

**Universidad de Zaragoza
Facultad de Ciencias de la Salud**

Grado en Fisioterapia

Curso Académico 2016 / 2017

TRABAJO FIN DE GRADO

**DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES ASOCIADOS AL DOLOR DE
HOMBRO EN EL SAQUE DE TENIS**

Autor/a: JAVIER LOZANO HERRERO

ÍNDICE

| | | |
|-------|---|----|
| I. | RESUMEN | 3 |
| II. | LISTADO DE ABREVIATURAS | 4 |
| III. | INTRODUCCIÓN..... | 5 |
| IV. | FASES DEL SERVICIO DE TENIS | 7 |
| V. | OBJETIVOS..... | 9 |
| VI. | METODOLOGÍA:..... | 10 |
| a. | DISEÑO DEL ESTUDIO | 10 |
| b. | PRESENTACION DEL GRUPO A ESTUDIO | 10 |
| c. | VARIABLES A ESTUDIO DE LA MUESTRA..... | 11 |
| d. | PROCEDIMIENTO | 13 |
| VII. | ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 14 |
| VIII. | RESULTADOS DE LA VALORACIÓN GENERAL DEL GRUPO A ESTUDIO 14 | |
| a. | RESULTADOS | 15 |
| IX. | RAZONAMIENTO BIOÉTICO..... | 21 |
| X. | LIMITACIONES DEL ESTUDIO | 22 |
| XI. | DISCUSIÓN | 22 |
| XII. | CONCLUSIONES | 26 |
| XIII. | BIBLIOGRAFÍA..... | 27 |

I. RESUMEN

El dolor de hombro es la sintomatología más frecuente en los sujetos que practican tenis, la etiología es confusa y se suele asociar a numerosos factores. El **objetivo** de este estudio fue hallar la relación entre la presencia de dolor, lesiones anteriores de hombro e integridad de algunos músculos del hombro con respecto a la amplitud de movimiento de la articulación glenohumeral, carga de entrenamiento y el tamaño empuñadura de la raqueta, en 32 jugadores de tenis de edades comprendidas entre los 10 y los 25 años. La **metodología** utilizada se realizó a través de un cuestionario de recogida de datos, una exploración estática, una goniometría y unos test ortopédicos y evaluación muscular. **Los resultados** no mostraron diferencias entre la presencia de lesiones anteriores de hombro y el tiempo de entrenamiento (horas/día) ($SÍ=2,6\pm1,4$ h/día vs. $NO=1,9\pm0,9$ h/día; $p=0,089$) y el tamaño de empuñadura ($SÍ=1,9\pm0,4$ vs. $NO=1,7\pm0,5$; $p=0,474$). Tampoco mostraron diferencias entre la presencia de dolor actual en el saque y el tiempo de entrenamiento (horas/día) ($SÍ=2,9\pm1,2$ vs. $NO=1,9\pm1,0$; $p=0,018$). Por otra parte, mostraron significación entre el test que comprueba la integridad del bíceps braquial y la amplitud de movimiento tanto en rotación externa (POSITIVO= $76,0\pm9,1$ vs. NEGATIVO= $90,2\pm10,6$; $p=0,002$) como en la amplitud de rotación (POSITIVO= $117,3\pm8,3$ vs. NEGATIVO= $139,0\pm19,8$; $p=0,005$). Las **conclusiones** de este estudio fueron que una mayor carga de entrenamiento podría influir en el aumento del riesgo de lesión de hombro, y una disminución de la rotación externa y de la amplitud de rotación podrían favorecer la aparición de lesiones originadas por el bíceps braquial.

PALABRAS CLAVES: TENIS, DOLOR HOMBRO, ROTACIÓN EXTERNA, ENTRENAMIENTO.

II. LISTADO DE ABREVIATURAS

SLAP: superior labrum anterior to posterior

h/día: horas/día

RE: rotación externa.

RI: rotación interna.

ROM1: amplitud de movimiento de rotación.

FX: flexión.

EX: extensión.

ROM2: amplitud de movimiento de flexo-extensión.

TG: tamaño de “grip” o empuñadura de la raqueta.

TE: tiempo de entrenamiento.

FE: frecuencia de entrenamiento.

III. INTRODUCCIÓN

El dolor de hombro es uno de los motivos de consulta más frecuente, con una incidencia entre el 16 y 26% ⁽¹⁾. Debido a su compleja anatomía y la posible patología subyacente, en ocasiones es difícil encontrar su etiología primaria, dependiendo si es por afectación de tejidos blandos o por alteración y/o inestabilidad articular o artritis.

Esta articulación presenta una alta incidencia de lesiones en los deportes que realizan el gesto “por encima de la cabeza” como el tenis, balonmano o voleibol, generalmente a la hora de realizar actividades de lanzamiento o golpeo ⁽²⁾.

Debido a la naturaleza de deporte repetitivo que es el tenis, tiene una alta predisposición a tener lesiones por sobreuso en el tren superior, entre las más habituales encontraremos aquellas localizadas en la región anatómica del hombro con una incidencia entre el 25 y el 47.7% ⁽³⁾. Marcondes et al. ⁽⁴⁾, estiman que de cada 1000 horas de práctica de tenis hay 21,5 lesiones ,y, dentro de ellas, la mayoría son de hombro, siendo las más comunes el SLAP, la inestabilidad de la articulación y la rigidez posterior de hombro⁽⁴⁾.

Entre las causas más comunes de estas lesiones encontramos una mala técnica a la hora de realizar un gesto, movimiento excesivo o deficitario de la articulación, sobreuso...⁽⁵⁻⁷⁾.

Algunos estudios ^(4,8) describen adaptaciones tanto mecánicas como anatómicas que podrían estar asociadas o incluso ser el origen de estas lesiones, estas van desde adaptaciones escapulares⁽⁹⁾ o un bajo rango de movimiento total de rotaciones (interna y externa) a desequilibrios musculares entre agonistas-antagonistas de la articulación gleno-humeral.

En estos desequilibrios se ha descrito que los músculos rotadores externos del hombro tienen la función de frenar las acciones de golpeo en el

tenis mediante un trabajo excéntrico (fase de saque)⁽⁴⁾. Además de esta característica, otra es que anatómicamente estos músculos son más débiles que los rotadores internos, favoreciendo el desequilibrio de la articulación glenohumeral y la posibilidad de lesión en dicha zona⁽⁶⁾.

