

Universidad Abierta Interamericana

**“BIOMECÁNICA Y LESIONES DE LA
ARTICULACIÓN DEL HOMBRO EN JUGADORES
DE TENIS”**

AUTOR
DENISE LAURA LALLÉE

TUTOR
LIC. DANIEL BURCOVICH

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

MARZO 2003

Mi más sincero agradecimiento a...

Mis padres Jorge y Susana por creer en mí y apoyarme en este viaje

Lic. Daniel Burcovich por sus conocimientos y acompañamiento durante este trabajo

Lic. Silvia Álvarez por sus correcciones tan precisas

Lic. Cristina Oleari por su colaboración y apoyo con total desinterés

Jugadores y entrenadores de tenis por su colaboración con esta investigación

Mis amigos y familia por creer en mi y acompañarme en el logro de esta nueva meta

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	2
Problema de investigación	6
Objetivos	8
Hipótesis	9
Definición de los términos	10
Marco teórico	11
Historia del tenis	11
El juego	13
La cancha	14
Los elementos de juego	15
La altura	17
Reseña anatómica	18
La biomecánica	20
Leyes de Newton	20
Cadena cinemática	21
Osteocinemática	21
Artrocinemática	22
El hombro	23
Descripción de la técnica del saque	28
El saque	28
Fuerzas cruzadas	32
Lesiones	34
Principales lesiones	36
Características	36
Principales causas lesionales	37
Diseño metodológico	41
Materiales y métodos	41
Análisis de datos	43
Jugadores	44
Análisis pregunta 1 y 3	45
Análisis pregunta 5 y 6	46
Análisis pregunta 7 y 8	47
Análisis pregunta 10 y 11	48
Análisis pregunta 13 y 14	49
Entrenadores	50
Análisis pregunta 3 y 4	51
Análisis pregunta 6 y 7	52
Análisis pregunta 10 y 11	53
Análisis pregunta 13 y 14	54
Conclusión	55
Anexo	58
Bibliografía consultada.....	59

RESUMEN

La siguiente investigación está enfocada a describir como el movimiento específico del saque es una de las problemáticas en los jugadores de tenis en la actualidad y de su influencia en la producción de lesiones en la articulación del hombro.

Tomando como base la biomecánica general del hombro y específicamente en el movimiento mencionado, y comparando este punto con la opinión de jugadores y entrenadores de jugadores profesionales, podemos llegar a visualizar donde se encuentra el problema en cuestión y así, desde la kinesiólogía, abordarlo para encontrar respuestas para el tratamiento más adecuado. Considerar a la articulación del hombro como complejo articular donde además de la articulación mencionada debemos tener en cuenta toda la cintura escapular, el ritmo escapular y la participación de la columna vertebral, sin dejar de lado los aspectos psicológicos, climáticos, técnicos y tecnológicos que intervienen en este deporte, que son las variables que pueden modificar la biomecánica normal en una biomecánica patológica siendo esta un factor que predispone a lesiones en la articulación mencionada.

Vemos como además de la biomecánica se debe tener en cuenta la morfología de cada jugador, su estado emocional y psíquico, para así poder visualizar de una manera global el mejor camino para esta problemática. También debemos tener en cuenta el cambio que han sufrido los elementos y superficies de juego, para poder entender como las lesiones en el hombro son cada vez más comunes en este deporte.

Tratamos de encontrar respuestas a este problema, donde el movimiento en sí no es el mayor agravante sino un conjunto de situaciones diferentes, variables, que nos merece un análisis más global del jugador y no tan específico y así llegar a la conclusión que el mejor trabajo es la prevención abordando al deportista desde una visión bio-psico-social.

INTRODUCCIÓN

El tenis es un deporte que en la Argentina tuvo su gran desarrollo en los años setenta, donde dejó de ser un deporte elitista para llegar a ser un deporte masivo. Con el correr de los años ha tenido etapas de grandes jugadores, con reconocimiento a nivel mundial, y otros momentos no tanto, pero luego de su gran explosión en esa década ha seguido creciendo en todo el país.

Muestra de esto es la cantidad de jugadores profesionales y juniors argentinos, participando en los eventos y competencias de mayor jerarquía, teniendo en la actualidad, sobretodo a nivel masculino, una generación de jugadores en los más altos niveles del ranking mundial, y también un gran desempeño como país con la actuación en la Copa Davis.

Para iniciar esta investigación debemos tener en cuenta los antecedentes que se refieren al problema en cuestión. Por ello se hace una descripción de lo informado por profesionales dedicados especialmente a tratar a jugadores de tenis.

Debido a la falta de estadísticas específicas sobre el tema a analizar, recaudamos información por medio de entrevistas a profesionales de la salud especializados en el deporte y específicamente en el tenis.

Tanto médicos como kinesiólogos refieren que este tipo de lesiones están condicionadas, principalmente a nivel profesional, por el sobreuso, los diferentes climas en los que el jugador debe competir, la exigencia cada vez mayor debida al profesionalismo y por ende la falta del descanso necesario. También refieren a las diferencias en las pelotas en los distintos torneos en los que participan sin dejar de lado el factor psíquico del jugador, y como todo esto modifica por momentos el rendimiento y coordinación en el juego.

Los profesionales consultados refieren que no es tan común la lesión en jugadores profesionales específicamente por una falla biomecánica del movimiento, sino que los elementos que participan y forman parte de este deporte, como los mencionados

anteriormente pueden tener influencia en el jugador de tal manera de poder llegar a modificar la correcta realización de los movimientos.

Explican que la mecánica incorrecta en cualquier jugador será factor predisponente a lesión, pero que una mecánica incorrecta se ve más en jugadores amateurs que profesionales.

Hacen hincapié en la correcta y necesaria preparación de todo el organismo tanto física como psíquicamente para que estos factores influyan en la mínima medida al jugador, ya que tanto los factores intrínsecos, como una predisposición anatómica o fisiológica, y los factores extrínsecos pueden afectar y llevar al jugador a la lesión.

Diferentes autores se han expresado respecto de las lesiones en los diferentes deportes y de cuáles son las típicas de cada uno de ellos (atlopatías), haciendo referencia al deporte desde la lesión, y no a cuáles, desde el tenis, son las lesiones y en que porcentaje las podremos encontrar para su estudio.

El médico traumatólogo deportólogo Dr. Javier Maquirriáin refiere que las causas de las lesiones son variadas, y que las más comunes son por sobreuso, especialmente en edad temprana y con descenso de las mismas en la edad en la que los tenistas comienzan a realizar entrenamientos con las mismas exigencias de los adultos. Referido a las lesiones en los jugadores de tenis dice:

“El carácter individual del tenista dificulta la asistencia médica permanente. Los jugadores profesionales, viajando semana a semana, deben recurrir a diferentes terapeutas. Por ello es tan importante la tarea que realiza la Society for Tennis Medicine and Science, coordinando y unificando acciones de prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades de los jugadores en diferentes circuitos (ITF, ATPtour, WTA, etc). Durante la etapa formativa y de competencias locales y regionales, la tarea de las Federaciones es relevante. A través de sus comités médicos, deben principalmente orientar y controlar, para luego, de acuerdo a los recursos disponibles, tratar de asistir directamente a los jugadores, con evaluaciones periódicas, tratamientos, etc.

La actividad deportiva es uno de los intentos del hombre por vencer la gravedad (correr más rápido, saltar más alto, lanzar más lejos). El ganador es quien lo hace

mediante el uso más eficiente de la unidad miotendinosa (Ciullo et al, 1983). Sólo un sistema musculoesquelético bien acondicionado podrá tolerar las demandas del deporte sin lesiones (Roetert et al, 1995), en consecuencia, en el entrenamiento del tenista no se pueden admitir aproximaciones y errores pues el precio que se paga es la salud del deportista.”¹

Las causas de las lesiones por sobreuso son múltiples. Existen factores intrínsecos del jugador (alineación articular, sobrepeso, etc) y extrínsecos (superficie de juego, raquetas y calzados inadecuados, etc) que son predisponentes y casi siempre existe un error de entrenamiento. El concepto de producción de las lesiones microtraumáticas ha sido genialmente resumido por Leadbetter (Leadbetter, 1979) en la "Regla de los Demasiados", la cual establece que "los deportistas sufren problemas cuando se entrenan de manera demasiado intensa, demasiado frecuente, demasiado pronto luego de una lesión y cuando intentan remediarlo demasiado poco y demasiado tarde". (Dr. Maquirriain, Javier.)

La realidad de hoy es que, con el avance del profesionalismo, el tenis se ha vuelto cada vez más competitivo, creando así la necesidad para quienes se dedican a este deporte, de mayor exigencia tanto técnica como física, sin descartar la parte emocional, ambiental y psíquica del jugador en los diferentes momentos tanto en entrenamientos como en competencia.

Los cambios climáticos que sufre el jugador teniendo que competir en ciudades diferentes, de países diferentes cada semana, lo cual ha sido perjudicial para esta articulación tan inestable.

Debido a este avance también debemos tener en cuenta los cambios que han sufrido los elementos de juego, tanto las raquetas como las pelotas, como así también las superficies en las que se desarrolla la mayor cantidad de eventos competitivos durante cada año, lo que exige cada vez más al jugador y a su organismo.

¹. Doctor en Medicina. Especialista en Ortopedia y Traumatología. Especialista en Medicina del Deporte. Servicio de Traumatología, Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo, Buenos Aires, Argentina. Director Médico de la Asociación Argentina de Tenis. Miembro del International Board of the Society for Tennis Medicine and Science.

Intentaré a través de esta investigación encontrar algunas respuestas a este mal que aqueja cada vez con mayor frecuencia a los profesionales del tenis y, que la misma, pueda ser el puente hacia otras investigaciones que profundicen el análisis de estas variables y así poder llegar a respuestas concretas sobre el tratamiento y rehabilitación de esta problemática.

En relación a esto es que creemos que la prevención es el camino y el punto inicial para llegar al fin mencionado.

Por todo lo expuesto y, dada mi relación con este deporte, es que he decidido investigar sobre uno de los problemas que aqueja a los jugadores, las lesiones, y dentro de ellas las lesiones del hombro y como afectan al jugador y a su vida útil dentro de la actividad deportiva profesional.

Desde hace ya muchos años me desempeño en el ámbito del tenis, como jugadora, profesora y preparadora física, y en todos estos años he visto como las lesiones en la articulación del hombro en tenistas se ha multiplicado sin encontrar respuesta concreta a la solución a esta problemática en la mayoría de los casos.

En base a esto es que he decidido realizar esta investigación ya que considero que la problemática se encuentra en la biomecánica del movimiento del saque y los factores que influyen sobre la misma.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El problema a investigar es como la biomecánica del saque influye en la producción de lesiones en la articulación del hombro en los jugadores de tenis profesional.

Temiendo en cuenta lo mencionado hasta aquí, debemos decir que el problema específico es como una alteración en la biomecánica normal del movimiento del saque en el tenis puede llevar a una lesión en el complejo articular del hombro.

O sea que la incidencia de lesiones está favorecida por las variables que se encuentran en el movimiento del saque y en la coordinación y sincronización del mismo.

Las unidades de análisis a investigar son la biomecánica alterada del movimiento del saque y sus características, realizando una breve descripción de estas, y las lesiones que se producen en el complejo articular del hombro.

El saque es uno de los golpes, dentro de este deporte, más complejo ya que precisa coordinación de ambos miembros superiores e inferiores y del tronco, para lograr un movimiento efectivo y preciso, por lo cual la biomecánica del mismo será fundamental teniendo en cuenta las cadenas musculares cruzadas anteriores y posteriores, y las cadenas cinemáticas del miembro superior hábil.

Describimos cómo la biomecánica alterada puede ser la propulsora de lesiones en el hombro durante el saque, ya que un desbalance muscular o un corte o alteración en las cadenas musculares, dado por un movimiento incorrecto o una deficiencia muscular o articular, podrá descompensar la sincronización y coordinación del movimiento produciendo lesiones a corto o largo plazo.

A partir de aquí se plantea el problema de cómo se puede, teniendo en cuenta la biomecánica, evitar estos desbalances para así disminuir el riesgo de lesión.

Un jugador con una lesión en la articulación del hombro, sea esta de mayor o menor grado, pierde su automatización, su ritmo, en el movimiento álgico, en este caso el saque, y esto afectará, dependiendo de la personalidad del jugador, su concentración, fundamental en este deporte, su confianza en el juego y sus posibilidades tanto de entrenar como de competir utilizando sus capacidades al ciento por ciento.

Dependiendo de la gravedad de la lesión, el jugador debe disminuir la actividad o abandonarla hasta tanto no recupere su capacidad total de movimiento. Debemos tener

en cuenta que algunas de las lesiones de hombro en tenistas termina en una cirugía reparadora, con el efecto psíquico y físico negativo que esto significa al punto de, en algunos casos, tener que abandonar la actividad.

Las lesiones de la articulación del hombro suelen ser recurrentes debido a la inestabilidad que presenta esta articulación y a la relación tan estrecha que existe entre sus componentes ya que en el movimiento mencionado entrarán en juego no sólo la articulación escapulo-humeral, sino también todo el complejo articular del hombro (cintura escapular) y la cooperación de la columna vertebral.

OBJETIVOS

- Analizar la biomecánica normal en el movimiento del saque y como la alteración de la misma afecta la articulación del hombro y sus componentes.
- Analizar los diferentes elementos de juego y determinar como estos pueden influir en la producción de lesiones en esta articulación.
- Analizar el tiempo de entrenamiento y como influye la repetición de un mismo movimiento en el organismo.
- Describir la participación de la columna vertebral y de la escápula en la sincronización del movimiento del saque.
- Mencionar los factores externos que afectan o pueden afectar el movimiento del saque.

HIPÓTESIS

“Las lesiones de la articulación del hombro en jugadores de tenis profesional están determinadas por la alteración de la biomecánica normal del movimiento del saque, por los diferentes elementos de juego, las diferentes superficies y por la falta de coordinación con los movimientos subsiguientes”

DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS

Antes de iniciar el marco teórico será necesario realizar la definición de algunos términos utilizados para que sean tomados dentro del contexto e idea al momento de utilizarlos durante la investigación.

- **Biomecánica:** es la fuerza y energía que influye en los sistemas biológicos
- **Alteración de la biomecánica normal:** si la biomecánica es la fuerza que influye en los sistemas biológicos la alteración de esta será la falta de coordinación del movimiento y de las cadenas cinemáticas que intervienen en cada movimiento.
- **Saque:** es el movimiento que se realiza para poner en juego la pelota en cada punto en el tenis
- **Elementos de juego:** son la raqueta y la pelota donde encontramos diferentes tamaños, materiales, marcas y diseño; al igual que las pelotas donde podemos encontrar diferente presión o felpa - paño.
- **Superficies:** son los diferentes tipos de suelo en los que se desarrolla el juego. Pueden ser superficies duras como el cemento, el supreme court, el rebound ace; rápidas como las antes mencionadas y el césped; o lentas como el clay (arcilla o polvo de ladrillo)
- **Articulación del hombro:** es la unión entre el miembro superior y el tronco. Se la conoce como cintura escapular ya que las articulaciones que la componen se encuentran en estrecha relación. Estas son: la articulación escápulo-humeral, acromio-clavicular, esterno-costoclavicular, subdeltoidea y escápulo-torácica.

MARCO TEÓRICO

Historia del tenis

Antes de hablar de las características del juego y del deporte y sus avances debemos mencionar como se realizaba este deporte antiguamente y como, con el correr del tiempo fue evolucionando a llegar a ser lo que vemos en la actualidad.

