the trunk muscles. Case report of a 15-year-old high performance tennis player. *Sportverletz Sportschaden.* 1999;13:M7–9.
109. Maquirriain J, Ghisi JP. Uncommon abdominal muscle injury in a tennis player: internal oblique strain. *Br J Sports Med.* 2006;40:462–3.
110. Mithofer K, Giza E. Pseudarthrosis of the first rib in the overhead athlete. *Br J Sports Med.* 2004;38:221–2.
111. Silva RT, De Bortoli A, Laurino CF, Abdalla RJ, Cohen M. Sacral stress fracture: An unusual cause of low back pain in an amateur tennis player. *Br J Sports Med.* 2006;40:460–1.
112. Trieb K, Huber W, Kainberger F. A rare reason for the end of a career in competitive tennis. *J Sports Med Phys Fitness.* 2008;48:120–2.
113. Vaughn HT, Nitsch W. Iliac anterior rotation hypermobility in a female collegiate tennis player. *Phys Ther.* 2008;88:1578–90.
114. Clarke AW, Connell DA. Case report: bilateral ischial stress fractures in an elite tennis player. *Skeletal Radiol.* 2009;38:711–4.
115. Bahamonde R. Review of the biomechanical function of the elbow joint during tennis strokes. *International Sport Medicine Journal.* 2005;6:42–63.
116. Behr CT, Altchek DW. The elbow. *Clin Sports Med.* 1997;16:681–704.
117. Bisset L, Paungmali A, Vicenzino B, Beller E. A systematic review and meta-analysis of clinical trials on physical interventions for lateral epicondylalgia. *Br J Sports Med.* 2005;39:411–22, discussion 422.
118. Brown M. The older athlete with tennis elbow — rehabilitation considerations. *Clin Sports Med.* 1995;14:267–75.
119. Caldwell GL, Safran MR. Elbow problems in the athlete. *Orthop Clin North Am.* 1995;26:465–85.
120. Cools A, Declercq G, Cagnie B, Cambier D, Witvrouw E. Internal impingement in the tennis player: Rehabilitation guidelines. *Br J Sports Med.* 2008;42:165–71.
121. De Smedt T, de Jong A, Van Leemput W, Lieven D, Van Glabbeek F. Lateral epicondylitis in tennis: Update on aetiology, biomechanics and treatment. *Br J Sports Med.* 2007;41: 816–9.
122. Eygendaal D, Rahussen FTG, Diercks RL. Biomechanics of the elbow joint in tennis players and relation to pathology. *Br J Sports Med.* 2007;41:820–3.
123. Hennig EM. Influence of racket properties on injuries and performance in tennis. *Exerc Sport Sci Rev.* 2007;35:62–6.
124. Hume PA, Reid D, Edwards T. Epicondylar injury in sport: Epidemiology, type, mechanisms, assessment, management and prevention. *Sports Med.* 2006;36:151–70.
125. Jones GS. Upper extremity stress fractures. *Clin Sports Med.* 2006;25:159–174.
126. Kibler WB. Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clin Sports Med.* 1995;14:79–85.
127. Kibler WB, Chandler TJ, Livingston BP, Roetert EP. Shoulder range of motion in elite tennis players: Effect of age and years of tournament play. *Am J Sports Med.* 1996;24:279–85.
128. Kohia M, Brackley J, Byrd K, Jennings A, Murray W, Wilfong E. Effectiveness of physical therapy treatments on lateral epicondylitis. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2008;17:119–36.
129. Kibler WB, Maffulli N. The epidemiology of injuries in sport. *International SportMed Journal.* 2005;6:25–33.
130. Magra M, Caine D, Maffulli N. A review of epidemiology of paediatric elbow injuries in sports. *Sports Med.* 2007;37:717–35.
131. Marx RG, Sperling JW, Cordasco FA. Overuse injuries of the upper extremity in tennis players. *Clin Sports Med.* 2001;20:439–51.
132. Ramappa AJ, Hawkins RJ, Suri M. Shoulder disorders in the overhead athlete. *Instr Course Lect.* 2007;56:35–43.
133. Safran MR. Elbow injuries in athletes — a review. *Clin Orthop.* 1995:257–77.
134. Van der Hoeven H, Kibler WB. Shoulder injuries in tennis players. *Br J Sports Med.* 2006;40:435–40, discussion 440.
135. Poltawski L, Jayaram V, Watson T. Measurement issues in the sonographic assessment of tennis elbow. *J Clin Ultrasound.* 2010;38:196–204.
136. Mallen CD, Chesterton LS, Hay EM. Tennis elbow. *BMJ.* 2009;339:b3180.
137. Reinschmidt C, Nigg BM. Current issues in the design of running and court shoes. *Sportverletzung-Sportschaden.* 2000;14:71–81.
138. Sparrow D. Hip service: the pace of today's game has put more stress on this joint. Here's how to keep it in working order. *Tennis.* 2002;38:62–3.
139. Zecher SB, Leach RE. Lower leg and foot injuries in tennis and other racquet sports. *Clin Sports Med.* 1995;14:223–39.
140. Kozanoglu ME, Bavli O. Low back pain in athletes, prevention and rehabilitation strategies. *Turkiye Klinikleri Tip Bilimleri Dergisi.* 2009;29:474–80.
141. Maquirriain J, Ghisi JP, Kokalj AM. Rectus abdominis muscle strains in tennis players. *Br J Sports Med.* 2007;41:842–8.