También se suelen asociar patologías como son el síndrome del impingement, tendinosis del manguito rotador, artritis acromio-clavicular, patologías del tendón del bíceps y lesiones del cartílago⁽¹⁰⁾. Al igual que las lesiones en columna cervical o dorsal (escoliosis) e incluso las disfunciones abdominales^(7,11) pueden provocar sintomatología de dolor en el hombro por mecanismos de adaptación.

El impingement del hombro es una de las lesiones más frecuentes que provocan dolor de hombro de los jugadores de tenis debido a movimientos repetitivos. Impingement (en inglés) significa compresión o pinzamiento de una estructura dentro de su recorrido, en este caso, de los tendones del manguito rotador en el hombro. Concretamente se describen 2 tipos de impingement⁽¹²⁾:

- El posterosuperior e interno impingement de los tendones supraespinoso e infraespinoso y el labrum glenoideo entre el tróquiter humeral y el aspecto posterosuperior de la glenoide cuando el brazo está en posición máxima de abducción, extensión y rotación externa. Este se produce durante la fase de enrollamiento del hombro o elevación posterior del hombro del servicio de tenis y el principio de la fase de aceleración.
- El impingement subacromial del manguito rotador entre el acromion (parte anterior o lateral) y la parte superior de la cabeza humeral.

Para ejecutar golpes de forma eficiente y disminuir el riesgo de lesión, los tenistas necesitan tener una flexibilidad adecuada principalmente en su lado dominante. Según indica Moreno-Pérez et al.⁽⁸⁾, cuando los tenistas tienen un déficit de rotación interna del hombro se produce una translación anterior de este, ocasionando inestabilidad. Actualmente se considera que

ese déficit debe ser de unos 20º en comparación al lado no dominante⁽¹³⁾, sin embargo un estudio realizado por Simon W. et al⁽¹⁴⁾., considera que un déficit de más de 25º de RI se considera patológico.

IV. **FASES DEL SERVICIO DE TENIS**

Las fases del saque de tenis o servicio de tenis las podemos dividir en:

| | | |
|---|---|--|
|  |  |  |
| PREPARACIÓN | LANZAMIENTO DE LA PELOTA | ELEVACIÓN DE BRAZOS |
|  |  |  |
| PRE-IMPACTO | IMPACTO | FINALIZACIÓN |

Fleisig et al.⁽¹⁵⁾, Describieron que las zonas de mayor riesgo de lesión en el manguito rotador del hombro son la de pre-impacto e impacto de la pelota.

La justificación para el estudio de este tema radica en la incidencia creciente de este tipo de sintomatología en el deporte del tenis, identificar el origen o la causa de las patologías de hombro no es un proceso sencillo debido a la complejidad anatómica de la articulación y a que la mayoría de las patologías presentan características clínicas comunes. Actualizar la información que se conoce sobre los factores relacionados con el dolor de hombro supone poder avanzar en el proceso de tratamiento fisioterápico y actualmente una oportunidad para la realización de actividades y proyectos con fines de prevención, protección y promoción de la salud relacionadas con el deporte.

V. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Describir los factores relacionados al saque de tenis que podrían estar implicados en el mecanismo lesional de la articulación del hombro, a partir de la evaluación a nivel muscular y la evaluación a nivel articular de los sujetos (rango de movimiento).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir la relación que hay entre las lesiones previas de hombro asociado a distintas variables, siendo a media de tiempo de entrenamiento (TE), el tamaño de la empuñadura, la amplitud de movimiento de rotación de la glenohumeral (ROM1), la amplitud de movimiento de flexo extensión (ROM2).
- Describir la relación entre la presencia de dolor de hombro al realizar un saque de tenis y los factores asociados anteriormente.
- Describir la relación entre el test de integridad de cabeza larga de bíceps o test de Yergason asociado a la cantidad de movimiento glenohumeral.
- Describir la relación entre el test de integridad de infraespinoso asociado a la cantidad de movimiento glenohumeral.
- Describir la relación entre el test de integridad de supraespinoso asociado a la cantidad de movimiento glenohumeral.

VI. **METODOLOGÍA:**

a. **DISEÑO DEL ESTUDIO**

Es un estudio descriptivo transversal en el que se presentan como sujetos de estudio 32 jugadores de tenis voluntarios de la Escuela Territorial de la Federación Aragonesa de Tenis, de edades comprendidas desde los 10 hasta los 25 años de ambos sexos, 19 del sexo masculino y 12 del sexo femenino.

La información obtenida en el presente trabajo son recogidos a través de las bases de datos de PubMed, WOS, Medline, Scielo.

De forma voluntaria, los pacientes aceptan formar parte de este trabajo, firmando el consentimiento informado, si son menores de edad se solicita la firma de este a los padres o tutores legales. (Anexos I y II)

b. **PRESENTACION DEL GRUPO A ESTUDIO**

La muestra seleccionada la componen 32 sujetos jugadores de tenis de la Escuela Territorial de la Federación Aragonesa de Tenis, de edades comprendidas desde los 10 hasta los 25 años, 19 del sexo masculino y 13 del sexo femenino.

Del grupo de estudio, 9 presentan dolor de hombro actualmente al realizar un servicio de tenis, y el resto no padecen ningún síntoma relacionado con el hombro.

Destacar que 29 deportistas tienen la extremidad derecha como dominante y los 3 restantes la izquierda como mano hábil.

La selección de la muestra se realizó según la disponibilidad horaria ofrecida por los sujetos que entran y juegan en dicha escuela de tenis y por la propia escuela.

Criterios de inclusión

- Sujetos que entran en la escuela territorial de la Federación Aragonesa de tenis.
- Firma del consentimiento informado.
- Sujetos que compiten y entran con cargas de competición semejantes.
- Carga de entrenamiento de horas/semana superior a 4 horas.
- Más de 3 años practicando tenis.