Si nos remontamos a la historia se tienen noticias de juegos muy similares al tenis actual desde la Antigüedad, en las civilizaciones griega y romana, y durante la Edad Media, en las ciudades italianas del siglo XI. Entre los siglos XIII-XIV se introdujo en Francia el *jeu de paume*, juego consistente en golpear una pelota con la palma de la mano y en el que posteriormente se acabó utilizando una raqueta. El propio vocablo de "tenis" parece provenir del verbo francés *tenez*, expresión utilizada para avisar del lanzamiento de la pelota, aunque otros afirman que deriva del latín *tenisca* o *toenia*, nombre de la cinta que dividía el campo en dos mitades en los antiguos juegos romanos.

Durante los siglos XVI-XVIII diversos juegos de pelota, más parecidos al frontón actual, gozaron de gran popularidad en Europa occidental. En 1873, el mayor Walter Clopton Wingfield, considerado oficialmente el inventor del tenis moderno, lo bautizó con el vocablo griego *Sphairistiké* (jugando con pelota) en recuerdo de los antiguos juegos helenos, y fueron los ingleses, junto con sus colonias (Australia y Sudáfrica principalmente), quienes extendieron su práctica, seguidos al poco tiempo por Estados Unidos donde ya en 1874 se construyeron las primeras canchas. No obstante, durante estos primeros tiempos fue más usual utilizar como canchas de juego las destinadas a la práctica del croquet, un deporte mucho más popular por entonces en los países anglosajones y cuyas superficies de ciudad césped resultaron ideales también para el tenis.

En marzo de 1874, Wingfield redactó las primeras reglas, que establecían una cancha de mayores dimensiones que las actuales, una red elevada por encima de las cabezas y un sistema de puntuación en el que ganaba el jugador en llegar primero a quince tantos con su servicio. En 1875 se introdujo la línea de saque y se rebajó la altura de la red, y dos años más tarde se cambió a una cancha rectangular ya con las medidas actuales (23,77 m de longitud por 8,23 m de anchura), se volvió a bajar la red hasta una altura de un metro y se marcó la línea de saque a una distancia de la red de 7,92 m. En 1878 se

estableció el sistema de puntuación moderno, aunque algunos conceptos como la muerte súbita (*tie break*) y el segundo servicio debieron esperar algún tiempo más.

Las primeras reglas sobre las pelotas, que al principio eran de caucho, datan de 1920 y hacían referencia a su dureza, presión y pique.

El torneo más antiguo disputado, Wimbledon, fue creado en 1877, y a éste le siguieron el resto de torneos de *Grand Slam*: Campeonato Norteamericano en 1881 (futuro Open de Estados Unidos), los Campeonatos franceses en 1891 (posteriormente conocido como Roland Garros), y el Campeonato Australiano en 1905 (futuro Open de Australia), junto a la Copa Davis en 1900 y la Copa Wightman (futura *Fed Cup*) en 1923, competición disputada entre los equipos femeninos de Estados Unidos y Gran Bretaña.

En sus primeros tiempos, el tenis fue un deporte elitista sólo practicado por las clases altas en clubes privados, en contraposición al fútbol, practicado sobre todo por la clase obrera. El británico William Renshaw, el primer gran tenista de la historia, contribuyó a popularizarlo y hacerlo más espectacular en la década de 1880 mediante la introducción de la volea, un tipo de golpe que dio mayor dinamismo al juego y que fue posible gracias a la reducción de la altura de la red en 1882.

El tenis formó parte del programa de los primeros Juegos Olímpicos de la modernidad (1896) disputados en Atenas, En los Juegos de París de 1900 se introdujo la competición femenina, y en Estocolmo, en 1912, se incorporó la modalidad de dobles mixtos por países. El tenis siguió siendo deporte olímpico hasta los Juegos de París en 1924, pero el creciente profesionalismo, introducido en 1926 por el norteamericano Charles C. Pyle, llevó a las autoridades deportivas a suprimirlo del calendario olímpico y de todos los torneos internacionales organizados a nivel *amateur*. Durante los años que duraron las dos guerras mundiales se interrumpió la disputa de los principales torneos, a excepción del Campeonato de Estados Unidos.

En 1963 se creó la Copa Federación, el torneo femenino por equipos nacionales equivalente a la Copa Davis masculina. Durante gran parte del siglo, los jugadores profesionales tuvieron prohibida su participación en los principales eventos tenísticos, pero en 1968 la Federación Internacional de Tenis (ITF), organismo fundado en 1913, introdujo los "torneos abiertos" u *Open*, en los que podían competir tanto tenistas profesionales como aficionados. También ese mismo año, 1968 el tenis volvió a formar parte del programa olímpico como deporte de exhibición, pero desapareció nuevamente

hasta los Juegos de Los Ángeles de 1984. En los Juegos de Seúl de 1988 fue readmitido definitivamente como deporte de competición.

Los países anglosajones han sido los dominadores tradicionales de las principales competiciones tenísticas, especialmente Estados Unidos y Australia, que casi siempre han contado entre sus filas con los mejores jugadores. Esta situación comenzó a cambiar a partir de los años setenta y ochenta con la irrupción de nuevas potencias tenísticas como Suecia, Checoslovaquia, Alemania, Francia, antigua Yugoslavia, Rusia y España, países que han aportado grandes campeones en los últimos tiempos y conquistado numerosos títulos por equipos. (*1. Disponible en páginas Web*)

Hoy podemos ver una gran diversidad de deportistas de diferentes países del mundo en los puestos más altos del ranking mundial (ATP y WTA) con un alcance, gracias a la televisión, a muchos países del mundo logrando así una gran difusión del mismo.

El juego

Los jugadores se dividen en dos campos y la suerte decide la elección del lado y prioridad en el saque. El juego consiste en hacer pasar la pelota sobre la red, con ayuda de la raqueta haciéndola picar dentro del terreno de juego del contrario, quien deberá devolverla después del primer pique y sin pasar la raqueta sobre la red. Se comete falta si se envía la pelota fuera de las líneas que limitan el terreno de juego (la pelota que toque una línea se considerará buena), si se la toca varias veces con la raqueta antes de lanzarla al campo contrario, si se tira la raqueta y ésta toca la pelota y si el jugador toca la red con el cuerpo o con la ropa. Se puede golpear la pelota antes del pique en cualquier momento del punto menos en la devolución del saque.

Cuando se ha jugado un juego, el jugador que sacaba pasa a recibir el saque y así sucesivamente durante todo el encuentro. Después del primer juego de un set, los jugadores cambian de campo, operación que se repite durante todos los juegos impares de un set.

El sistema de puntuación difiere del de otros deportes. El primer tanto conseguido por uno de los jugadores vale 15 puntos, el segundo 30 puntos, el tercero 40 y al cuarto tanto se gana un juego (*game*). Si los dos jugadores logran tres tantos cada uno la puntuación será de *deuce (iguales)* y en este caso un jugador tiene que ganar dos tantos consecutivos para conseguir juego (se llama ventaja al primero de estos dos tantos). El primer jugador que gane seis juegos gana el set, pero si se llega a un empate a cinco juegos, uno de los jugadores debe conseguir dos consecutivos para ganar el set. El número máximo de sets en un partido es de cinco masculino y tres en femenino dependiendo de la competencia y tipo de torneo.

Sin embargo, para acabar antes los largos partidos todas las competiciones, excepto la Copa Davis, han incluido el *tie break* (muerte súbita) que se aplica cuando dos jugadores se han igualado a seis juegos, el juego siguiente es decisivo para ganar el set. En el *tie break* el servicio cambiará de jugador cuando la suma de la puntuación sea impar se cambiará también de campo y se juega a siete puntos y si se empata en seis se deberán ganar dos puntos consecutivos para definirlo.

Variables que pueden modificar la técnica del juego

La cancha

El terreno de juego también ha variado pero no como los elementos del tenis. Describimos las medidas de la cancha para dar una noción al lector de los desplazamientos necesarios en este terreno.

El tenis se practica en un rectángulo liso de 23,79 m por 8,23 m, dividido en su mitad por una red, suspendida a una altura del suelo de 0,915 m en el centro y a 1,06 m en el emplazamiento de los postes, situados cada uno a 91 cm. del terreno de juego, los pasillos laterales tienen una anchura de 1,37 m.

En dobles el campo tiene una longitud de 23,79 m y una anchura de 10,97 m, 1,37 m más por lado. A ambos lados de la red (a 6,40 m) y paralelamente a la misma, están marcadas las líneas de saque, el espacio comprendido entre estas y las líneas laterales estará dividido en dos partes por una línea paralela y equidistante a las laterales, la línea central del saque. Esta línea central y las líneas de saque forman los cuadros del saque en cuyo interior deben picar las pelotas en el saque.

En las líneas de fondo se marca un segmento de 0,10 m de longitud, prolongación de la línea lateral del saque.

En cuanto a las superficies se produce algo similar, cada vez se practica más en superficies duras como el supreme court (carpeta de goma), cemento, rebound ace (mezcla de cemento con goma, muy adherente) y mucho menos en superficies menos duras como el clay (arcilla, polvo de ladrillo) y el césped.

Debido a las diferentes superficies permitidas actualmente para la competencia, podemos apreciar diferentes estilos y técnicas de juego. Respecto a esto debemos mencionar como la tendencia lleva a la competencia cada vez más en superficies duras y rápidas lo cual será motivo de evaluación en un futuro en referencia al tema planteado y como es que el cambio en la superficie de juego puede producir modificaciones en la velocidad de la pelota y por consiguiente en la coordinación de los diferentes movimientos, siendo este un factor productor de alteraciones en la biomecánica de cada movimiento y así llevar a lesiones en los jugadores.

Los elementos de juego

Dentro de estos cambios debemos tener en cuenta el avance de la tecnología tanto en los elementos de juego, las superficies, y el aumento cada día del profesionalismo de este deporte. Por sorprendente que esto pueda parecer, aunque las características de la pelota están definidas desde hace mucho tiempo, no es hasta el 8 de julio de 1981 cuando la Federación Internacional de Tenis (ITF) adoptó un texto definiendo las dimensiones máximas de la raqueta. Es lo relativo al cordaje doble en 1977 y al desarrollo del marco grande lo que ha obligado a la ITF a legislar en unas materias en las que hasta ese momento no había sido necesario. Si el cordaje doble, que multiplicaba el efecto del lift (efecto), fue entonces prohibido, la rejilla grande fue, respecto a él, considerada legal, sin embargo se fijaron algunos límites, para frenar la imaginación de los descubridores.

Las pelotas de tenis han de ser de color amarillo o blanco y las dos semi-esferas tienen que estar pegadas, las costuras no están autorizadas y deben medir entre 6,35 cm. y 6,67 cm. de diámetro y peso entre 56,70 gr. y 58,50 gr.

La raqueta tiene una longitud máxima de 81,28 cm. y una anchura de 31,7 cm. y el cordaje ha de ser homogéneo en toda su superficie.

El material con que se fabrican las raquetas también se ha ido modificando con el tiempo y mejor tecnología. Este puede variar entre los siguientes elementos que mencionamos teniendo en cuenta que los materiales que se usan tradicionalmente en la construcción de una raqueta implican que cuánto más rígido sea el material, más rígido será el marco resultante.

De mayor a menor rigidez los materiales más populares son:

- ✿ Boron: se produce depositando elementos de boron sobre filamentos de tungsteno en un ambiente de alta temperatura. El resultado es una fibra muy rígida, pero excesivamente cara. Se suele usar como refuerzo local y en cantidades muy pequeñas.
- ✿ Grafito: compuesto de cadenas moleculares de carbono alineadas que producen una fibra muy rígida y ligera. Es la fibra ideal para dotar de rigidez a un marco y se suele combinar con otras fibras.
- ✿ Cerámica: es una fibra relativamente moderna procedente de la familia de las cerámicas, muy rígida y con excelentes propiedades en la reducción de vibraciones. Tiene el inconveniente de ser demasiado pesada y muy costosa de fabricar.
- ✿ Kevlar: fibra de rigidez moderada, muy ligera, resistente a los impactos y con propiedades de reducción de vibraciones. Por todo ello se usa como elemento de refuerzo en puntos críticos de la estructura del marco.
- ✿ Aluminio: el metal más popular debido a su costo, poco peso, rigidez moderada y facilidad de proceso. Actualmente se combina también con el grafito en las raquetas llamadas de aleación.

✿ Fibra de vidrio: es un elemento básico en la industria debido a su resistencia y a su bajo costo. Es algo pesada, pero su resistencia a los impactos es excelente. Se trata del complemento ideal del grafito. Nunca podría constituir por sí sola un marco, ya que sería demasiado flexible.

✿ Titanio: combinación de fibras ultrafuertes de titanio con fibras ultraligeras de grafito.

Como podemos apreciar, la tecnología y los diferentes materiales para la construcción de las raquetas dará al jugador de tenis un sinfín de posibilidades de acuerdo a su capacidad y su contextura para poder desarrollar de la mejor manera su juego. También se lo deberá tener en cuenta a la hora de analizar que material es mejor o se adapta mejor no solo al tipo de juego sino también a la morfología de cada jugador ya que el material puede, por su diferente rigidez y peso, modificar la mecánica de los movimientos.

Otras variables que pueden modificar la técnica del saque

Hemos mencionado hasta aquí algunos de los factores que intervienen en el deporte y pueden ser producto de modificaciones en la biomecánica normal llevándola a una biomecánica alterada posible producto de lesiones. Existen otros factores como el psicológico, emocional, etc y uno importante es la altura.

La altura

Como ya sabemos existen diferentes aspectos a tener en cuenta en cuanto a la altitud y los cambios fisiológicos que genera en el organismo. Por ejemplo los cambios en la presión de los gases, el efecto de aceleración, ingravidez, etc, que generan las diferentes alturas en el ser humano.

A nivel del mar la presión barométrica es de 760 mmHg., a tres mil metros es de sólo 523 mmHg. Este descenso de la presión barométrica es la causa básica de los problemas de hipoxia en la fisiología a mayores alturas que el nivel del mar, ya que a medida que disminuye la presión barométrica, la presión parcial de oxígeno disminuye proporcionalmente a nivel del aire y por ende a nivel alveolar, produciendo una variación también en la presión de dióxido de carbono y en la saturación de oxígeno. *(Guyton – Hall. 1998)*

La hipoxia consecuente producirá fatiga muscular, depresión y fatiga mental, embotamiento, cefaleas, etc. Esto provoca una capacidad de trabajo disminuida de todos los músculos, por lo cual se precisará de una aclimatación del organismo para equilibrar estos valores alterados y volver a funcionar con sus capacidades orgánicas equilibradas.

Teniendo en cuenta lo mencionado, podemos concluir que el cambio de altura de una semana a la otra, como a veces sucede en el circuito profesional de tenis, podrá provocar una alteración en los movimientos debido a la fatiga muscular dada por la hipoxia que podrán llevar al jugador a una biomecánica alterada y descoordinada, tanto en sus desplazamientos como en sus movimientos (técnica), y de este modo provocar lesiones en los segmentos corporales que intervienen en la actividad. A pesar que el reglamento del deporte tiene valores específicos respecto de la temperatura, humedad y altura permitidas, se reconoce que estas no siempre se cumplen ya que el profesionalismo de la actualidad prepondera la realización del evento por principios económicos sin tener en cuenta los daños que esto puede producir en el organismo del jugador, y estos deberán cumplir con lo que impone la autoridad de cada torneo.