142. Bergeron MF. Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *J Sci Med Sport.* 2003;6:19–27.
143. Bylak J, Hutchinson MR. Common sports injuries in young tennis players. *Sports Med.* 1998;26:119–32.
144. Coady CM, Micheli LJ. Stress fractures in the pediatric athlete. *Clin Sports Med.* 1997;16:225–238.
145. Ellenbecker TS, Pluim B, Vivier S, Snitman C. Common injuries in tennis players: Exercises to address muscular imbalances and reduce injury risk. *Strength & Conditioning Journal (Lippincott Williams & Wilkins).* 2009;31:50–8.
146. Elliott B. Biomechanics and tennis. *Br J Sports Med.* 2006;40:392–6.
147. Hainline B. Injury Prevention. *Coaching & Sport Science Review.* 2010;50:17–8.
148. Kibler WB, Safran MR. Musculoskeletal injuries in the young tennis player. *Clin Sports Med.* 2000;19:781–92.
149. Kibler WB, Safran M. Tennis injuries. *Medicine and Sport Science.* 2005;48:120–37.
150. Perkins RH, Davis D. Musculoskeletal injuries in tennis. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2006;17:609–31.
151. Pluim BM, Staal JB, Windler GE, Jayanthi N. Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *Br J Sports Med.* 2006;40:415–23.
152. Pluim B, Miller S, Dines D, Renstrom P, Windler G, Norris B, et al. Sport science and medicine in tennis. *Br J Sports Med.* 2007;41:703–4.
153. Sciascia A, Ben Kibler W. The pediatric overhead athlete: Vandervliet EJ, Vanhoenacker FM, Snoeckx A, Gielen JL, Van Dyck P, Parizel PM. Sports-related acute and chronic

- avulsion injuries in children and adolescents with special emphasis on tennis. *Br J Sports Med.* 2007;41:827-31.
155. Junge A, Engebretsen L, Mountjoy ML, Alonso JM, Renstrom PA, Aubry MJ, et al. Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. *Am J Sports Med.* 2009;37:2165-72.
  156. Junge A, Engebretsen L, Alonso JM, Renstrom P, Mountjoy M, Aubry M, et al. Injury surveillance in multi-sport events: The International Olympic Committee approach. *Br J Sports Med.* 2008;42:413-21.
  157. Greene JJ, Bernhardt D. Medical coverage analysis for Wisconsin's Olympics: The Badger State Games. *Wis Med J.* 1997;96:41-4.
  158. Laskowski ER, Najarian MM, Smith AM, Stuart MJ, Friend LJ. Medical coverage for multievent sports competition: a comprehensive analysis of injuries in the 1994 Star of the North Summer Games. *Mayo Clin Proc.* 1995;70:549-55.
  159. Alonso JM, Junge A, Renstrom P, Engebretsen L, Mountjoy M, Dvorak J. Sports injuries surveillance during the 2007 IAAF World Athletics Championships. *Clin J Sport Med.* 2009;19:26-32.
  160. Dvorak J, Junge A, Grimm K, Kirkendall D. Medical report from the 2006 FIFA World Cup Germany. *Br J Sports Med.* 2007;41:578-81, discussion 581.
  161. Junge A, Dvorak J. Injuries in female football players in top-level international tournaments. *Br J Sports Med.* 2007 Aug;41;41 Suppl 1:i3-7.
  162. Junge A, Dvorak J, Graf-Baumann T, Peterson L. Football injuries during FIFA tournaments and the Olympic Games, 1998-2001: Development and implementation of an injury-reporting system. *Am J Sports Med.* 2004;32 Suppl 1:80S-9S.
  163. Junge A, Langevoort G, Pipe A, Peytavin A, Wong F, Mountjoy M, et al. Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *Am J Sports Med.* 2006;34:565-76.
  164. Langevoort G, Myklebust G, Dvorak J, Junge A. Handball injuries during major international tournaments. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:400-7.
  165. Renkawitz T, Boluki D, Grifka J. The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *Spine J.* 2006;6:673-83.
  166. Jonsson P, Wahlstrom P, Ohberg L, Alfredson H. Eccentric training in chronic painful impingement syndrome of the shoulder: results of a pilot study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:76-81.
  167. Malliou VJ, Malliou P, Gioftsidou A, Pafis G, Katsikas C, Beneka A, et al. Balance exercise program before or after a tennis training session? *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation.* 2008;21:87-90.
  168. Niederbracht Y, Shim AL, Sloniger MA, Paternostro-Bayles M, Short TH. Effects of a shoulder injury prevention strength training program on eccentric joint imbalance in female overhead activity athletes. *J Strength Cond Res.* 2008;22:140-5.
  169. Renkawitz T, Boluki D, Linhardt O, Grifka J. Neuromuscular imbalances of the lower back in tennis players — The effects of a back exercise program. *Sportverletzung-Sportschaden.* 2007;21:23-8.
  170. Kibler WB, Chandler TJ. Range of motion in junior tennis players participating in an injury risk modification program. *J Sci Med Sport.* 2003;6:51-62.
  171. Barber-Westin SD, Hermeto AA, Noyes FR. A six-week neuromuscular training program for competitive junior tennis players. *J Strength Cond Res.* 2010;24:2372-82.
  172. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ.* 2002;325:468.
  173. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17:705-29.
  174. Boling MC, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: The Jump-ACL cohort. *Am J Sports Med.* 2009;37:2108-16.
  175. Kelly AK. Anterior cruciate ligament injury prevention. *Curr Sports Med Rep.* 2008;7:255-62.
  176. Lim BO, Lee YS, Kim JG, An KO, Yoo J, Kwon YH. Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *Am J Sports Med.* 2009;37:1728-34.
  177. ATP. Asociación de Tenis Profesional. 2011 [consultado 25/5/2011]. Disponible en: [www.atpworldtour.com](http://www.atpworldtour.com).
  178. Tennis. Ed. Matchstat. [citado en 2011; consultado 29/5/2011]; Disponible en: [www.matchstat.com](http://www.matchstat.com).