Criterios de exclusión

- Jugadores actualmente inactivos debido a lesión
- No realizar alguna de las fases del estudio

c. **VARIABLES A ESTUDIO DE LA MUESTRA**

Para evaluar la posible presencia de dolor de hombro asociado a la biomecánica del saque de tenis se propone emplear como método para la valoración, un *cuestionario de recogida de datos del sujeto* en los que se incluyen:

- Las medidas antropométricas de peso y altura se toman según análisis médicos de todos los jugadores realizados en Enero-Febrero de 2017.
- Lateralidad: diestro (D) o zurdo (Z) de brazo.
- Uso de plantillas
- Frecuencia de entrenamiento (días) y tiempo de entrenamiento (horas/día)
- Tiempo de práctica de tenis (años) y tiempo entrenando en la Escuela Territorial (años).

- Carga de competición
- Estación del año con más lesiones
- Lesiones anteriores en hombro o actual dolor en el hombro.
- Tamaño de empuñadura de la raqueta.
- Práctica de otro deporte de forma simultánea.

Exploración física:

- I. Estática- Se analiza la postura global de cada sujeto en bipedestación para detectar posibles asimetrías o alteraciones posturales relevantes analizando su postura en el plano sagital (derecho e izquierdo) y en el plano frontal (anterior y posterior) (Anexo III).
- II. A cada sujeto del estudio se le realizaron test ortopédicos (Anexo IV) para la valoración de una posible lesión o dolor en el hombro de origen muscular^(1,4,14):
 - Test de Yergason: para comprobar la integridad del tendón del bíceps. Cuenta con una sensibilidad del 32% y una especificidad del 87%.⁽¹⁾
 - Test de infraespinoso o “Patte”. Cuenta con una sensibilidad del 92% y una especificidad del 30%.⁽¹⁾
 - Test de subescapular o “lift off”. Cuenta con una sensibilidad muy variable, entre el 17-92% y una especificidad entre el 69-98%.⁽¹⁾
 - Test de Jobe: comprueba la integridad del supraespinoso. Tiene sensibilidad entre el 41-89% y la especificidad se encuentra entre el 50-98% respecto a cirugía.⁽¹⁾
 - Test de aprehensión glenohumeral⁽¹⁾

- Test de Adson: comprueba la integridad del plexo braquial en su paso por el desfiladero interescalénico.
- Test de Eden: comprueba la integridad de plexo braquial en su paso por el desfiladero formado por clavícula y primera costilla.
- Test de Wright: comprueba la integridad del plexo braquial en su paso por pectoral menor, apófisis coracoides y caja torácica.

III. *La goniometría* (Anexo V) se realiza con un goniómetro manual y metodología descrita por Ellenbecker. et al.,⁽¹⁶⁾. A todos los sujetos se les midió en posición de decúbito supino, valorando los movimientos puros de articulación gleno-humeral, sin influencia de movimiento escapular o de la columna vertebral.

- Flexión
- Extensión
- Rotación externa
- Rotación interna

d. PROCEDIMIENTO

La recogida de datos se realizó el primer día en sesión única a través de un cuestionario que se pasó antes de empezar el entrenamiento para que el sujeto estuviera en reposo.

Después del entrenamiento se procede a la goniometría de cada uno de ellos y posteriormente la evaluación muscular y los test ortopédicos. Para llevar a cabo todo el proceso se les mostró a cada uno de los sujetos el procedimiento de la medición, haciendo dos mediciones y desechariendo la primera de ellas.

Al concluir la recogida de datos cabe destacar que se hizo con la muestra esperada, $n=32$, no hubo ninguna baja por lesión. No se tuvo en cuenta que están divididos por grupos de entrenamiento según edad y que el calendario de competición es diferente para cada grupo de entrenamiento.

VII. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todo el análisis estadístico fue llevado a cabo usando SPSS 23.0 para Windows. Los datos están expresados como media y desviación típica ($\pm SD$). Después de validar la normalidad y homogeneidad asumidas, se llevó a cabo el test ANOVA con una significación puesta en $p<0,05$. El coeficiente de variación (%) fue usado para caracterizar el grado de variabilidad en cada variable física⁽¹⁷⁾.

Los objetivos del análisis estadístico son:

- Describir los factores relacionados al saque de tenis que podrían estar implicados en el mecanismo lesional de la articulación del hombro, a partir de la evaluación a nivel muscular y la evaluación a nivel articular de los sujetos (rango de movimiento).

VIII. RESULTADOS DE LA VALORACIÓN GENERAL DEL GRUPO A ESTUDIO

Los datos obtenidos como variables del estudio fueron codificados durante la realización de este, procesados y analizados por el autor bajo la supervisión del tutor, de manera que se garantizó la fiabilidad y el rigor del análisis.

La población que se utilizó como muestra en los análisis incluyó a todos los participantes que cumplieron todos los criterios de inclusión, excepto aquellos que decidieron abandonar el estudio antes de su finalización o aquellos que sufrieron lesión durante la recogida de datos.

a. **RESULTADOS**

La tabla 1 muestra las características generales de la muestra por sexo, la media de edad para la muestra femenina y masculina es similar, la media del peso y altura es mayor en el sexo masculino con respecto al femenino.

Tabla 1. Edad y variables antropométricas (Media+SD) según el sexo de los participantes

| Variable | SEXO | | | | | |
|-------------|------------------|--------|------------|-----------------|--------|-----------|
| | Masculino (n=19) | | | Femenino (n=13) | | |
| | Mínimo | Máximo | Media+SD | Mínimo | Máximo | Media+SD |
| Edad (años) | 10 | 25 | 14,7±3,6 | 10 | 25 | 14,23±4,4 |
| Peso (kg) | 32 | 76 | 59,6±11,8 | 29 | 63 | 50,54±8,9 |
| Altura (cm) | 150 | 182 | 169,6±10,7 | 142 | 172 | 161,7±7,6 |

La tabla 2 muestra la relación que hay entre las lesiones previas de hombro asociado a distintas variables. La media de tiempo de entrenamiento (TE) es superior en aquellos sujetos que presentan lesiones de hombro previas que en los que no han sufrido una lesión anterior en dicha zona ($SÍ=2,6±1,4$ h/día vs. $NO=1,9±0,9$ h/día; $p=0,089$). Aunque no se encuentran diferencias significativas en esta muestra $p=0,089>0,005$, parece ser que podría tener una ligera relación a la presencia de lesiones anteriores en el complejo articular del hombro.