RESEÑA ANATÓMICA

La región del hombro está conformada por los siguientes huesos: clavícula (por delante), escápula (por detrás), esternón y primer costilla (por dentro) y extremidad proximal del húmero (por fuera); estos huesos delimitan las siguientes articulaciones:

1. Articulación escapulohumeral, muy móvil, constituida por la cabeza humeral y la cavidad glenoidea, junto con el rodete glenoideo.
2. Articulación esternocostoclavicular, constituida por el extremo interno de la clavícula, el esternón y primer cartílago costal.
3. Articulación acromioclavicular, constituida por el extremo externo de la clavícula y el acromión reforzado por el ligamento acromioclavicular y los ligamentos coracoclaviculares (conoide y trapezoide).
4. Articulación escapulotorácica: es una articulación funcional, que suple los movimientos de la escapulohumeral; formada por la cara anterior de la escápula que se adapta a la convexidad de la parte posterolateral de la parrilla costal.
5. Articulación subdeltoidea, funcional, es la "segunda articulación del hombro", se mueve junto a la escapulohumeral.

Entre todas estas formarán lo que conocemos como cintura escapular y que funciona como un todo relacionando en diferentes momentos a las diferentes articulaciones antes mencionadas.

Entre los músculos de la región mencionaremos al: trapecio, angular, romboides, serrato mayor, redondo mayor, dorsal ancho, los componentes del manguito de los rotadores: supraespinoso, infraespinoso, redondo menor, subescapular; y los que se insertan en la apófisis coracoides: pectoral menor, coracobraquial y porción corta del bíceps; y el músculo subclavio, el deltoides en la cara externa, y la porción larga del bíceps.

Los ligamentos más importantes son: acromioclavicular y coracoclavicular (conoide y trapezoide), coracohumeral y los tres glenohumerales.

El tendón de la porción larga del bíceps que va por la corredera bicipital hasta el reborde superior de la cavidad glenoidea.

La bolsa serosa subacromiodeltoidea que rodea al manguito de los rotadores.

El hombro, articulación proximal del miembro superior, es una enartrosis, y es la articulación dotada de mayor movilidad entre todas las del cuerpo humano; los movimientos de la articulación del hombro se desarrollan en tres sentidos, lo que permite la orientación del miembro superior en relación con los tres planos del espacio.

LA BIOMECÁNICA

Podemos definir a la biomecánica como la fuerza y energía que influye en los sistemas biológicos. Para ello se basa tanto en la cinemática y en la biotribología.

La cinemática estudia el movimiento del sistema músculo esquelético, la locomoción y la marcha, y la biotribología estudia la fricción, el desgaste y la lubricación del cuerpo humano o sistema biológico, que va a existir en las superficies articulares durante los movimientos. Son los puntos de deslizamiento en las carillas articulares.

En este trabajo no hacemos una mayor descripción de estos temas pero si describimos las Leyes de Newton, en las cuales nos basamos para describir el movimiento a investigar, y mencionar que son las cadenas cinemáticas y dentro de ellas la osteocinemática y artrocinemática, para lograr comprender por que el movimiento no realizado correctamente puede ser una importante y fundamental fuente de producción de lesiones.

Leyes de Newton

Realizamos una breve definición de cada una de ellas para saber, con el análisis de la técnica en que momento se aplican las mismas.

● Primera ley: Inercia

Dice en rasgos generales que todo cuerpo mantiene su inercia en reposo o movimiento hasta que actúe sobre este otra fuerza que altere dicho estado.

● *Segunda ley: Aceleración*

Dice que la variación de la velocidad de un cuerpo es proporcional a la fuerza aplicada y se realiza en la dirección en que dicha fuerza actúa.

● *Tercera ley: Acción y reacción*

Dice que para cada acción hay una respuesta o reacción de igual magnitud y opuesta.

(Kopsic Segal. 2002)

A partir de estas tres leyes, junto con los conceptos explicados con anterioridad y los venideros podremos realizar un análisis del movimiento durante el saque.

Cadena cinemática

La cadena cinemática, también llamada unidad dinámica funcional, es el segmento motor compuesto por sucesivas cadenas óseas y sus correspondientes unidades biomecánicas, siendo la unidad biomecánica el conjunto de estructuras que hacen posible el movimiento, cuyo objetivo es la traslación de un segmento motor en el espacio.

Osteocinemática

Es la parte de la biomecánica que estudia el desplazamiento de los huesos en el espacio sin importar los músculos que se contraen para lograrlo.

Los huesos se desplazan realizando un movimiento rotatorio alrededor de un eje situado en la articulación de uno de sus extremos, que será el punto de apoyo. Cuando se combinan dos movimientos rotatorios de sentido contrario en dos puntos de apoyo continuos de una misma cadena cinemática se produce lo que se denomina una traslación de ese segmento. Vale aclarar que los gestos motores nunca se realizan en un solo plano.

Para la osteocinemática las cadenas óseas pueden realizar básicamente dos tipos de movimientos: el giro (en el plano horizontal) y el balanceo (en el plano sagital y frontal).

Entonces podemos decir que cualquier hueso que rota simplemente alrededor de su eje mecánico inmóvil experimenta un giro. Todos los demás desplazamientos del hueso y su eje mecánico se denominan balanceos y pueden ser puros o impuros, cuando también presenta un componente de giro.

Artrocinemática

Es la parte de la biomecánica que se ocupa de los mecanismos de reposo y movimientos intrínsecos de las articulaciones. El estudio de la misma nos permite realizar un análisis diferente al de la anatomía funcional, más objetivo, y nos dará nuevas posibilidades desde lo terapéutico.

Para este estudio debemos tener en cuenta las formas de las superficies articulares ya que se relacionan con la función. Para la artrocinemática ninguna articulación es totalmente plana, ni parte de un cilindro, cono o esfera, sino que todas tienen cierto grado de curvatura, que no es constante y varía de un punto a otro. Al ser irregulares favorece su lubricación y el movimiento. En consecuencia a mayor incongruencia mayor movilidad – menor estabilidad.

Para la artrocinemática las articulaciones se definen de otra manera, desde un análisis interno de las mismas, en las cuales las superficies son convexas en un sentido y cóncavas en el otro. Así tendremos articulaciones con superficies ovoides donde una superficie es cóncava y la otra convexa en todas sus direcciones; y las superficies sellares donde una superficie es cóncava-convexa en un plano y convexo-cóncava en el otro plano, perpendicular al primero. Debemos recordar también que la forma y la función van relacionadas.

Se diferencian dos tipos de movimientos rotatorios el rodar y el deslizar. Rodar será cuando cada uno de los puntos de la superficie móvil coincide con uno y solo un punto de la superficie fija consecutivamente. Hay que tener en cuenta que en base a este movimiento, teniendo en cuenta el arco de movimiento se produce al rodar compresión de un lado y separación del otro. Pero existe el otro movimiento que es el deslizar en el

cual un solo punto de la superficie móvil coincide progresivamente con todos y cada uno de los puntos de la superficie fija.

Por lo cual podemos decir que a mayor congruencia articular mayor deslizamiento y a mayor incongruencia mayor rodamiento. Ambos movimientos se producen en la mayoría de las articulaciones y el porcentaje de cada uno dependerá la concavidad o convexidad de las superficies articulares.

Debemos tener en cuenta al evaluar el rodar y deslizar la dirección del movimiento. El rodar tiene siempre la misma dirección del movimiento del hueso en el cual se mueve sea la superficie móvil cóncava o convexa. La dirección del deslizar dependerá si la superficie móvil es cóncava o convexa. Si la cara articular móvil es cóncava el deslizamiento del hueso será en la misma dirección, por el contrario si la superficie móvil es convexa el deslizamiento será en la dirección contraria al movimiento.

Basándonos en esto la morfología articular es importante para la biomecánica tanto para evaluar el desempeño físico, para el cual es importante la eficacia y fundamentalmente la eficiencia. Entonces decimos que las superficies sellares al tener una guía en su movimiento tienen menor gasto energético ya que no precisa de contracciones adicionales para guiar el movimiento, en cambio las superficies ovoideas necesitará músculos rotadores, deslizadores y guías para lograr el movimiento. Desde este análisis será preciso una coordinación neuromuscular para que el consumo energético sea el mínimo posible; así una sola contractura muscular podrá desequilibrar la articulación completamente creando mayor riesgo a lesiones.

Este es el caso de la articulación del hombro.

El Hombro

Los movimientos de la articulación del hombro se producen en los tres planos del espacio y para describirlos debemos tener en cuenta que, *“la posición de referencia o posición anatómica será del miembro superior pendiendo en forma vertical a lo largo y al costado del tronco”*. (Kapandji, I.)

Los grados de movimiento de esta articulación son:

- Flexión de 180° (teniendo en cuenta que a este nivel se puede observar también una abducción de 180°)
 - Extensión de 45° a 50°
 - Aducción es nula desde la posición de referencia. Es de 5° unida a la extensión y de 30° a 40° unida a la flexión
 - Abducción de 180°, pero a partir de los 90° requiere participación de la escápula que con su basculación le da la posibilidad de 60° más, a partir de allí requiere participación del raquis que por medio de una inclinación hacia el lado opuesto le dará los 30° para llegar a los 180° mencionados
 - Rotación externa de 80°
 - Rotación interna de 95°, se debe tener en cuenta que esta no es posible lograrla sin un movimiento de extensión ya que el tronco se interpone a este movimiento
- Para ambas rotaciones la posición de referencia será con el codo en flexión de 90° ya que de esta forma se anula el movimiento de prono-supinación y se podrá analizar de forma más pura el movimiento de rotación.

Para hablar de la biomecánica del hombro en la técnica del saque debemos describir cuáles son los músculos motores de esta articulación y su acción en la misma primero desde un análisis general, para luego poder realizar un análisis específico del movimiento del saque.

Para ello describimos los músculos motores de la escápula y por consiguiente de la cintura escapular y de la articulación del hombro, recordando que estos actúan como un todo sincrónico.

- Trapecio: con sus tres fascículos, el superior eleva el muñón del hombro, e impide su caída ante la carga de pesos, extensión y rotación heterolateral de la cabeza; el medio aducción de la escápula, aplica la escápula contra el tórax y lleva el muñón del hombro hacia atrás; y el inferior lleva la escápula hacia abajo y adentro
- Romboides: elevación de la escápula y basculación (orienta la glena hacia abajo), adosa la escápula al tórax
- Angular: eleva el ángulo de la escápula hacia arriba y adentro

- Serrato mayor: lleva la escápula hacia delante y afuera (abducción) y bascula hacia arriba, lleva la glena hacia arriba (durante la antepulsión y abducción)
- Pectoral menor: descenso del hombro
- Subclavio: descenso de la clavícula, y del muñón del hombro, coaptación de la articulación esternocostoclavicular

Por lo cual podemos decir que los músculos trapecio medio, angular y romboides actuarán tanto en la aducción y en la elevación, y los músculos serrato mayor y pectoral menor lo harán en la aducción y la depresión o descenso. (Figura 1)



Figura 1

(Imagen que muestra los movimientos de la escápula y columna durante la abducción del hombro, tomada del libro “Kapandji, I. A.. Cuadernos de fisiología articular, cuaderno 1. Tercera edición. Barcelona. Toray – Masson S.A.)

Debemos tener en cuenta que la escápula se desliza sobre el tórax, por medio de la articulación escapulotorácica, produciendo los movimientos de báscula axilar y espinal. Estos movimientos modificarán el ángulo de acción y la posición por consiguiente de la glena, posibilitando así los movimientos por sobre la horizontal. (Bordoli, P. 1995)

Dentro de los movimientos específicos de la articulación escapulohumeral decimos que:

● Los músculos de la rotación interna son:

- Dorsal ancho
- Redondo mayor
- Subescapular
- Pectoral mayor

● Los músculos de la rotación externa son:

- Infraespinoso
- Redondo menor
- Supraespinoso

● Los músculos de la abducción son:

- Deltoides
- Supraespinoso
- Serrato mayor
- Trapecio

● Los músculos de la aducción son:

- Redondo mayor
- Dorsal ancho
- Pectoral mayor
- Romboides

● Los músculos de la flexión son:

- Deltoides fascículo anterior
- Córacobraquial
- Pectoral mayor fascículo superior clavicular

● Los músculos de la extensión son:

- Redondo mayor
- Redondo menor
- Deltoides fascículo posterior
- Dorsal ancho

● Los músculos coaptadores son:

- Supraespinoso
- Redondo menor
- Subescapular
- Dorsal ancho

(Kapandji, I)

La escápula actúa de forma “solidaria” con todo el resto del miembro superior, ya que tiene relaciones e inserciones musculares tanto con el húmero, el tórax y la columna vertebral. *(Bordoli, P. 1995)*. Por este motivo podemos decir que cualquier falla muscular en ellos implicará una sobrecarga en el resto de la musculatura involucrada produciendo lesiones debido a esta sobrecarga.

Teniendo en cuenta esta simple descripción de los movimientos principales de esta articulación y quienes producen estos movimientos podremos ver como en el movimiento específico del saque una falta de sincronización o debilidad muscular podrá afectar la biomecánica de este movimiento provocando así diferentes disfunciones en todo el complejo.

Algunas veces los músculos del hombro se desequilibran por lesión o atrofia de los mismos pudiendo acarrear un mal funcionamiento que ocasione un cuadro de conflicto y posterior lesión de los tendones.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DEL SAQUE

El tenis requiere de un gran número de movimientos balísticos “overhead” (ejercicios por sobre la cabeza, excediendo su movilidad normal) como en el saque y el smash.

Durante la ejecución de estos movimientos el hombro realiza desde una gran abducción, rotación externa y extensión, hacia una rotación interna, una aducción y extensión (vuelta de la flexión)

Durante estos movimientos, luego de la elevación, el brazo sufre una aceleración en una fracción de segundos. Esto produce una velocidad de hasta 2300 grados por segundo durante la fase de aceleración, con una gran desaceleración y fuerza para detener este movimiento en la finalización del mismo para continuar el juego con el subsiguiente movimiento o golpe.

Los músculos rotadores soportan y guían este movimiento, pero generalmente la lesión sucede por fatiga, acciones repetidas y micropolitraumatismos. Esto provocará que la cabeza del húmero migre en dirección superior, lo cual producirá la compresión, “impingement”. El supraespinoso, el infraespinoso y el redondo menor corren el mayor riesgo de lesionarse debido a la desaceleración que precisarán en el “follow thru” (finalización del movimiento) y de la gran fuerza que precisan, lo que provocará una lesión por stress.

Debemos tener en cuenta que el practicar el deporte a lo largo del tiempo podrá provocar desbalances musculares, que podrán producir diferentes lesiones en la articulación del hombro.

La inestabilidad en la articulación puede complicar la identificación del cuadro de compresión y también puede agravarlo.

El saque

Si analizamos los diferentes tipos de técnica para la realización del saque en los diferentes jugadores podemos decir que este movimiento en sí presenta muchas dificultades coordinativas. Teniendo en cuenta la importancia del saque en el desarrollo

del juego en la actualidad, es fundamental realizar un análisis específico para comprender su complejidad.

Su especificidad nos permite relacionarlo con movimientos similares de otros deportes como son el lanzamiento del pitcher (lanzador) en el beisball, o el saque en el volleyball. O sea que así como en estos deportes el movimiento requiere la coordinación del resto del cuerpo, en el saque en el tenis sucede algo similar, requiere tanto coordinación, fuerza, velocidad, equilibrio, flexibilidad para lograr un movimiento eficaz y eficiente.