En relación al tamaño de la empuñadura (TG) o grip de la raqueta ambos grupos cuentan con medias similares, aunque ligeramente mayores en los que sí han tenido lesiones anteriores de hombro respecto a los que no ($SÍ=1,9±0,4$ vs. $NO=1,7±0,5$; $p=0,474$). Sin embargo no parece haber diferencias significativas.

En cuanto a la amplitud de movimiento de rotación de glenohumeral (ROM1), expresada en grados en dicha tabla, es ligeramente mayor en

aquellos que habían sufrido lesiones respecto a los que no (SÍ=134,5±18,8 vs. NO=132,8±21,1; p=0,817), sin embargo no podemos establecer evidencias significativas a este nivel. La amplitud de movimiento de flexo-extensión (ROM2) también es ligeramente superior en el grupo SÍ (SÍ=102,9±9,4 vs. NO=102,0±6,7; p=0,754), no pudiendo establecer evidencias significativas a este nivel.

Tabla 2. Presencia de lesiones de hombro previas asociado a distintos factores

| Variables | SÍ | | | NO | | | p |
|-------------------|--------------|-----------|------------|--------------|-----------|------------|----------|
| | Media | SD | CV% | Media | SD | CV% | |
| TE (h/día) | 2,6 | 1,4 | 53,8 | 1,9 | 0,9 | 47,4 | 0,089 |
| FE (días) | 3,6 | 1,1 | 30,6 | 3,8 | 0,9 | 23,7 | 0,531 |
| TG | 1,9 | 0,4 | 21,1 | 1,7 | 0,5 | 29,4 | 0,474 |
| ROM1 (°) | 134,5 | 18,8 | 14,0 | 132,8 | 21,1 | 15,9 | 0,817 |
| ROM2 (°) | 102,9 | 9,4 | 9,1 | 102,0 | 6,7 | 6,6 | 0,754 |

Nota: tiempo de entrenamiento (TE); frecuencia de entrenamiento (FE); tamaño de empuñadura o grip (TG); rango de movimiento de rotaciones (ROM1); rango de movimiento de flexo-extensión (ROM2).

La tabla 3 muestra la relación entre la presencia de dolor de hombro al realizar un saque de tenis y diferentes factores (los mismos que en la tabla 1). La media de tiempo de entrenamiento (TE) es superior en aquellos sujetos que presentan dolor de hombro respecto a los que no presentan ningún síntoma (SÍ=2,9±1,2 vs. NO=1,9±1,0; p=0,018). Aunque no se aprecian diferencias significativas en la muestra p=0,018>0,005, podría tener una ligera relación de la presencia de dolor de hombro durante la realización del saque debido a la proximidad al nivel de significación.

Acerca de la variable de tamaño de empuñadura (TG) no podemos establecer diferencias significativas p=0,470>0,005.

Al comparar las amplitudes de movimiento de rotación (ROM1) de ambos grupos, el grupo que tiene dolor de hombro presenta una media de

1,5 grados superior, sin embargo, tampoco podemos establecer diferencias a este nivel. Por otra parte la amplitud de movimiento de flexo-extensión en el grupo que no presenta dolor de hombro actualmente en el saque (NO) tiene una media ligeramente superior, sin poder de nuevo establecer significación a este nivel.

Tabla 3. Presencia de dolor de hombro actualmente en saque asociado a distintos factores

| Variables | SÍ | | | NO | | | p |
|-----------------------|--------------|-----------|------------|--------------|-----------|------------|----------|
| | Media | SD | CV% | Media | SD | CV% | |
| TE (h/día) | 2,9 | 1,2 | 41,4 | 1,9 | 1,0 | 52,6 | 0,018 |
| FE (días) | 3,4 | 1,1 | 32,4 | 3,9 | 0,9 | 23,1 | 0,179 |
| TG | 1,7 | 0,5 | 29,4 | 1,8 | 0,4 | 22,2 | 0,470 |
| ROM1 (°) | 132,5 | 21,9 | 16,5 | 134,0 | 19,5 | 14,6 | 0,847 |
| ROM2 (°) | 100,4 | 6,2 | 6,2 | 103,2 | 8,4 | 8,1 | 0,358 |

Nota: tiempo de entrenamiento (TE); frecuencia de entrenamiento (FE); tamaño de empuñadura o grip (TG); rango de movimiento de rotaciones (ROM1); rango de movimiento de flexo-extensión (ROM2).

La tabla 4 muestra la relación entre el test de integridad de porción larga de bíceps a través del test de Yergason asociado a la cantidad de movimiento glenohumeral (expresado en grados), podemos encontrar diferencias significativas ($p \leq 0,005$) en algunos de los rangos de movimiento. La media de movimiento de rotación externa (RE) es menor en el grupo que presenta el test positivo (POSITIVO) respecto al que tiene resultados negativos (NEGATIVO) ($POSITIVO = 76,0 \pm 9,1$ vs. $NEGATIVO = 90,2 \pm 10,6$; $p = 0,002$) pudiendo establecer diferencias significativas a este nivel.

Por otro lado a nivel de todo el rango de movimiento de rotación (ROM1) el grupo que presenta el test positivo, respecto al que lo presenta

negativo tiene una media de movimiento de rotación menor (POSITIVO= $117,3 \pm 8,3$ vs. NEGATIVO= $139,0 \pm 19,8$; $p=0,005$). En esta variable de rango de movimiento en las rotaciones podemos establecer nivel de significación también, ya que $p=0,005$.

En movimientos de flexión (FX), extensión (EX) y rango de flexo-extensión (ROM2), no hay diferencias apreciables de movimiento, no pudiendo establecer diferencias significativas $p>0,005$.

Tabla 4. Lesión en tendón de bíceps braquial asociado a amplitud de movimiento glenohumeral.

| Variables | POSITIVO | | | NEGATIVO | | | p |
|------------------|-----------------|-----------|------------|-----------------|-----------|------------|----------|
| | Media | SD | CV% | Media | SD | CV% | |
| RE (°) | 76,0 | 9,1 | 12,0 | 90,2 | 10,6 | 11,8 | 0,002 |
| RI (°) | 41,3 | 11,4 | 27,6 | 48,8 | 13,5 | 27,7 | 0,170 |
| ROM1 (°) | 117,3 | 8,3 | 7,1 | 139,0 | 19,8 | 14,2 | 0,005 |
| FX (°) | 84,1 | 3,0 | 3,6 | 83,4 | 6,6 | 7,9 | 0,760 |
| EX (°) | 19,5 | 2,9 | 14,9 | 18,5 | 4,5 | 24,1 | 0,559 |
| ROM2 (°) | 103,6 | 4,3 | 4,2 | 101,9 | 8,7 | 8,5 | 0,590 |

Nota: rotación externa (RE); rotación interna (RI); rango de movimiento de rotaciones (ROM1); flexión (FX); extensión (EX); rango de movimiento de flexo-extensión (ROM2).

La tabla 5 muestra la relación entre el test de integridad de infraespinoso asociado a la cantidad de movimiento glenohumeral (expresado en grados). No podemos establecer diferencias significativas ($p>0,005$) en ninguna de las variables, siendo la que más se aproxima al nivel de significación el rango de movimiento de flexo-extensión (ROM2). Con media ligeramente inferior en el grupo que presenta el test positivo que en el que lo presenta negativo (POSITIVO= $98,6 \pm 7,7$ vs. NEGATIVO= $104,0 \pm 7,4$; $p=0,068$).

Tabla 5. Lesión en infraespinoso asociado a amplitud de movimiento glenohumeral.

| Variables | POSITIVO | | | NEGATIVO | | | p |
|------------------|-----------------|-----------|------------|-----------------|-----------|------------|----------|
| | Media | SD | CV% | Media | SD | CV% | |
| RE (°) | 83,5 | 15,0 | 18,0 | 88,1 | 10,3 | 11,7 | 0,320 |
| RI (°) | 42,1 | 13,6 | 32,4 | 49,1 | 12,8 | 26,1 | 0,174 |
| ROM1 (°) | 125,6 | 21,2 | 16,9 | 137,1 | 18,7 | 13,6 | 0,131 |
| FX (°) | 79,7 | 6,5 | 8,2 | 85,3 | 4,7 | 5,6 | 0,100 |
| EX (°) | 18,9 | 3,1 | 16,2 | 18,7 | 4,6 | 24,4 | 0,892 |
| ROM2 (°) | 98,6 | 7,7 | 7,9 | 104,0 | 7,4 | 7,1 | 0,068 |

Nota: rotación externa (RE); rotación interna (RI); rango de movimiento de rotaciones (ROM1); flexión (FX); extensión (EX); rango de movimiento de flexo-extensión (ROM2).

La tabla 6 muestra la relación entre el test de integridad de supraespinoso asociado a la cantidad de movimiento glenohumeral (expresado en grados). En ninguna de las variables se ha alcanzado el nivel de significación de $p=0,005$, sin embargo, el nivel de significación de las variables de rotación externa (RE) y de amplitud de movimiento de rotaciones (ROM1) se ha aproximado ligeramente. La media de rotación externa (RE) del grupo que presentaba el test positivo es menor que en el que no presenta síntomas ($\text{POSITIVO}=80,1\pm9,6$ vs. $\text{NEGATIVO}=90,6\pm11,6$; $p=0,013$), no alcanzando el nivel de significación como se ha comentado antes. Lo mismo ocurre con la amplitud de movimiento de rotaciones (ROM1), la cual tiene una media inferior en el grupo POSITIVO que en el NEGATIVO ($\text{POSITIVO}=123,4\pm17,6$ vs. $\text{NEGATIVO}=139,6\pm19,1$; $p=0,023$), sin alcanzar tampoco nivel de significación.

Tabla 6. Lesión en supraespinoso asociado a amplitud de movimiento glenohumeral

| Variables | POSITIVO | | | NEGATIVO | | | p |
|------------------|-----------------|-----------|------------|-----------------|-----------|------------|----------|
| | Media | SD | CV% | Media | SD | CV% | |
| RE (°) | 80,1 | 9,6 | 12,0 | 90,6 | 11,6 | 12,8 | 0,013 |
| RI (°) | 43,3 | 12,7 | 29,3 | 49,0 | 13,4 | 27,4 | 0,248 |
| ROM1 (°) | 123,4 | 17,6 | 14,2 | 139,6 | 19,1 | 13,7 | 0,023 |
| FX (°) | 82,9 | 3,1 | 3,8 | 84,0 | 7,1 | 8,4 | 0,638 |
| EX (°) | 17,9 | 3,8 | 20,9 | 19,3 | 4,3 | 22,4 | 0,382 |
| ROM2 (°) | 100,8 | 5,7 | 5,6 | 103,2 | 8,8 | 8,6 | 0,414 |

Nota: rotación externa (RE); rotación interna (RI); rango de movimiento de rotaciones (ROM1); flexión (FX); extensión (EX); rango de movimiento de flexo-extensión (ROM2).

IX. RAZONAMIENTO BIOÉTICO.

Recomendaciones de Buena Práctica Clínica: este estudio se acogió a las recomendaciones de Buena Práctica Clínica, a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (15-Enero-2001) y a la normativa legal aplicables. Por tanto, todos los investigadores involucrados firmaron un certificado de haber leído y entendido esta declaración. Se consideró necesario mantener un control riguroso y continuo de la calidad, que pudiera garantizar la exactitud y el rigor científico de los datos obtenidos, manteniendo las condiciones de homogeneidad durante el proceso de recogida de la información.

Información que se proporcionó a los participantes y tipos de consentimiento que se solicitaron en el estudio: el modelo de información que se proporcionó a los participantes fue verbal mediante entrevista y el tipo de Consentimiento Informado que se solicitó es especificado en el anexo al efecto (ANEXOS I y II). Todos los participantes fueron verbalmente informados durante el proceso de inclusión en el estudio por parte del investigador y les fue solicitado el Consentimiento Informado.

Confidencialidad: en todo momento se mantuvieron las normas más estrictas de conducta profesional y confidencialidad, y el cumplimiento de la "Ley Orgánica sobre protección de datos de carácter personal" (Ley 15/1999 de 13 de diciembre). El derecho del participante a la confidencialidad es primordial, por lo que la identidad del participante en los documentos del estudio fue codificada, y únicamente las personas autorizadas tuvieron acceso a detalles personales identificables en el caso en que los procedimientos de verificación de datos exigieron su inspección. Los detalles personales identificables se mantuvieron siempre confidenciales y únicamente tuvieron acceso a ellos el investigador principal, el promotor y las personas autorizadas por éste y las Autoridades Sanitarias correspondientes.