Cada jugador tiene su forma, dentro de la técnica, de realizar el movimiento del saque, pero lo analizaremos desde una generalidad, para poder definir de alguna manera lo necesario para lograr un movimiento que permita con la automatización del mismo una economía de esfuerzo.

El cuerpo, desde el inicio hasta la finalización del saque pasa por diferentes momentos. La posición para inicio del movimiento es una posición de relajación donde encontramos un balance del cuerpo antes de comenzar el movimiento, el cual se transmitirá como una secuencia, una energía transmitida a través del cuerpo por medio de las diferentes cadenas cinemáticas. En esta posición el peso del cuerpo se encuentra principalmente sobre el miembro inferior más anterior, que en una persona diestra será el izquierdo.

A partir de aquí se produce un movimiento de balanceo del peso del cuerpo de anterior a posterior y vuelta a anterior en búsqueda de un movimiento lineal. Al mismo tiempo se inicia un movimiento de elevación de ambos miembros superiores en forma secuencial, que llevarán al miembro hábil a una posición de extensión y elevación, mientras el otro miembro realizará un movimiento de flexión y abducción para colocar la pelota en el lugar deseado para ser impactada, vale aclarar que el movimiento de este miembro para el lanzamiento comienza cuando el peso del cuerpo se encuentra en el miembro inferior posterior (derecho para un diestro) y a medida que el miembro superior se eleva, el peso del cuerpo se trasladará linealmente hacia delante.

A partir de este momento comienza un proceso de carga de energía para ser transmitida por medio de las cadenas musculares hacia el golpe propiamente dicho.

El tronco, para esto, realiza un movimiento de rotación, la escápula del miembro superior hábil realiza una aducción y el hombro del mismo una gran abducción y

rotación externa. Podemos en este momento observar como la cadera realiza una pequeña flexión.

En este momento entonces, y luego del lanzamiento, ambos miembros inferiores, luego de la traslación de energía en forma lineal, realizan una flexión de rodillas para poder luego realizar el empuje del suelo (principio de acción y reacción).

Desde aquí, comenzará, con la reacción, la secuencia de movimientos de la cadena cinemática y de las cadenas musculares, transmitiendo hacia el brazo la mayor cantidad de energía posible por medio de las fuerzas de oposición y las cadenas musculares cruzadas.

Los miembros inferiores comienzan la extensión de rodillas y así va transmitiendo en forma cruzada la energía generada. (Figura 2)

En este momento el miembro superior hábil comienza un movimiento contrario al realizado hasta aquí, y va a la mayor velocidad posible hacia la rotación interna y la aducción, al mismo tiempo el antebrazo realiza una pronación que acompañará en la aceleración hacia la zona de impacto de la pelota.

Debemos diferenciar que en el momento del impacto el miembro inferior adelantado realiza un trabajo principalmente de fuerza, mientras que el retrasado será el encargado de iniciar la rotación de la cadera para llegar al momento del impacto.

El tronco acompaña la rotación de la cadera y conduce al hombro a realizar la rotación interna, favoreciendo la aceleración del brazo y pronación del antebrazo en la aceleración de la raqueta.

La muñeca, va a ir desde un movimiento de extensión, en la fase anterior, en este momento, hacia el impacto, realizará un movimiento de flexión, luego de la pronación del antebrazo.

El cuerpo en el momento de impacto se encuentra en la fase de máxima extensión. Debemos tener en cuenta en este momento que el lugar de impacto de la pelota está condicionado por el estilo (técnica) del saque de cada jugador y los diferentes efectos que se pueden proporcionar a la pelota.

Luego del impacto, llegará el momento de desaceleración, para finalizar el golpe y preparar al cuerpo para el juego.

El balance que se debe producir en la fase final del movimiento es muy importante ya que el brazo hábil debe generar la desaceleración, mientras que el brazo contrario deberá acompañar el movimiento para lograr el balance necesario, ya que depende de esta finalización la sincronización y encadenamiento para el siguiente golpe.

La velocidad del hombro en el momento del impacto está dada por la pierna adelantada y la rotación del hombro (10 – 20 %), la elevación del brazo la flexión (10 %), la pronación del antebrazo y rotación interna, y la extensión del brazo (40 %) y la flexión de la mano (30 %). (Kopsic Segal, D. 2002)

Esto determinará la velocidad del hombro, codo, muñeca y por ende de la raqueta.

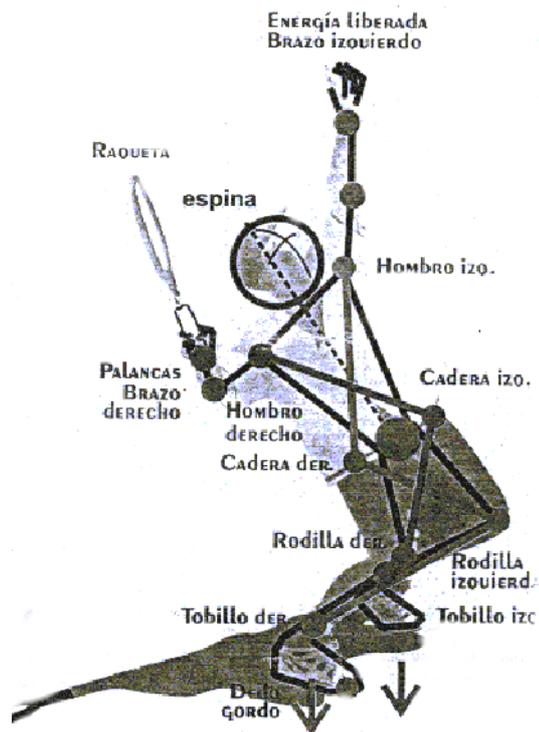


Figura 2

(Imagen que muestra como se transmitirá la fuerza en el movimiento del saque tomada del libro “Tenis sistema biodinámico” . Daria Kopsic Segal 2002)

Durante el recorrido de este movimiento complejo podemos encontrar factores que perjudiquen la realización correcta del mismo y su completa coordinación y secuencia, para lograr un golpe eficaz y económico. Por ejemplo que se realice una pobre flexión

de rodillas, o que el tronco no realice la rotación necesaria, que por algún movimiento se produzca la ruptura de la cadena cinemática y por ende su secuencia, utilizar solamente los músculos del brazo y no aprovechar la utilidad de las cadenas musculares.

El movimiento del saque es en su inicio lento y relajado, para poder utilizar la energía en el momento de llevar la raqueta al impacto con la pelota, donde el movimiento se vuelve veloz. Ya que si se genera mucha tensión desde el comienzo, los músculos no tendrán energía acumulada para el golpe en sí, además esta exagerada tensión podrá ser una de las causas de lesiones.

Fuerzas cruzadas

Podemos llamarlas también cadenas musculares cruzadas. Esto nos explicará el criterio tomado anteriormente para la descripción del saque. Si nos referimos al movimiento del saque podemos decir que las fuerzas aplicadas por ejemplo de la cadera, están opuestas por fuerzas similares aplicadas en dirección opuesta, hombros, por ejemplo cadera derecha y hombro izquierdo. Esto permite tener el equilibrio necesario en el cuerpo durante el movimiento y por esto es que aplicamos la 3^o Ley de Newton que dice que para cada acción hay una reacción opositora de igual tamaño.

En relación a lo descrito muchos autores se han referido y expedido sobre este tema y en el siguiente texto encontraremos la explicación dada por uno de los autores.

“ En busca de lograr el mayor número de fibras musculares... , ... esta oposición es necesaria. Si la dirección de la aplicación de las fuerzas cruza por la columna vertebral, esta aumentará la rotación. Este aumento de la rotación con mayor aplicación de fuerzas se produce debido a que la rotación debe combinar grupos musculares al menos de dos planos. Las fuerzas cruzadas a las que nos referimos son las fuerzas rotacionales. Los jugadores de tenis no siempre utilizan su lado izquierdo (diestros) del cuerpo para incrementar sus fuerzas rotacionales, en especial con los miembros inferiores, dando como resultado un equilibrio no mantenido, teniendo poco balance y en ocasiones produciendo lesiones ..., ... Para lograr que el lado izquierdo se involucre, en el orden de aumentar las fuerzas aplicadas y mantener el equilibrio, obteniendo una mayor fuerza resultante con menor grado de posibles lesiones al

utilizar más articulaciones. No tenemos que olvidar que es más importante para la acción comenzar desde la columna vertebral, aunque las mayores fuerzas son aplicadas a los tobillos, rodillas y caderas. La fuerza centrífuga que es aplicada a la columna da como resultado una gran velocidad de pies y manos. Así vemos como muchos jugadores de polvo de ladrillo usan las fuerzas centrípetas (fuerzas aplicadas desde los segmentos distales: pies y manos). Estas fuerzas van hacia la columna. Las fuerzas centrífugas que han sido aplicadas a la columna colisionan con las fuerzas centrípetas y pueden resultar en una lentificación del movimiento de las articulaciones y segmentos corporales, trayendo aparejado una reducción de las fuerzas que se aplicarán a la pelota en el momento del impacto.

Las fuerzas centrífugas y centrípetas pueden neutralizar el resultado de las fuerzas aplicadas a la pelota. Otros grupos musculares deben entonces usarse como compromiso del movimiento en orden de aumentar la velocidad de la raqueta hacia la pelota. El resultado es entonces una pérdida de balance, equilibrio, poca fuerza en el golpe y baja velocidad lograda para el impacto. Por el contrario, los jugadores que realizan esto con facilidad, son aquellos que tienen un gran balance entre las fuerzas de ambos lados del cuerpo. Ellos muestran como toman la pelota temprano, claramente, con gran velocidad y eficacia. (Figura 3)

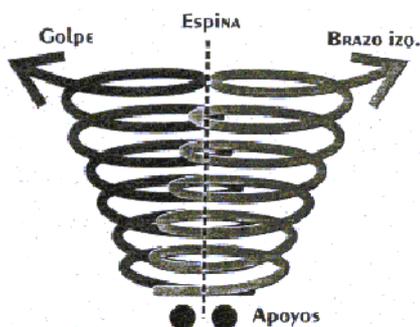


Figura 3

(Imagen que muestra como actuarán las fuerzas centrífuga y centrípeta en el movimiento del saque, tomada del libro "Tenis sistema biodinámico". Daria Kopsic Segal 2002)

La combinación entre la rotación de la columna y la oposición de las fuerzas (cruzadas), es lo que hace que esto ocurra. La rotación de la columna para moverse, rápida, adecuada y eficientemente hacia la pelota primero, apoyando la planta del pie

tempranamente distribuyendo las fuerzas desde el tobillo, con la aplicación del movimiento de oposición de la columna para liberar la cadena cinemática para aplicar debida oposición del lado izquierdo (diestros). La utilización de las fuerzas cruzadas incrementa la eficiencia del movimiento y reduce el siempre presente riesgo de lesiones”² (Kopsic Segal, D. 2002)

Podemos decir entonces que el objetivo de la biomecánica respecto del tenis será obtener eficacia y eficiencia en los golpes, lo que nos permitirá incrementar la potencia, maximizar la carga, retrasar la fatiga y evitar lesiones. Así podemos ver como los miembros inferiores con sus cadenas cinemáticas y sus unidades biomecánicas realizarán el 50 % de la fuerza que será aplicada al impacto de la pelota.

Algunos de los factores limitantes en el saque pueden ser la falta de flexión del miembros inferiores, la falta de rotación de la cadera, algún factor que rompa la cadena muscular y cinética, el aumento de la tensión en los músculos intervinientes en toda la cadena.

LESIONES

Las características del juego han ido cambiando con el avance tanto del tiempo como de la tecnología. Antes de la era profesional, las principales lesiones se producían en la articulación del codo, teniendo en cuenta aquellas lesiones que se producen por la técnica del juego en si, y no por los desplazamientos que suceden en el mismo, ya que si analizamos los movimientos y desplazamientos del juego, veremos que tendremos principalmente lesiones en las articulaciones del tobillo y la rodilla.

² Emilie Foster. Biomechanical Expert. Tenis sistema biodinámico. Daria Kopsic Segal. Tenis Club Argentino. 2002.

La profesionalización del deporte ha hecho que el juego sufriera modificaciones, el cual trajo aparejado la variación en las lesiones que se producen en los deportistas de alto rendimiento.

Así y todo estas lesiones que se dan principalmente en los miembros inferiores debido a las superficies de juego principalmente y al constante cambio de las mismas durante el calendario de competencia de los jugadores, serán también posibles factores de producción de lesiones en el miembro superior hábil, debido a la íntima relación ya mencionada y a las cadenas musculares cruzadas, que se dan por ejemplo en la técnica analizada en este trabajo, el saque.

Con el avance de la tecnología, han ido variando los elementos del juego así como las superficies, las pelotas son más rápidas debido a la presión que tienen y el material o felpa con que se fabrican, las raquetas han evolucionado su tecnología encontrando en la actualidad diversos modelos y composición de los mismos, diversos pesos, medidas, al igual que en las cuerdas, que si recordamos fue analizado en el capítulo anterior.

Estos cambios modificaron la técnica tanto del juego en si como de los desplazamientos, un cambio en la implementación de la táctica, lo cual necesitará de una mayor preparación por parte del deportista.

Basándonos en esto, podremos decir que en el tenis se ha producido, por necesidad, un progreso en cuanto a la preparación física, mayor necesidad de trabajo de la velocidad y fuerza en el juego que traerá aparejado un incremento en la potencia del mismo.

Esto provocará la necesidad de preparar al organismo tanto para avanzar y preparar en forma óptima al deportista como para prevenir lesiones, debido a las exigencias no solo con respecto al organismo en si, sino a la necesidad de afrontar cada vez sin el descanso necesario, compromisos que requieran un estado óptimo de preparación tanto física como psíquica por parte del deportista.

El tenista profesional debe estar preparado para tener picos de rendimiento en forma consecutiva para poder cumplir con el calendario del deporte, el cual exige por momentos jugar todas las semanas, sin un descanso necesario.

Podemos decir entonces que las zonas anatómicas más afectadas serán la articulación del hombro, del codo, de la rodilla, del tobillo y la columna vertebral en su conjunto, y nosotros haremos hincapié en el presente trabajo en la articulación del hombro.

Principales lesiones

En el tenis veremos principalmente cuatro tipos de lesión en el hombro:

- ◆ la lesión del nervio subescapular

- ◆ la lesión del nervio de Charles Bell (nervio del serrato mayor)
- ◆ el impingement (compresión)
- ◆ la tendinitis del músculo supraespinoso

(Traducido de Crespo, M. 2001)

Podemos encontrar otras lesiones relacionadas con la articulación del hombro pero las mencionadas son las más comunes y problemáticas para su resolución.

Características

El espacio subacromial y los tejidos blandos interpuestos constituyen la base anatómica para el síndrome de compresión.

El hombro del tenista es una patología, como describimos anteriormente, que afecta principalmente al músculo supraespinoso, también al infraespinoso, el redondo menor, al subescapular y al tendón de la porción larga del bíceps braquial. (Traducido de Crespo, M. 2001)

Si describimos la anatomía de la articulación del hombro, veremos la poca contención que la cavidad glenoidea le dará a una mucho más grande cabeza del húmero, esta incongruencia se puede semejar a una pelota de golf sobre el tee (figura 4). Los cuatro primeros músculos mencionados con anterioridad que componen el llamado manguito rotador contribuyen a la estabilidad de la articulación y contención de la cabeza del húmero. Estos son relativamente débiles comparados con los fuertes músculos del hombro y del brazo y podrán lesionarse con facilidad.