X. **LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

- Una de las principales limitaciones del estudio ha sido no poder establecer una dinamometría de todos los participantes.
- Comparación al lado no dominante.
- Muestra de tamaño reducido.
- Falta de pruebas diagnósticas por imagen de cada uno de los jugadores para conocer en qué estado se encontraba tanto la musculatura como la articulación del hombro.
- A pesar de todo, este estudio podría servir como fuente de información para futuros estudios relacionados a pesar de su baja evidencia científica.

XI. **DISCUSIÓN**

En este estudio se compararon valores de amplitud de movimiento de las rotaciones de la articulación glenohumeral de forma aislada (RE y RI) y conjunta (ROM 1) entre otros factores, asociados a la presencia de dolor de hombro y la presencia de lesiones previas con el fin de comprobar si la diferencia de amplitud de movimiento entre ambos grupos (con dolor-sin dolor y lesiones previas-sin lesiones) podría tener relación con el dolor en dicha articulación.

Algunos de los artículos revisados sugieren que una disminución de la RI en la articulación glenohumeral en deportistas se podría asociar con un mayor riesgo de lesión en el hombro^(10,18,19,21). Sin embargo, nuestros resultados muestran que no hay una diferencia muy grande entre los grupos de los que tienen lesiones previas en hombro ($134,5 \pm 18,8$), o los

que no han tenido lesiones previas en el hombro ($132,8 \pm 21,1$).

De la misma manera de los que tiene dolor actual durante el saque ($132,5 \pm 21,9$) y los que no tienen dolor durante el saque ($134,0 \pm 19,5$).

La bibliografía señala que la RE de los jugadores de tenis podría estar aumentada, mientras que la rotación interna disminuida^(7,8,10,14), sin embargo no se establecen valores de rotación externa a partir del cual se pueda decir que hay un mayor riesgo de lesión en el hombro.

Otro de los objetivos de este estudio era comparar la integridad de diferentes músculos del manguito rotador y del bíceps braquial en relación a la amplitud de movimiento del hombro. Parece ser que hay una relación en cuanto a la amplitud de movimiento de la RE y la integridad del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial, teniendo una diferencia entre grupos (POSITIVO: $76,0 \pm 9,1$ vs. NEGATIVO: $90,2 \pm 10,6$), siendo una diferencia de $\approx 9^\circ$ menor en favor del grupo POSITIVO en valores de amplitud de RI. Y teniendo de nuevo una diferencia de amplitud de movimiento de unos 20° menos en el grupo POSITIVO respecto al grupo que presentaba NEGATIVO dicho test, esto se traduce en este estudio, en que un aumento de la rotación externa conlleva una disminución del riesgo de lesión en el bíceps braquial.

Por otro lado diferentes autores^(7,9,12,16) indican que un aumento de la rotación externa en los jugadores de tenis, viene dada por los repetitivos impactos de la pelota durante la fase de pre-impacto de la pelota, debido a que en esta fase se hace una abducción máxima y una rotación externa máxima de la articulación glenohumeral. Esto podría generar un aumento de la inestabilidad en dicha articulación, aumentando el riesgo de lesión en el hombro, sin embargo nuestros resultados muestran que los músculos implicados en esta acción (infraespinoso, supraespinoso y subescapular) no obtienen resultados significativos de que un aumento de la rotación externa conlleve un aumento del riesgo de lesión en estos músculos.

Por otro lado, en cuanto a la integridad muscular, el músculo que parece estar más relacionado a una disminución de la amplitud de movimiento y su posible lesión es el bíceps braquial, en concreto el tendón de su cabeza larga en su paso por la corredera bicipital. En el resto de músculos, que, como hemos comentado anteriormente, trabajan de forma excéntrica para frenar la actividad de la musculatura rotadora interna^(22,23) y que supuestamente son los que más sufren durante el saque, no hemos podido apreciar diferencias significativas en relación a la amplitud de movimiento.

Otro de los objetivos a estudio era mostrar si había influencia del tamaño del grip de la raqueta en las lesiones del hombro causadas por el saque, la bibliografía apunta a que hay cambios a nivel de fuerza en el golpeo de la pelota en los diferentes golpes e incluso relación en las lesiones causadas a nivel de codo y muñeca⁽²⁴⁻²⁹⁾, sin embargo en relación a las lesiones de causadas por el saque de tenis no encontramos bibliografía al respecto. Nuestros resultados muestran que no hay una correlación entre el tamaño del grip y las lesiones en el hombro anteriores o actuales (Lesiones de hombro anteriores $p=0,474$; Dolor actualmente en hombro $p=0,470$).

Respecto a la cantidad de horas de entrenamiento y la presencia de lesiones anteriores de hombro o un dolor actual en el saque, no encontramos diferencias significativas como tal, ya que $p>0,005$; sin embargo obtenemos resultados que se acercan al nivel de significación en las lesiones anteriores de hombro ($p=0,089$) y el dolor actual en el saque ($p=0,018$).

Comentar que debido a la naturaleza repetitiva del propio deporte, y como ya se ha nombrado en la introducción, hay una relación de proporcionalidad directa entre la frecuencia y tiempo de entrenamiento y el número de lesiones causadas⁽³⁻⁵⁾.

En este grupo de estudio, el ROM del hombro promedió de forma semejante en lo que se refiere a la presencia de lesiones anteriores o dolor actual durante el saque, sin embargo, con las mismas variables independientes, la media de horas de entrenamiento es casi 1 hora superior en el grupo que si padeció tanto lesiones anteriores como dolor de hombro actual.

Para futuros estudios sería interesante aumentar el tamaño de la muestra, para así obtener resultados más precisos y que pudieran servir como punto de referencia, además de considerar el lado no dominante de los sujetos para establecer un punto de comparación en los propios sujetos. Además otro factor interesante a estudiar junto con los ya observados en este estudio sería la dinamometría, tanto del lado dominante como del no dominante.