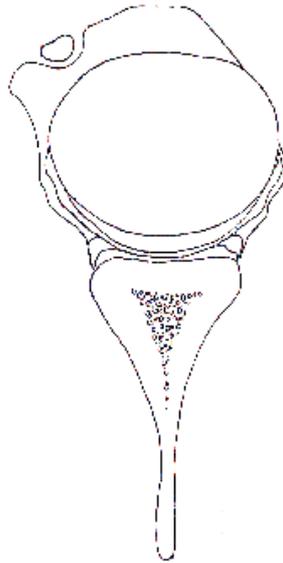


Figura 4

(Vista superior con resecado de parte de la escápula de la articulación escapulohumeral y sus superficies articulares muy poco congruentes. Imagen tomada del libro “Crespo, M.; Pluim, B.; Reid, M.. Tennis Medicine for Tennis Coaches. Canadá. ITF International Tennis Federation. 2001.)

Principales causas lesionales

Las causas de la lesión de la articulación del hombro se basan en tres razones:

- ▶ la anatomía de la articulación del hombro
- ▶ la biomecánica del movimiento “overhead” (sobre la cabeza)
- ▶ los desbalances musculares que se pueden producir en el hombro luego de muchos años de practicar el deporte, principalmente la debilidad y falta de flexibilidad muscular. *(Traducido de Crespo, M. 2001)*

Teniendo en cuenta esto haremos hincapié en la biomecánica del movimiento “overhead” sin dejar de lado tanto la anatomía y los desbalances musculares ya que las tres causas descritas forman un todo y su relación provocará que la falla de una pueda producir la falla de la otra.

El manguito de los rotadores juega un papel importante en la estabilidad dinámica del hombro. Pacientes con inestabilidad de la articulación escapulohumeral pueden desarrollar tendinopatías y signos de conflicto subacromial. En la flexión-abducción del miembro superior interviene tanto la articulación escapulohumeral como la

escapulotorácica. Las lesiones del manguito provocan una inversión del ritmo escapulotorácico y durante la flexión-abducción del hombro primero interviene la articulación escapulotorácica y después la escapulohumeral (al revés de los hombros normales en que la escapulotorácica no se mueve hasta que se ve agotada la flexión de la escapulohumeral).

El ligamento subacromial extiende la apófisis coracoides hasta el acromion, formando un arco sobre la cabeza del húmero. Entre este arco y la cabeza humeral se encuentra el cartílago articular, la porción larga del bíceps braquial, el tendón del supraespinoso y la bolsa subacromial. (figura 5, A y B)

La contusión de estos tejidos establece un ciclo de dolor, cambios biomecánicos y debilidad muscular. La bolsa subacromial inflamada irrita los tendones del bíceps y del supraespinoso.

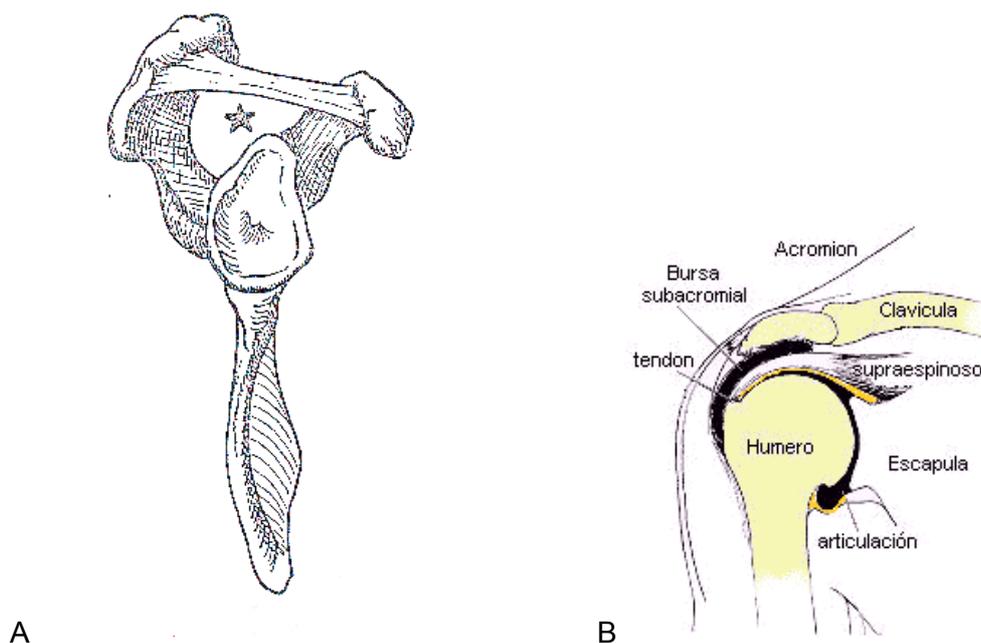


Figura 5

(A-Vista del ligamento acromiotoracoideo y el espacio que queda para el paso del tendón del supraespinoso tomada del libro "Kapandji, I. A.. Cuadernos de fisiología articular, cuaderno 1. Tercera edición. Barcelona. Toray – Masson S.A.
B-Imagen de la articulación escapulohumeral y acromioclavicular y sus componentes más frágiles, tomada de internet)

Es una zona muy frágil, ya que cuando el brazo está aducido al cuerpo se produce una tensión que provocará una isquemia, cuando se realiza la abducción se produce también una isquemia y no una hiperhemia por la contracción, por lo cual solo hay hiperhemia cuando el paciente está recostado, entonces el supraespinoso se relaja y hay buena circulación. Esta es la causa del dolor nocturno en la articulación del hombro.

Podemos encontrar algunas lesiones previas como una bursitis que puede lesionar el tendón, un estrechamiento del arco acromio-clavicular, una lesión del ligamento acromio-coracoideo (la vibración, de este, roza al músculo, al tendón y lo lesiona), una calcificación del tendón, deformidades del acromion o una formación quística.

Recordemos que según Bigliani y Morrison podemos encontrar tres morfologías diferentes para el acromion: Tipo I, II, III. Que serán respectivamente plano, curvo o gancho. (figura 6) (Prentice, W.)

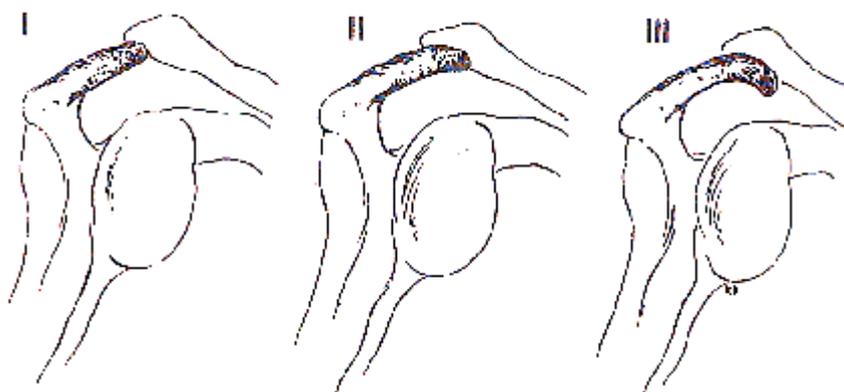


Figura 6

(Imagen de los tres tipos diferentes de acromion que podemos encontrar, tomada del libro "Prentice, W. E.. Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. Segunda edición. Barcelona. Editorial Paidotribo.)

En las angulaciones del acromion el 17 % de la gente tiene un acromion plano, el 43 % tiene curvo, por lo cual podremos ver que el tipo de acromion será muy importante para tener en cuenta en las lesiones del hombro y particularmente del músculo supraespinoso.

Con lo descripto podemos ver que las lesiones son muy variadas y que el comienzo inadvertido de una de ellas o el descuido en la pronta atención podrá provocar lesiones en cadena debido a la interrelación que existe entre los muchos elementos que componen este complejo articular.

Son muchas las variables que se deben tener en cuenta a la hora del análisis del por que de esta problemática y la forma de evitarla o de realizar una pronta recuperación y así evitar recidivas que podrán derivar en el abandono de la actividad.

DISEÑO METODOLÓGICO

MATERIALES Y MÉTODOS

El siguiente trabajo de investigación es realizado en forma cuantitativa descriptiva - exploratoria y transversal.

Se utiliza un diseño cuantitativo ya que como investigador no es posible dentro del planteamiento del problema ejercer ningún tipo de modificación sobre lo investigado. Tiene características descriptivas ya que se desarrolla como es la situación de las variables de la investigación, y por que en este estudio se muestra cómo este problema afecta a la población mencionada y en que medida se produce esta situación. Es exploratorio por que explora alguna de las razones o causas que producen esta lesión. Se describe esta problemática y se llega a relacionar las variables planteadas, y desde esta investigación se podrá partir para lograr otras más profundas. Por ello se tienen en cuenta las opiniones de personas relacionadas con el tema en cuestión.

Es transversal por que se estudian las variables en un determinado momento sin tener en cuenta el tiempo ya que este no influye en relación de este fenómeno.

El área de estudio es la República Argentina, la zona la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Gran Buenos Aires, la población a investigar son jugadores de tenis profesional de diferente nivel y específicamente un grupo de tenistas profesionales argentinos que compiten actualmente no solo en la Argentina sino por todo el mundo.

Dentro de este marco se concurre a diferentes centros de entrenamiento en busca de jugadores con las características mencionadas y también de entrenadores para recabar información desde otro punto de vista en relación al mismo problema.

La recolección de datos se realiza a través de encuestas.

Se realizan cuestionarios a los integrantes del área que permitan ser fuente de información necesarias para lograr los objetivos planteados. Son entrevistados jugadores y entrenadores que reúnan las características citadas con anterioridad. También se realizan diferentes observaciones y entrevistas para corroborar los datos relevados y poder profundizar en las respuestas.

Se realizan gráficos en torta para la tabulación de la información brindada por los instrumentos y poder valorar los resultados obtenidos.

ANÁLISIS DE DATOS

En los siguientes cuadros y gráficos se ve procesada la información recolectada por medio de las encuestas. Allí podemos ver reflejada la opinión tanto de jugadores como entrenadores.

Estos gráficos nos ayudan a llegar a una conclusión respecto del problema planteado en el comienzo de nuestra investigación. En algunos de ellos inferimos sobre la temática con las observaciones y entrevistas realizadas.

Se tabularon los datos que se consideró necesarios y que reflejan lo planteado en el inicio, para así llegar a una conclusión certera, ya que algunos de ellos no reflejan o responden específicamente a lo planteado.

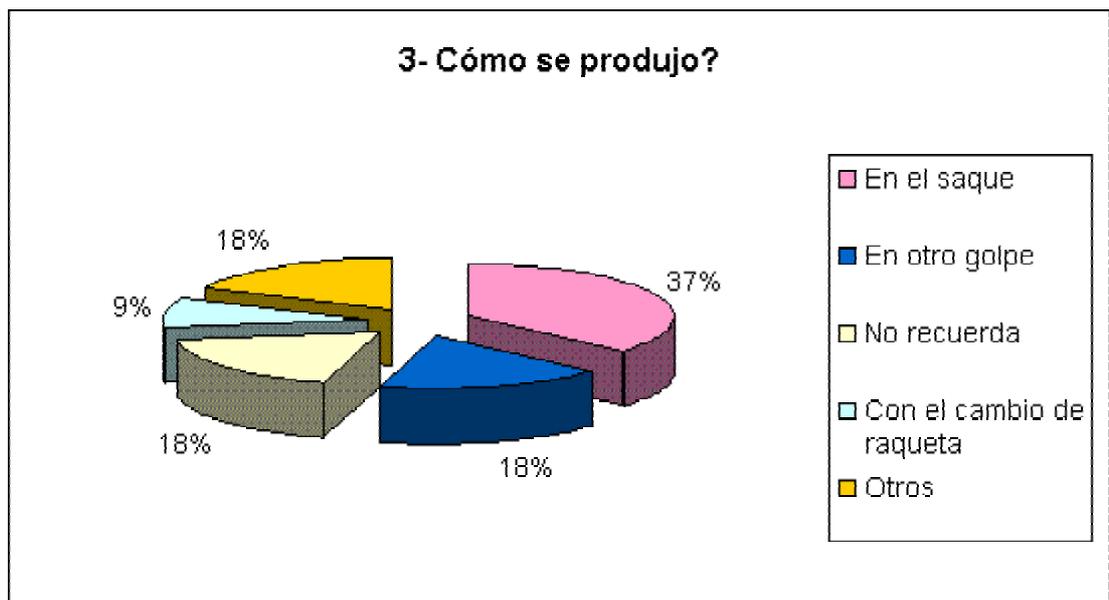
JUGADORES



El gráfico revela en que medida, dentro de la población encuestada, las lesiones en el hombro afectan a los jugadores. Esto nos dice que el 69% de los encuestados ha padecido alguna vez una lesión en la articulación del hombro.

La respuesta obtenida confirma lo planteado en el marco teórico, que es cada vez más frecuente la aparición de lesiones de hombro en este tipo de jugadores.

Nos debemos preguntar cómo incidirá en la vida útil futura del jugador la recurrencia de este tipo de lesiones y el impacto que produce en el jugador.



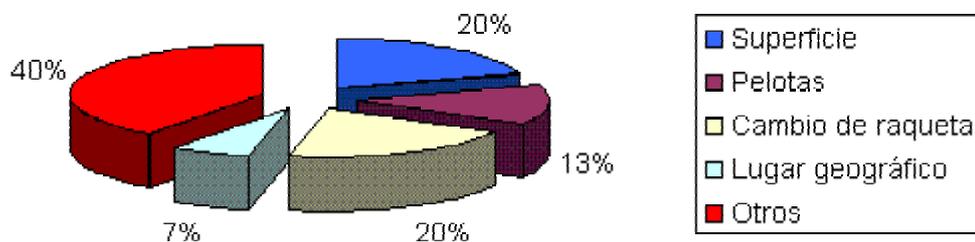
Aquí se refleja como el movimiento del saque es el golpe que en mayor medida produce lesiones en la articulación del hombro, dentro de los jugadores que respondieron afirmativamente a tener o haber tenido lesiones en el hombro.

Confirmando las afirmaciones sostenidas por distintos autores en la literatura consultada.

Se comprueba que sin descartar los demás golpes del tenis, el saque es el momento de mayor impacto sobre la articulación del hombro.

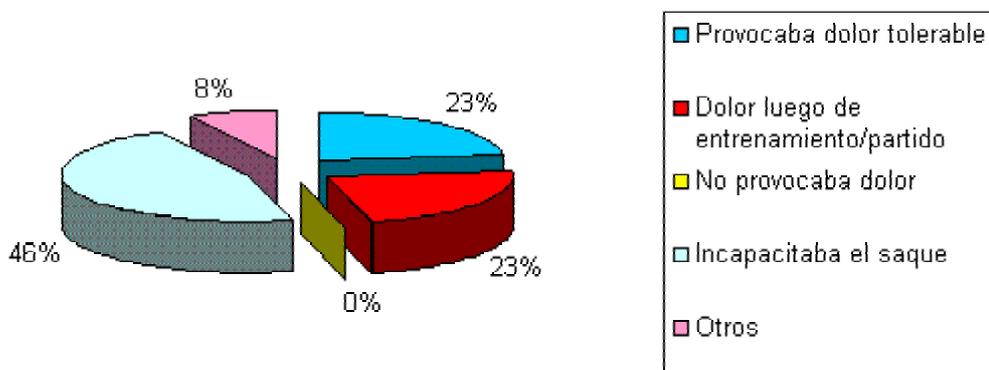
Esto nos induce a rescatar la importancia de la prevención, el equilibrio muscular, la coordinación del movimiento que se deberá tener en cuenta a la hora de la ejecución de este golpe.