Para concluir, resultaría de especial interés, la posibilidad de que existieran unas medidas estandarizadas de amplitud de movimiento a partir de las cuales pudiéramos establecer el posible riesgo de lesión.

Como criterios para una posible prevención y rehabilitación de lesiones en esta zona y promover una mejora de esta práctica deportiva, se deberían tener en cuenta diversos factores como la educación tanto de padres como de entrenadores, de forma que así se pudieran minimizar factores de riesgo como la fatiga, disminución de precisión y velocidad de golpeo, y, por supuesto, establecer también cada cierto tiempo periodos de descanso. No deja de ser importante todo el equipamiento que lleve el deportista, teniendo en cuenta, sobre todo, calzado, raqueta y cordaje^(3,30). Por otra parte, una temprana detección de una disminución de la cantidad de movimiento de rotación interna, como comentan varios autores^(8,14) aunque sin estandarizar un grado de pérdida de movimiento, podría ser útil a la hora de reducir tanto los efectos de la edad como de los años de práctica de tenis, pudiendo así establecer programa de prevención y rehabilitación en tenistas⁽⁸⁾. Estos programas podrían basarse en una

recuperación de la amplitud de rotación interna que se ha perdido, recuperar la fuerza de la musculatura rotadora externa, aumentar la flexibilidad de dicha musculatura, mejora de la posición de escápula y su movimiento y sobre todo restaurar el equilibrio de la musculatura escapular (rotadores internos y externos)⁽²⁾.

XII. **CONCLUSIONES**

- En cuanto al tiempo de entrenamiento en relación tanto a las lesiones anteriores de hombro y el dolor actual de hombro, podemos decir que hay una ligera aproximación al nivel de significación y que a más horas de entrenamiento hay una mayor probabilidad de lesión.
- No podemos establecer relación entre el tamaño de empuñadura de la raqueta y las variables anteriores.
- En relación a la musculatura evaluada, encontramos relación entre la cantidad de movimiento de rotación externa y la integridad del tendón de la cabeza larga del bíceps, obteniendo que a una menor rotación externa hay mayor probabilidad de lesión de éste músculo. En el resto de músculos no encontramos relación alguna.
- No encontramos ningún factor relacionado a la flexo-extensión que pudiera generar riesgo de lesión.



XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Silva Fernández L, Otón Sánchez T, Fernández Castro M, Andréu Sánchez JL. Maniobras exploratorias del hombro doloroso. Semin la Fund Esp Reumatol. 2010;11(3):115-21.
2. Cools AM, Johansson FR, Borms D, Maenhout A. Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: A science-based approach. Brazilian J Phys Ther. 2015;19(5):331-9.
3. Pluim BM, Staal JB, Windler GE, Jayanthi N. Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. Br J Sports Med. 2006;40(5):415-23.
4. Marcondes FB, de Jesus JF, Bryk FF, de Vasconcelos RA, Fukuda TY. Posterior shoulder tightness and rotator cuff strength assessments in painful shoulders of amateur tennis players. Brazilian J Phys Ther. 2013;17(2):185-93.
5. Johansson FR, Skillgate E, Adolfsson A, Jenner G, DeBri E, Swärdh L, et al. Asymptomatic elite adolescent tennis players' signs of tendinosis in their dominant shoulder compared with their nondominant shoulder. J Athl Train. 2015;50(12):1299-305.
6. Ellenbecker T, Roetert EP. Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. J Sci Med Sport. 2003;6(1):63-70.
7. Martin C, Kulpa R, Ropars M, Delamarche P, Bideau B. Identification of temporal pathomechanical factors during the tennis serve. Med Sci Sports Exerc. 2013;45(11):2113-9.
8. Moreno-Pérez V, Moreside J, Barbado D, Vera-Garcia FJ. Comparison of shoulder rotation range of motion in professional tennis players with and without history of shoulder pain. Man Ther. 2015;20(2):313-8.

9. Gillet B, Berger-Vachon C, Rogowski I. Scapulothoracic kinematics during scaption after one year of tennis practice in elite girl players. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2015;18 Suppl 1:1946–7.
10. Marx RG, Sperling JW, Cordasco FA. Overuse Injuries of the Upper Extremity in Tennis Players. *Clin Sports Med.* 2001;20(3):439–51.
11. Tubezy F, Forthomme B, Croisier JL, Cordonnier C, Brüls O, Denoël V, Berwart G, Joris M, Grosdent S, Schwartz C. Biomechanical Analysis of Abdominal Injury in Tennis Serves. A Case Report. *J Sport.* 2015;402–12.
12. Charbonnier C, Chagué S, Kolo FC, Lädermann A. Shoulder motion during tennis serve: dynamic and radiological evaluation based on motion capture and magnetic resonance imaging. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2014;10(8):1289–97.
13. Kibler W Ben, Kuhn JE, Wilk K, Sciascia A, Moore S, Laudner K, et al. The disabled throwing shoulder: Spectrum of pathology - 10-year update. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery.* 2013.
14. Young SW, Dakic J, Stroia K, Nguyen ML, Harris AHS, Safran MR. High Incidence of Infraspinatus Muscle Atrophy in Elite Professional Female Tennis Players. *Am J Sports Med.* 2015;43(8):1989–93.
15. Ingber RS. Shoulder impingement in tennis/racquetball players treated with subscapularis myofascial treatments. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(5):679–82.
16. Ellenbecker T, Roetert E, Bailie D, Davies G, Brown S. Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Med Sci Sport Exerc.* 2002;34(12):2052–6.
17. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci*



Sports Exerc. 2009;41(1):3–12.