5- Recuerda algún factor diferente en el momento de la lesión que pudiera afectarlo?



Dentro de "otros" se incluyen los factores emocionales, psíquicos, época del calendario (año) del circuito profesional, si el jugador tiene alguna presión extra además de la competencia en sí. Se puede observar también como dos de los factores mencionados dentro del marco teórico como posibles desencadenantes de lesiones en el hombro, como la superficie y la raqueta tiene relevancia en el tema y confirma, como se menciona con anterioridad, su relación con la problemática planteada

6- En que medida afectaba el movimiento del saque?

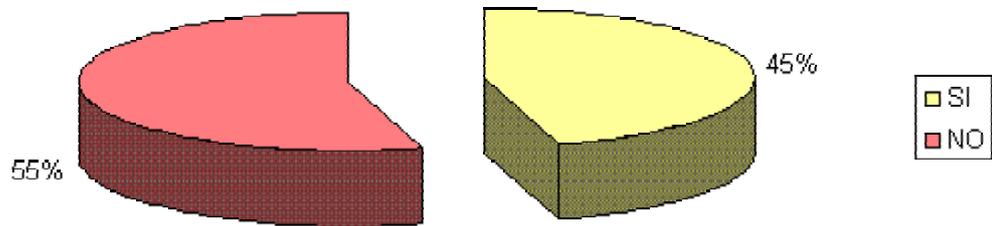


En general, según se reveló por medio de las encuestas el mayor problema con una lesión en la articulación del hombro provocará la imposibilidad de realizar completa o parcialmente el movimiento del saque.

Si analizamos esto, basándonos en lo expuesto en este trabajo deberíamos plantearnos el siguiente interrogante. ¿ Que podremos hacer para que esta problemática no afecte la vida útil del jugador al punto de poder llevarlo al abandono de la actividad?

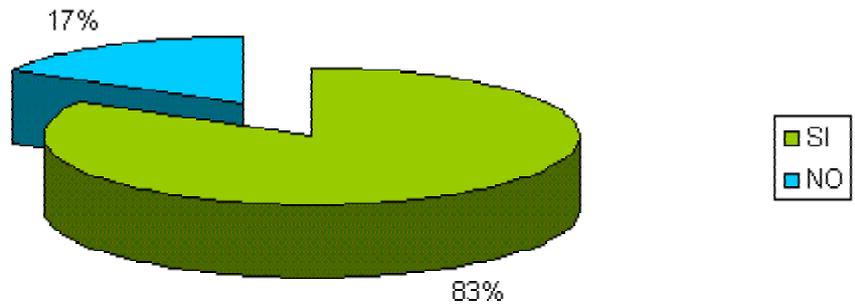
La respuesta a esto, luego de lo investigado nos debería llevar al punto principal, la prevención

7- Tuvo que modificar la técnica del saque por esta lesión?



Hay jugadores que teniendo una lesión modifican en algún punto parte de su biomecánica normal, respecto del saque, y esto posibilita la realización del mismo sin dolor, sobretodo cuando un jugador se encuentra en etapa de rehabilitación avanzada. Podemos ver como el porcentaje de jugadores que modificó su técnica del que no lo hizo no varía en demasía, por lo que podemos resaltar que dependerá de cada jugador, su morfología y personalidad si la modificación será productiva o no.

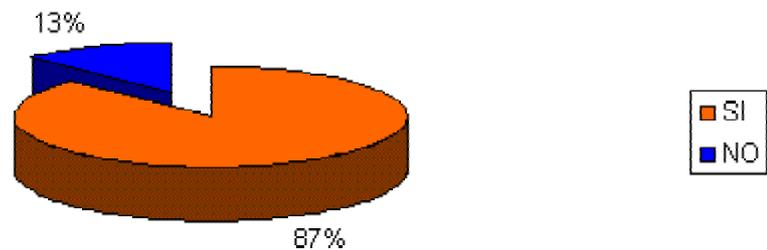
8- Esta modificación redujo el dolor?



Podemos ver como una pequeña modificación reduce el dolor en la articulación y posibilita la realización del movimiento.

Aquí vemos como, si relacionamos este gráfico con el anterior, de aquellos que realizaron alguna modificación tuvieron resultados positivos.

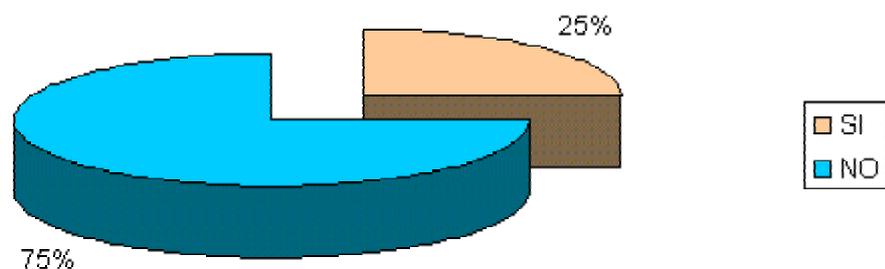
11- Dentro de su preparación física realiza ejercicios específicos para los músculos de la escápula y de la articulación del hombro?



Esta pregunta refleja si los jugadores profesionales tienen conciencia de la importancia de la prevención.

Vale inferir que los jugadores que respondieron afirmativamente, comenzaron con este tipo de De ejercicios luego de una lesión, y muy pocos desde la etapa de "juniors", lo que nos llevará A resaltar e intentar modificar el trabajo que se realiza en las etapas de inicio de un jugador

10- Normalmente su saque es de armado corto?



En el gráfico se hace referencia a la técnica utilizada por los jugadores, ya que una técnica de armado corto, precisará de una menor coordinación por parte del jugador en el movimiento del saque.

El mayor porcentaje nos dice que su saque es de armado largo, el cual precisa de una gran coordinación por parte del jugador, así como fue descrita la técnica en nuestro marco teórico

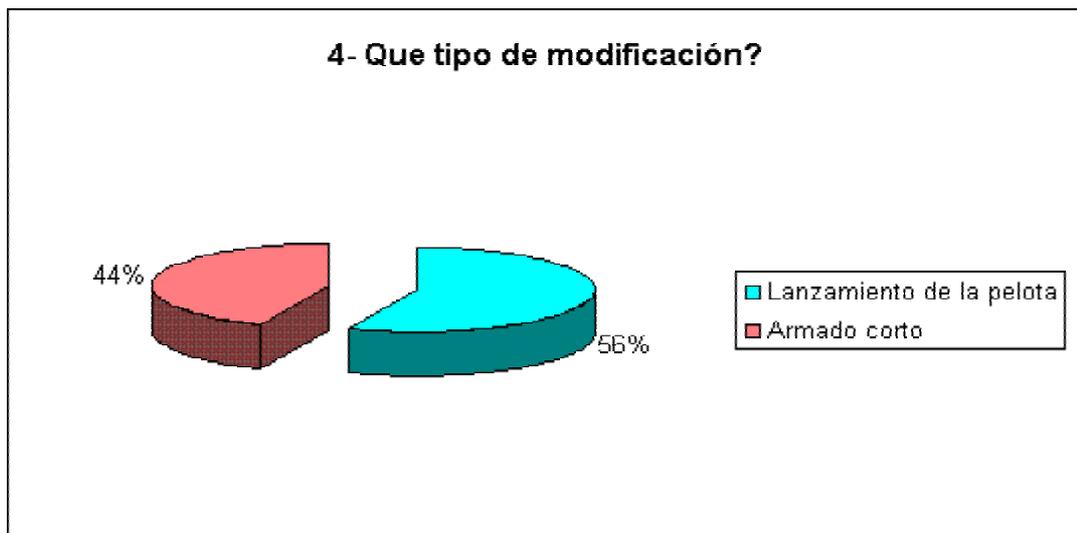


En ambos gráficos podemos ver la cantidad de horas que entrena un jugador por día y por semana, si a esto le sumamos los compromisos de la competencia podemos ver como la sobrecarga en el organismo del jugador puede ser factor de lesiones por sobreuso. Esto nos confirma que la sobrecarga de trabajo en el jugador podrá provocar lesiones por sobreuso, además de la posibilidad de lesiones por fatiga, ya que esta será producto de falta de coordinación y de sincronización en los movimientos, como fue expresado con anterioridad.

ENTRENADORES



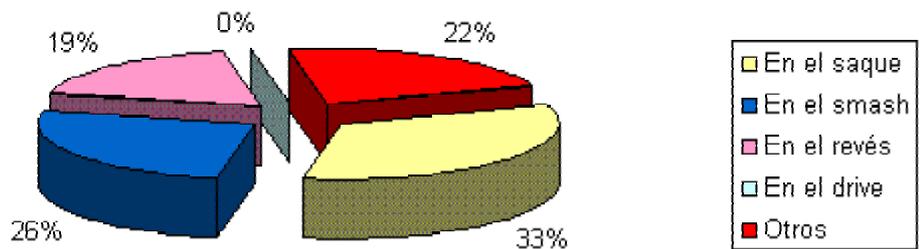
Algunos entrenadores refieren que en diferentes jugadores la modificación es positiva para evitar el movimiento doloroso y facilitar la coordinación del mismo. Que esta modificación dependerá también de la personalidad del jugador, ya que no todos los jugadores cuando llegan a un nivel profesional, están dispuestos a realizar modificaciones, lo cual también dependerá de la relación con su entrenador.



Generalmente la modificación se refiere principalmente al lanzamiento de la pelota y como el lanzamiento de la misma en diferente posición elimina el dolor, esto se debe a que el ángulo del hombro en el momento del impacto varía y este depende del lugar donde se impacta la pelota.

Por lo cual si sabemos que el hombro realiza el movimiento del saque a una velocidad de hasta 2300 °/segundo, es fundamental hacer hincapié en el lanzamiento de la pelota y del ángulo al que se somete al hombro en el momento de mayor velocidad, el impacto. Ya que una variación en este ángulo podrá ser producto de lesión, no solo por la angulación sino por que como referimos en el trabajo, una modificación en toda la sincronización del Movimiento hará también variar este ángulo.

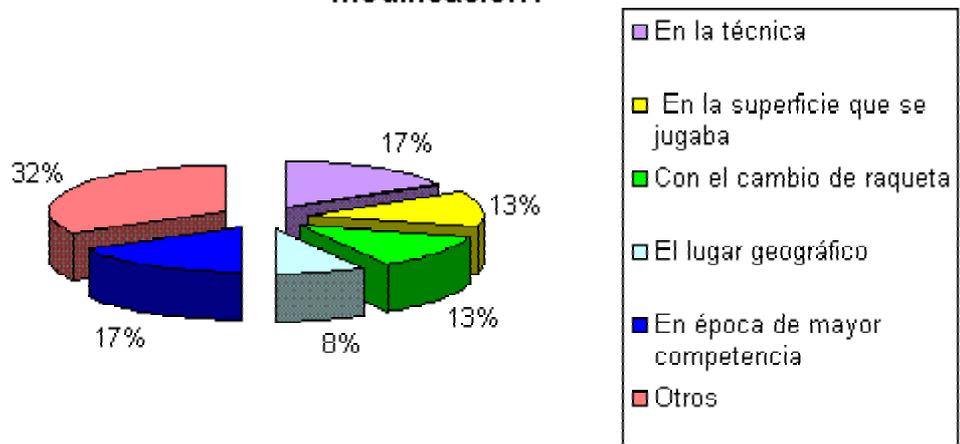
6- Estas lesiones se produjeron en algún momento en particular?



En general podemos ver que todos los golpes afectan a la articulación del hombro, lo cual si tenemos en cuenta que todos los movimientos y técnicas en el tenis precisan de una coordinación y sincronización, trabajando en conjunto las diferentes cadenas cinemáticas, pero muestra también una mayor incidencia en el movimiento del saque.

Vemos, que al igual que en la encuesta a los jugadores, el saque influye en gran medida Por lo cual volvemos a plantearnos el mismo interrogante que con anterioridad Cómo evitarlo, y como lograr la menor incidencia en la vida profesional del jugador.

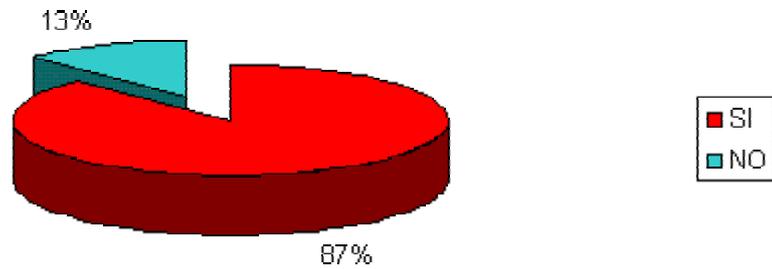
7- El dolor o lesión se produjo luego de alguna modificación?



Podemos ver como el cuadro refleja que las diferentes modificaciones o variables pueden propiciar una lesión en el organismo. Dentro de "otros" se consultó si los jugadores tenían alguna lesión en los miembros inferiores que pudieran afectar la correcta biomecánica del saque y producir alguna lesión o dolor a nivel del hombro, en donde un gran porcentaje respondió en forma afirmativa.

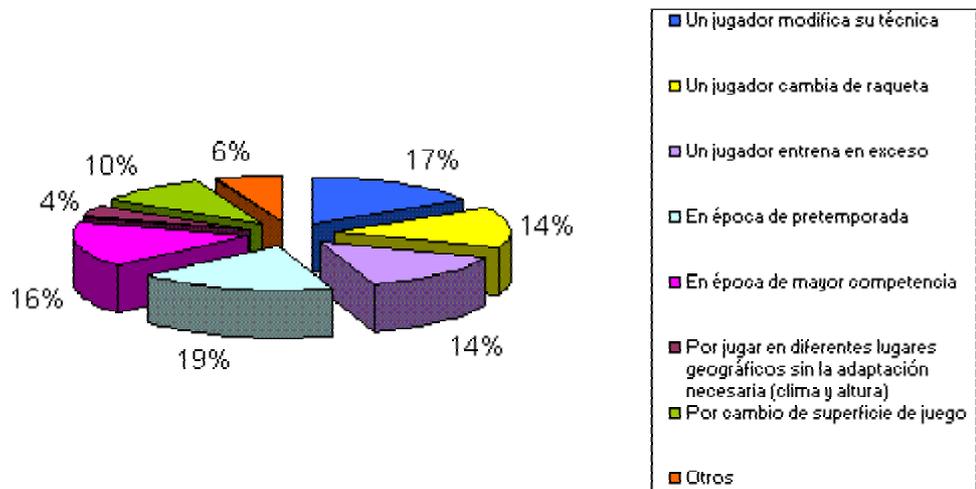
Esto nos confirma, así como fue expresado en nuestro marco teórico, la realidad de que los cambios o modificaciones de cualquiera de las variables investigadas podrá provocar o llevar a una lesión en el hombro a la hora de la realización del saque.

10- Realiza durante el entrenamiento ejercicios específicos para el saque y la articulación del hombro?



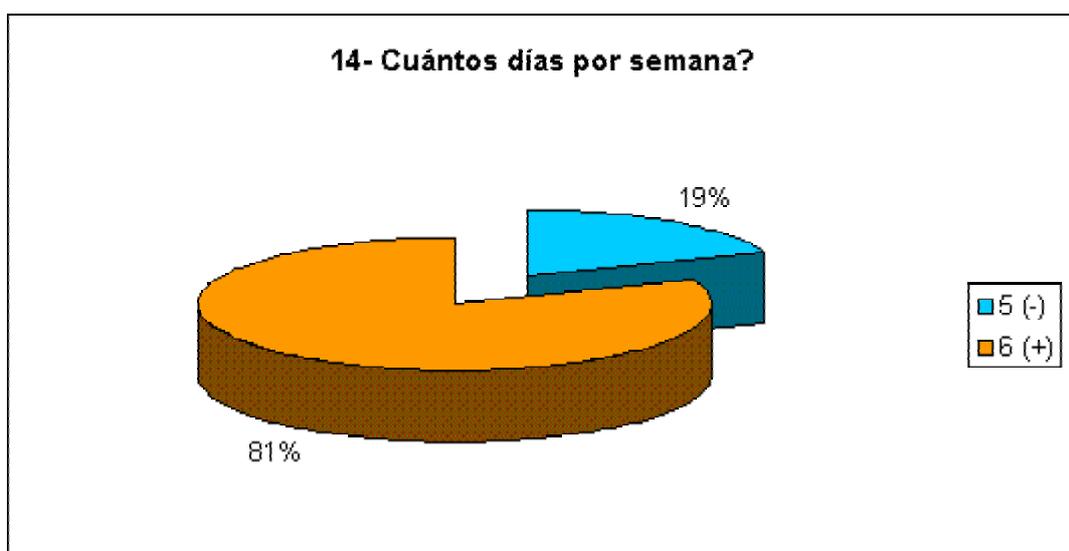
Aquí se refleja si los encargados de entrenar a los jugadores son conscientes de la necesidad de entrenar específicamente el saque y por consiguiente la cintura escapular haciendo hincapié en la prevención, donde como podemos ver, el 87 % respondió en forma afirmativa.

11- Ha notado la presencia de dolor cuando...



Dentro de las variables mencionadas en el trabajo podemos ver como todas afectan en mayor o menor medida la articulación del hombro y la posibilidad de que, cualquier modificación en alguno de estos factores puede producir o llevar a una lesión posterior.

La pregunta o interrogante que nos hacemos será ¿cómo o de que manera se puede influir en estas variables en pos de evitar o prevenir esta problemática?



Ambos gráficos corroboran el tiempo que entrena un jugador y como influirá esto en la producción de lesiones por sobreuso así como fue mencionado en el cuadro consultado a los jugadores.
 Este cuadro revela y nos hace plantear y deducir la misma problemática que en el cuadro de los jugadores.

CONCLUSIÓN

Concluimos este trabajo realizando principal hincapié en lo que consideramos, luego de lo investigado, que a nuestro entender lo fundamental es realizar un trabajo de prevención.

Teniendo en cuenta las variables que se han estudiado y descrito en el trabajo vemos como estos factores, al tener gran influencia en la posible producción de lesiones en el hombro, debemos realizar un intensivo trabajo preventivo, no solo del movimiento en sí, el saque, sino un entrenamiento que incluya el tratamiento de estas variables, como la adaptación al clima, el dominio de los cambios psíquicos y emocionales, como también realizar un estudio con cada jugador respecto de los elementos de juego y si practican el deporte con los más adecuados para su morfología.

Como podemos ver, el análisis de la biomecánica es útil, para lograr el entrenamiento y la técnica adecuada, para producir un movimiento automático y económico, lo cual le dará al jugador la utilización de la energía necesaria en cada golpe en forma equilibrada, lo cual reducirá la posibilidad de lesión.

Debemos decir también, que el trabajo sobre esta variable debe comenzar a edad temprana, intentando hacer comprender al jugador joven la importancia del saque en su juego, por lo cual deberá realizar entrenamiento específico para este movimiento, para lograr una técnica adecuada a su morfología, respetando la correcta biomecánica del mismo.

Al inicio de la investigación pensamos en que la biomecánica del saque, por su complejidad, era la que realmente afectaba la articulación del hombro, y llegamos a la conclusión que en realidad los factores que pueden influir sobre el individuo, son los que modificarán esta biomecánica normal, volviéndola patológica y por ello podrán producir lesiones en la inestable articulación del hombro.

Podemos reafirmar que la columna vertebral y el ritmo escapular influyen en la realización correcta del movimiento, y cualquier modificación o patología en esos sectores del cuerpo podrán provocar fallas a la hora de utilizar correctamente las cadenas musculares y cinemáticas pudiendo provocar lesión.

La comprensión y conocimiento de estas variables que afectan las cadenas biomecánicas y pueden llevar a lesión es fundamental, para lograr influir positivamente sobre ellas, tanto los entrenadores de tenis, jugadores, como los profesionales de la salud que se dedican al trabajo con pacientes de estas características, y así lograr, una adaptación y automatización del movimiento y evitar las lesiones que podrán afectar de tal manera al individuo que llegarán en algunos de ellos a limitarles por completo la práctica del deporte.

El sobreentrenamiento y la sobrecarga en el jugador lo llevarán a sufrir lesiones por stress, por sobreuso, por lo cual habrá que replantearse los tiempos y exigencias tanto a nivel de entrenamiento como en el momento de la competencia y la periodicidad de esta.

Otro de los factores que influirán en el jugador y su coordinación en los movimientos durante el juego es la altura, que así como fue mencionado en el marco teórico, su influencia existe pero es relativa dado que el jugador no participa tantas veces en el año en ciudades que se encuentran a mayor altura de la que él está acostumbrado, pero si tendremos más en cuenta los cambios climáticos que son más factibles de ser sufridos por parte del jugador y tendrán un mayor efecto sobre este.

No obstante, debemos recalcar que aunque la altura no sea una variable tan importante en la suma de todas ellas, si es importante la realización de una adaptación adecuada para que no sea influyente a la hora de la competencia.

Concluimos que no solo la prevención será fundamental, sino que desde el planteo kinésico debemos saber tratar a aquellos deportistas que ya tienen instituida una lesión de estas características. Para ello debemos, trabajar en su complejidad tanto de la articulación del hombro como también conocer estas variables que afectan al deportista y tratarlo como un todo, ya que no vale de nada rehabilitar la articulación, cuando probablemente la problemática haya comenzado por alguna modificación de la mecánica del movimiento debido a la alteración de alguna de los factores que decimos pueden influir sobre ella.

Debemos tratarlos con la fisioterapia necesaria, pero también con la ejercitación necesaria para los músculos de la cintura escapular, y los músculos que intervienen en toda la cadena muscular del movimiento para retornar al equilibrio y sincronización perdidas en algún momento.

Debemos conocer la importancia táctica que posee en la actualidad el golpe del saque en los tenistas profesionales, debiendo trabajar para su restablecimiento en la actitud mental del jugador ya que este movimiento, en la actualidad, es determinante en el juego durante la competencia. Para ello se deberá trabajar desde la iniciación, en la formación del jugador, en un golpe biomecánicamente completo y para ello desarrollar las habilidades del jugador, teniendo en cuenta un desarrollo muscular equilibrado.

Debemos inculcarle al jugador avanzado la importancia de trabajar equilibradamente los músculos que intervienen en toda la cadena, no solo cuando se lesiona, sino antes de llegar a la lesión y que estos ejercicios específicos sean parte de su rutina de entrenamiento. Se deberá trabajar en un movimiento balanceado y equilibrado, trabajar tanto el miembro superior hábil como la coordinación y equilibrio con el no hábil, la rotación de la columna y su incidencia en el punto de impacto de la pelota, la coordinación del brazo hábil con el movimiento de lanzamiento de la pelota por parte del otro miembro.

También el trabajo de flexión y extensión de los miembros inferiores para lograr la mejor fuerza de acción y reacción y poder transferirla al resto de la cadena muscular.

Se deberá trabajar la sincronización del final del movimiento del saque con la iniciación del movimiento siguiente, ya que la falla en esta coordinación también podrá provocar desequilibrios que inducirán a una biomecánica alterada y por consiguiente a lesión.

Podemos decir entonces y luego de todo el análisis realizado que la alteración de la biomecánica normal del movimiento del saque, sus variables y los factores externos que impactan sobre el jugador podrán llevar a lesiones en la articulación del hombro.

Este trabajo de investigación nos ha abierto las puertas a una investigación más profunda, para ahondar sobre el tema y así abarcar el problema desde todos los ángulos posibles y de esta manera mejorar la calidad de vida del jugador profesional de tenis.

● Palabras clave: prevención – coordinación – sincronización – factores intrínsecos – factores extrínsecos – ritmo escapular – balance y equilibrio muscular.

ANEXO

Encuesta a jugadores profesionales argentinos de tenis

El siguiente cuestionario tiene como finalidad indagar sobre las lesiones del hombro en los jugadores de tenis profesional y cómo la técnica del saque influye en la producción de las mismas así como los factores que pueden alterar la biomecánica normal del mismo. El fin último será encontrar un camino para reducir la producción de estas lesiones y así lograr que el jugador no tenga que pasar por esta problemática.

Esta encuesta se realiza para el trabajo de investigación requerido como trabajo final para la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría de la Universidad Abierta Interamericana.

Marcar con una X en las respuestas SI/NO o marcar la respuesta correcta y aclarar de ser necesario. Puede usted marcar más de una respuesta.

ENCUESTA:

1. Ha tenido alguna vez alguna lesión en el hombro?

SI..... NO.....

2. Cual?

- a) Lesión del Supraespinoso (manguito rotador)
- b) Impingement (síndrome de compresión)
- c) Lesión en algún nervio (si lo sabe mencionar cuál)
- d) Lesión en el tendón del bíceps
- e) Otras (si lo sabe mencionar cuál).....

3. Cómo se produjo?

- a) En el saque (entramamiento/partido)
- b) En otro golpe (cual?)
- c) No recuerda cómo
- d) Cuando cambió de raqueta
- e) Otro.....

4. Le impidió, en el momento, seguir jugando?

SI..... NO.....

5. Recuerda algún factor diferente en el momento de la lesión que pudiera afectarlo?

- a) Superficie
- b) Pelotas
- c) Cambio de raqueta
- d) Lugar geográfico de juego
- e) Otro.....

6. En que medida afectaba el movimiento del saque?

- a) Provocaba dolor tolerable
- b) Dolor después del partido / entrenamiento
- c) No provocaba dolor

- d) Incapacitaba el saque
 - e) Otros.....
7. Tuvo que modificar la técnica del saque por esta lesión?
SI..... NO.....
8. Esta modificación redujo el dolor?
SI..... NO.....
9. Normalmente su saque es de armado corto?
SI..... NO.....
10. Por que?
- a) Por indicación de su entrenador
 - b) Por dolor en el hombro
 - c) Otros (si lo sabe mencionar cuál).....
11. Dentro de su preparación física realiza ejercicios específicos para los músculos de la escápula y de la articulación del hombro?
SI..... NO.....
12. Desde cuándo?
- a) Luego de una lesión
 - b) Desde la época de juniors
 - c) Desde que es profesional
 - d) En pretemporada únicamente
 - e) Otros.....
13. Cuántas horas entrena por día?Horas por día
14. Cuántos días a la semana?.....Días por semana
15. Y en época de competencia? (sin contar los días de partido)
- a) Más
 - b) Menos
 - c) Igual
 - d) Otra.....

Completar sus datos:

Nombre y Apellido (opcional, el mismo no será publicado en el trabajo de investigación).....

Edad.....

Que raqueta utiliza.....

Fecha.....

Encuesta a entrenadores de jugadores profesionales argentinos de tenis

El siguiente cuestionario tiene como finalidad indagar sobre las lesiones del hombro en los jugadores de tenis profesional y cómo la técnica del saque influye en la producción

de las mismas así como los factores que pueden alterar la biomecánica normal del mismo. El fin último será encontrar un camino para reducir la producción de estas lesiones y así lograr que el jugador no tenga que pasar por esta problemática. Esta encuesta se realiza para el trabajo de investigación requerido como trabajo final para la Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría de la Universidad Abierta Interamericana.

Marcar con una X en las respuestas SI/NO o marcar la respuesta correcta y aclarar de ser necesario. Puede usted marcar más de una respuesta.

ENCUESTA:

1. Tiene conocimiento de las lesiones que se producen en el hombro y sus causas?
SI..... NO.....
2. Ha entrenado jugadores con lesiones en el hombro?
SI..... NO.....
3. Ha tenido que modificar la técnica del saque en algún jugador por alguna lesión?
SI..... NO.....
4. Que tipo de modificación?
 - a) Lanzamiento de la pelota
 - b) Armado corto del saque
5. La modificación fue
 - a) Positiva / Redujo el dolor
 - b) Negativa / No redujo el dolor
 - c) No produjo cambios
 - d) Otros.....
6. Estas lesiones se produjeron en algún momento en particular?
 - a) En el saque
 - b) En el smash
 - c) En el revés
 - d) En el drive
 - e) Otros.....
7. El dolor o lesión se produjo luego de alguna modificación?
 - a) En la técnica (especificar de que golpe)
 - b) En la superficie que se jugaba
 - c) Con el cambio de raqueta
 - d) El lugar geográfico donde se jugaba
 - e) En época de mayor exigencia (competencia/pretemporada)
 - f) Otro.....
8. Que técnica para el saque enseña?

- a) Armado normal
 - b) Armado corto
9. Modificaría la técnica del saque en un jugador si presenta lesión en el hombro?
 SI..... NO.....
10. Realiza durante el entrenamiento ejercicios específicos para el saque y la articulación del hombro?
 SI..... NO.....
11. Ha notado la presencia de dolor cuándo...
- a) Un jugador modifica su técnica
 - b) Un jugador cambia de raqueta
 - c) Un jugador entrena en exceso
 - d) En época de pretemporada
 - e) En época de mayor competencia
 - f) Por jugar con poca adaptación en diferentes lugares geográficos
 - g) Por cambios de superficie de juego
 - h) Otros.....
12. Se ocupa de controlar que raqueta utiliza cada jugador y si es la más conveniente para él?
 SI..... NO.....
13. Cuantas horas por día entrena un jugador profesional?.....Horas
14. Cuantos días a la semana?.....días a la semana

Completar sus datos:

Nombre y Apellido (si quiere, el mismo no será publicado en el trabajo de investigación).....

Edad.....

Desde cuándo es entrenador.....

Fecha.....