18. Torres RR, Gomes JLE. Measurement of Glenohumeral Internal Rotation in Asymptomatic Tennis Players and Swimmers. Am J Sports Med. 2009;37(5):1017–23.
19. Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, Porterfield R, Simpson CD, Harker P, et al. Correlation of Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Total Rotational Motion to Shoulder Injuries in Professional Baseball Pitchers. Am J Sports Med. 2011;39(2):329–35.
20. Kibler WB, Chandler TJ, Shapiro R, Conuel M. Muscle activation in coupled scapulohumeral motions in the high performance tennis serve. Br J Sports Med. 2007;41(11):745–9.
21. Kibler W Ben, Sciascia A, Thomas SJ. Glenohumeral internal rotation deficit: pathogenesis and response to acute throwing. Sports Med Arthrosc. 2012;20(1):34–8.
22. Rogowski I, Creveaux T, Sevrez V, Ch??ze L, Dumas R. How does the scapula move during the tennis serve? Med Sci Sports Exerc. 2015;47(7):1444–9.
23. Cools AM, Palmans T, Johansson FR. Age-related, sport-specific adaptions of the shoulder girdle in elite adolescent tennis players. J Athl Train. 2014;49(5):647–53.
24. Hatze H. The effectiveness of grip bands in reducing racquet vibration transfer and slipping. Med Sci Sports Exerc. 1992. p. 226–30.
25. Rossi J, Foissac MJ, Vigouroux L, Berton E. The effect of tennis racket grip size on grip force during a simulated tennis match play. Comput Methods Biomech Biomed Engin. 2009;12(sup1):219–20.
26. Hatch GF, Pink MM, Mohr KJ, Sethi PM, Jobe FW. The effect of tennis racket grip size on forearm muscle firing patterns. Am J Sports Med. 2006;34(12):1977–83.

27. Roetert EP, Ellenbecker TS, Reid M. Biomechanics of the Tennis Serve: Implications for Strength Training. *Strength Cond J.* 2009;31(4):35–40.
28. Abrams GD, Sheets AL, Andriacchi TP, Safran MR. Review of tennis serve motion analysis and the biomechanics of three serve types with implications for injury. *Sport Biomech.* 2011;10(4):378–90.
29. Ohguni M, Aoki M, Sato H, Imada K, Funane S. The Effect of Grip Size on the Hitting Force During a Soft Tennis Forehand Stroke. *Sport Heal A Multidiscip Approach.* 2009;1(4):321–5.
30. Mautner BK, Blazuk J. Overuse throwing injuries in skeletally immature athletes--diagnosis, treatment, and prevention. *Curr Sports Med Rep.* 2015;14(3):209–14.

ANEXOS

ANEXO I

Yo D. JAVIER LOZANO HERRERO con DNI 17453605-D, solicito a _____ con DNI _____, permiso para realizar el Trabajo de Fin de Grado en Fisioterapia para la Universidad de Zaragoza

Dicho Trabajo de Fin de Grado consistirá en un análisis del saque de tenis y su relación al dolor de hombro. Para ello se hará una recogida de datos tales como: medidas antropométricas, mediciones de flexibilidad, fuerza, entrenamientos y su frecuencia. Por otra parte, y si es necesario, se necesitará la realización de varios test y mediciones del tronco, para ello, se necesitará que los participantes vengan en ropa cómoda (chándal) para dicha medición. De ser necesario para la recogida de datos de participantes de sexo femenino, la tutora del Trabajo de Fin de Grado realizaría estas mediciones. Los resultados recogidos en este proyecto podrán ser publicados como contenido científico, no se mostrarán nombres ni fotografías en las que se reconozca a los participantes.

Firmado: _____
Zaragoza a _____ de _____
2017.

ANEXO II

Yo _____ con DNI _____
_____ autorizo a mi hijo/a
a la
participación en el Trabajo de Fin de Grado en Fisioterapia de D. JAVIER
LOZANO HERRERO con DNI 17453605-D, para la Universidad de Zaragoza.

Dicho Trabajo de Fin de Grado consistirá en un análisis del saque de tenis y su relación al dolor de hombro. Para ello se hará una recogida de datos tales como: medidas antropométricas, mediciones de flexibilidad, fuerza, entrenamientos y su frecuencia. Por otra parte, y si es necesario, se necesitará la realización de varios test y mediciones del tronco, para ello, se necesitará que los participantes vengan en ropa cómoda (chándal) para dicha medición. De ser necesario para la recogida de datos de participantes de sexo femenino, la tutora del Trabajo de Fin de Grado realizaría estas mediciones. Los resultados recogidos en este proyecto podrán ser publicados como contenido científico, no se mostrarán nombres ni fotografías en las que se reconozca a los participantes.

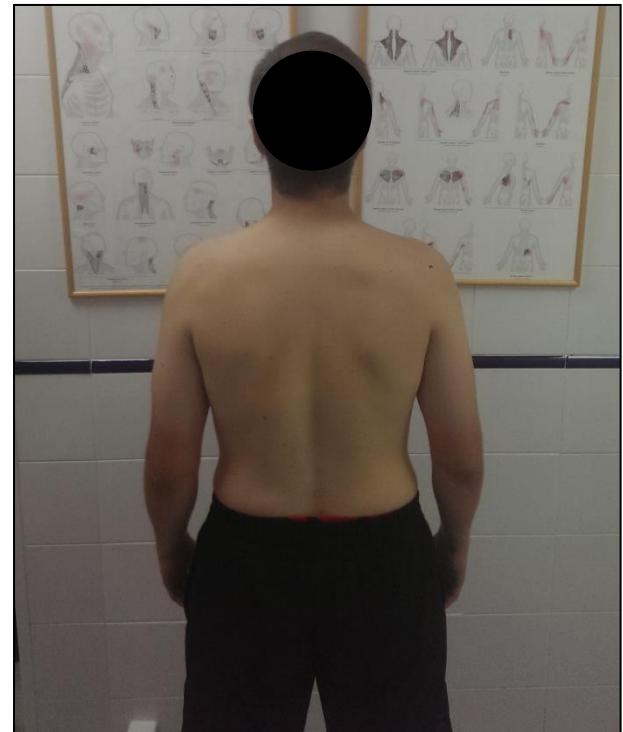
Firmado:

Zaragoza a _____ de _____
2017.

ANEXO III



*Figura 1: Plano Frontal Vista
Anterior*



*Figura 2: Plano Frontal Vista
Posterior*



Figura 3: Plano Sagital Lado Dominante

ANEXO IV



Figura 4: Test del músculo subescapular.



Figura 5: Test del músculo supraespinoso.



Figura 6: Test de Yergason (cabeza larga del bíceps).



Figura 7: Test de Infraespinoso.

ANEXO V



Figura 8: Goniometría de flexión.



Figura 9: Goniometría de extensión.



Figura 10: Goniometría de rotación externa.



Figura 11: Goniometría de rotación interna.