CUADRO DE TABULACIÓN
ENCUESTA A JUGADORES PROFESIONALES ARGENTINOS DE TENIS

VARIABLES E INDICADORES UNIDAD DE ANÁLISIS	PREG. 1		PREG. 2					PREG. 3					PREG. 4		PREG. 5					PREG. 6					PREG. 7	
	SI	NO	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	SI	NO	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	SI	NO
1	#			#		#	#	#					#		#			#	#						#	
2	#		#					#						#				#				#				#
3		#																								
4	#			#						#			#					#				#			#	
5		#																								
6	#		#				#					#	#			#				#	#					#
7		#																								
8		#																								
9	#		#							#			#					#				#			#	
10	#		#	#				#					#		#	#		#			#			#		#
11	#					#			#				#			#			#							#
12	#					#						#	#		#		#	#								#
13	#		#								#		#			#								#		#
14		#																								
15	#		#					#					#		#			#				#			#	
16	#					#		#					#		#					#						#
TOTALES	11	5	6	3	0	4	2	4	2	2	1	2	9	2	3	2	3	1	6	3	3	0	6	1	5	6

CUADRO DE TABULACIÓN
ENCUESTA A JUGADORES PROFESIONALES ARGENTINOS DE TENIS

VARIABLES E INDICADORES UNIDAD DE ANÁLISIS	PREG. 8		PREG. 9		PREG. 10			PREG. 11		PREG. 12							PREG. 13		PREG. 14		PREG. 15			
	SI	NO	SI	NO	A	B	C	SI	NO	A	B	C	D	E	F	G	5 (-)	6 (+)	5 (-)	6 (+)	A	B	C	D
1	#			#	#			#			#							#	#			#		
2				#	#			#		#								#	#		#			
3			#				#	#			#						#		#				#	
4	#			#			#	#					#					#		#		#		
5			#				#		#						#		#		#				#	
6		#		#	#			#		#	#	#					#		#			#		
7				#	#			#			#							#		#		#		
8				#	#			#				#		#				#		#		#		
9	#			#	#			#		#								#		#		#		
10	#			#	#			#		#								#		#		#		
11				#	#			#				#						#		#		#		
12			#				#	#		#								#		#		#		
13				#	#				#						#			#		#		#		
14				#	#			#			#							#		#		#		
15	#		#			#		#		#							#		#			#		
16				#	#			#				#						#		#			#	
TOTALES	5	1	4	12	11	1	4	14	2	6	5	4	0	2	0	2	4	12	6	10	1	12	3	0

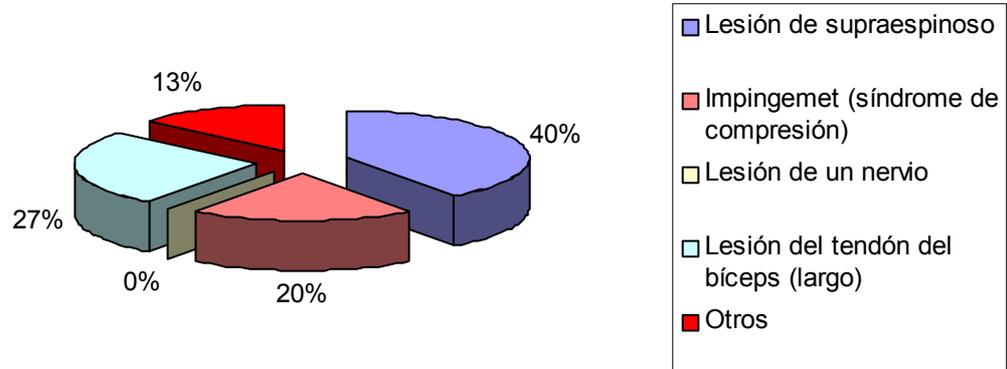
CUADRO DE TABULACIÓN
ENCUESTA A ENTRENADORES DE JUGADORES PROFESIONALES ARGENTINOS DE TENIS

VARIABLES E INDICADORES UNIDAD DE ANÁLISIS	PREG. 1		PREG. 2		PREG. 3		PREG. 4		PREG. 5				PREG. 6					PREG. 7						PREG. 8	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	A	B	A	B	C	D	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	F	A	B
1	#		#			#		#				#			#				#		#	#		#	
2	#		#		#		#		#							#	#							#	
3	#		#			#		#				#			#				#					#	
4		#	#		#		#		#				#	#	#									#	
5	#		#		#		#		#				#	#				#						#	
6	#		#		#		#	#	#				#	#		#	#		#	#		#	#	#	
7		#		#		#		#				#				#							#	#	
8	#		#		#		#		#					#				#					#	#	
9		#		#		#							#							#				#	
10	#		#			#		#				#	#	#	#						#		#	#	
11	#		#			#							#	#								#	#	#	
12	#			#		#																		#	
13	#		#		#		#		#							#			#					#	
14	#		#		#		#	#	#							#							#	#	
15	#		#		#		#		#							#						#	#	#	
16	#		#		#		#	#	#				#	#					#				#	#	
TOTALES	13	3	13	3	9	7	9	7	9	0	0	4	6	7	5	0	6	4	3	3	2	4	8	16	0

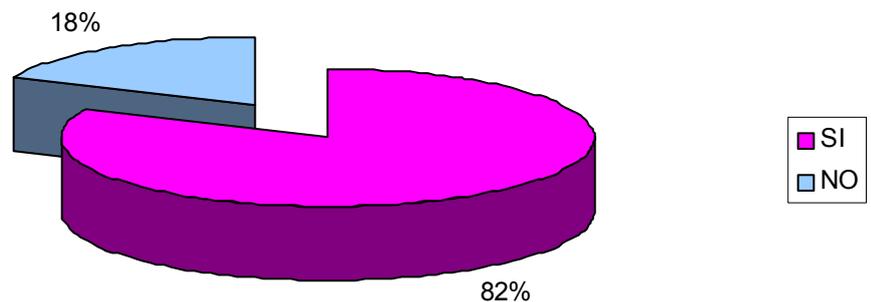
CUADRO DE TABULACIÓN
ENCUESTA A ENTRENADORES DE JUGADORES PROFESIONALES ARGENTINOS DE TENIS

VARIABLES E INDICADORES UNIDAD DE ANÁLISIS	PREG. 9		PREG. 10		PREG. 11								PREG. 12		PREG. 13		PREG. 15	
	SI	NO	SI	NO	A	B	C	D	E	F	G	H	SI	NO	5 (-)	6 (+)	5 (-)	6 (+)
1	#		#			#			#		#		#			#		#
2	#		#		#		#	#		#			#		#		#	
3		#	#		#			#				#	#			#		#
4	#		#		#	#							#		#			#
5	#		#		#								#			#		#
6	#		#		#	#	#	#	#		#	#	#		#			#
7	#			#		#					#		#		#		#	
8	#		#		#		#	#					#			#		#
9		#		#				#					#			#		#
10	#		#			#	#		#	#	#		#			#		#
11	#		#			#	#	#	#				#		#			#
12		#	#				#	#	#				#		#			#
13	#		#			#		#	#				#			#		#
14	#		#		#			#			#		#		#			#
15	#		#									#	#			#		#
16	#		#		#		#	#	#				#		#		#	
TOTALES	13	3	14	2	8	7	7	9	8	2	5	3	16	0	8	8	3	13

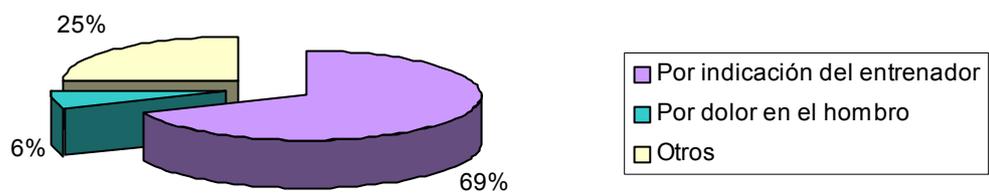
2- Cuál?



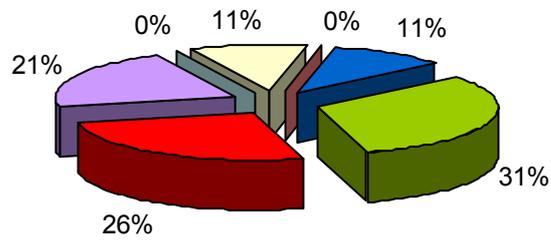
4- Le impidió, en el momento, seguir jugando??



10- Por que?

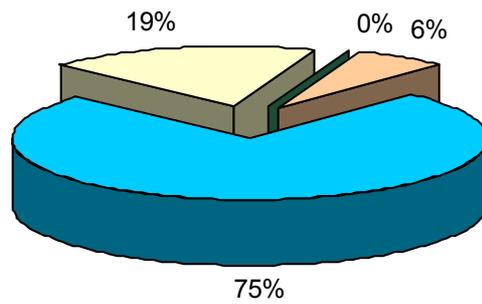


12- Desde cuándo?



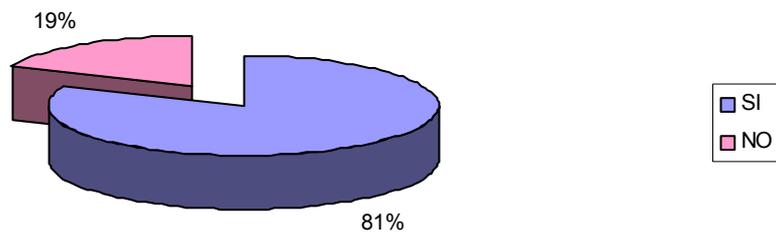
- Luego de una lesión
- Desde la época de juniors
- Desde que es profesional
- Cuando cambió de entrenador
- Cuando cambió de preparador físico
- En pretemporada únicamente
- Otros

15- Y en época de competencia? (sin contar los días de partido)

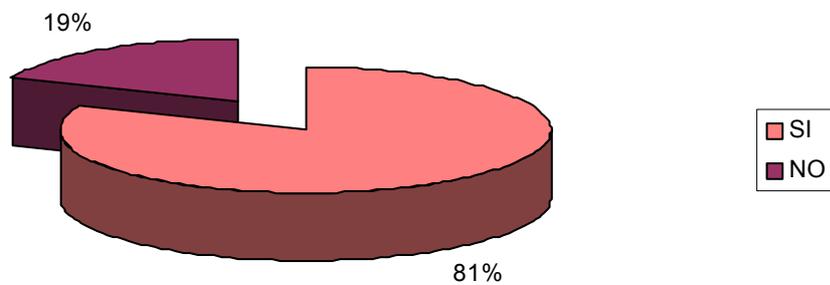


- Más
- Menos
- Igual
- Otros

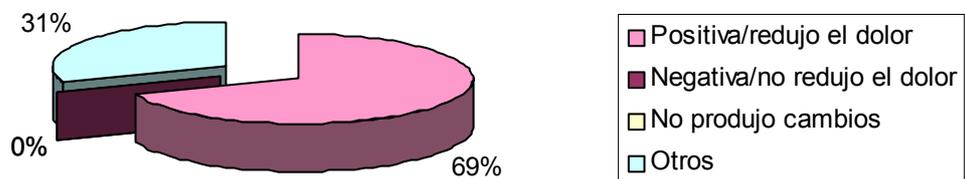
1- Tiene conocimientos de las lesiones que se producen en el hombro y sus causas?



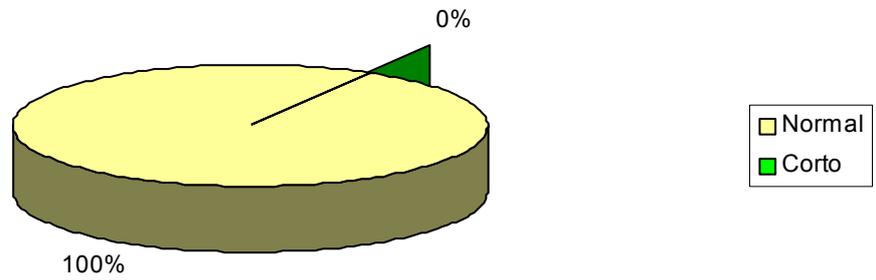
2- Ha entrenado jugadores con lesiones en el hombro?



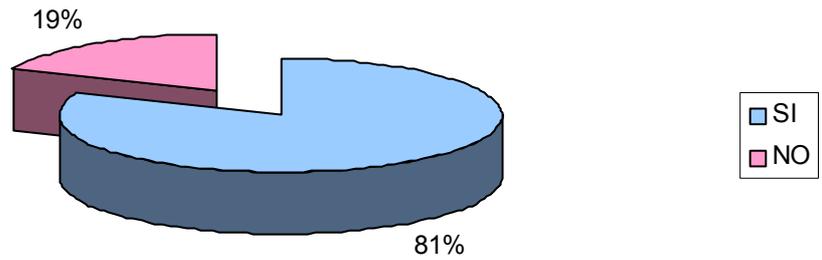
5- La modificación fue...



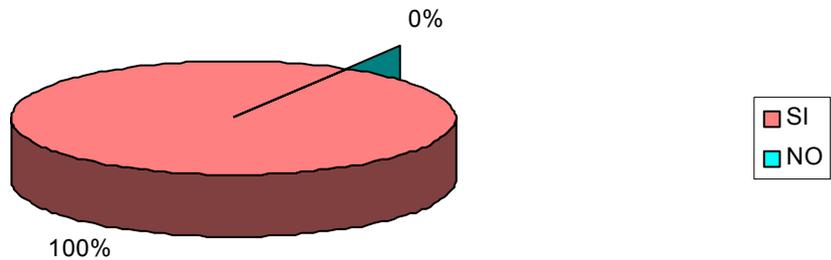
8- Que técnica para el saque enseña?



9- Modificaría la técnica del saque en un jugador si presenta lesión en el hombro?



12- Se ocupa de controlar que raqueta utiliza cada jugador y si es la más conveniente?



BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

El marco teórico fue desarrollado por medio de la lectura, análisis y síntesis de la bibliografía que se detalla a continuación

- Bordoli, P.D. Manual para el análisis de los movimientos II. Buenos Aires. Centro Editor Argentino. 1996.
- Crespo, M.; Pluim, B.; Reid, M.. Tennis Medicine for Tennis Coaches. Canadá. ITF International Tennis Federation. 2001.
- Guyton, A – Hall, J. Tratado de Fisiología Médica. Novena edición. Philadelphia, Pennsylvania, U.S.A. Mc Graw – Hill –Interamericana. 1998.
- Kapandji, I. A.. Cuadernos de fisiología articular, cuaderno 1. Tercera edición. Barcelona. Toray – Masson S.A.
- Kopsic Segal, D. Tennis Sistema Biodinámico. Buenos Aires. Argentina. Editor por Indugraf para Tennis Club Argentino. Octubre 2002.
- Prentice, W. E.. Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva. Segunda edición. Barcelona. Editorial Paidotribo.
- Ramos Vertiz. Traumatología y Ortopedia. Segunda edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Atlante Argentina S.R.L.. 2000.
- Reglamento de tenis. Editorial Stadium. 1998.
- Burcovich, D.. Síndrome de atrapamiento del nervio supraescapular. Revista AKD. Marzo 2001. Año 4 número 12/13.
- Burcovich, D.. Tratamiento incruento de la lesión subacromial. Revista AKD. Marzo 2001. Año 4 número 12/13.
- Ruiz – Cotorro. Compresión injury of the suprascapular nerve. Medicine and science in tennis. Noviembre 2001. Volumen 6 número 3.
- Teixeira Silva, R. Recovery after a shoulder injury. Medicine and science in tennis. Noviembre 2001. Volumen 6 Número 3.
- Universidad Abierta Interamericana. Osteocinémática y Artrocinémática. Cátedra de Biomecánica y Anatomía Funcional. Dr. Alberó, A. 1999.

■ Disponible desde URL :

www.stms.nl

www.humankinectis.com

www.itftennis.com

www.aatd.org.ar

www.aplenotenis.com.ar

(1) www.fedetenisclm.com

www.tenniscom.com

(1) www.jcferrero.net

(1) www.campeonatosjuveniles.com/tenis

www.kinesiologia.com

www.ciudadfutura.com/tenis

www.raquetas.fiestras.com

www.angelfire.com

(1) www.ufg.edu.su/deportes