

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

VALORACIÓN DE MOVILIDAD, FUERZA Y ESTABILIDAD EN EL  
HOMBRO EN DEPORTISTAS DE BÁDMINTON.

UN ESTUDIO OBSERVACIONAL

AUTORA: ANA CABALLERO ALMAGRO

Departamento: Patología y

TUTOR: SERGIO HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

cirugía

Curso académico 2025-26

Convocatoria de Junio



## AGRADECIMIENTOS



*A mi tutor,*

*por la paciencia, el apoyo*

*y la ayuda siempre que la he necesitado.*

*A mi club y compañeros de entrenamiento,*

*por ayudarme en mi proyecto*

*y hacerlo siempre todo tan fácil*

*A mi familia,*

*porque a pesar de que no ha sido un camino fácil,*

*siempre me apoyáis en todas mis decisiones,*

*y me animáis cuando más me hace falta.*

*A Érika, mi fiel compañera de clase,*

*por estar desde el primer día de la carrera.*

# ÍNDICE

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>RESUMEN</b>                                                                   | 1  |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                  | 2  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                                              | 3  |
| <b>OBJETIVOS</b>                                                                 | 5  |
| Objetivos específicos.....                                                       | 5  |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>                                                      | 6  |
| Diseño .....                                                                     | 6  |
| Población .....                                                                  | 6  |
| Valoración de la fuerza isométrica (ActivForce2) .....                           | 7  |
| UQ Y-BT .....                                                                    | 7  |
| Análisis estadístico .....                                                       | 8  |
| <b>RESULTADOS</b>                                                                | 9  |
| <b>DISCUSIÓN</b>                                                                 | 13 |
| Limitaciones.....                                                                | 15 |
| Perspectiva de futuro.....                                                       | 16 |
| <b>CONCLUSIÓN</b>                                                                | 17 |
| <b>ANEXOS</b>                                                                    | 18 |
| Gráfico 2. Medidas por lados.....                                                | 18 |
| Gráfico 3. Asimetrías porcentuales medias.....                                   | 18 |
| Gráfico 4. Comparación visual entre jugadores con y sin dolor.....               | 18 |
| Figura 1. Cuestionario de recogida de datos.....                                 | 19 |
| Figura 2. Tabla de medición de valores.....                                      | 19 |
| Figura 3. Medición ROM - rotación externa.....                                   | 20 |
| Figura 4. Medición ROM - rotación interna.....                                   | 20 |
| Figura 5. Medición fuerza - rotación externa.....                                | 20 |
| Figura 6. Medición fuerza - rotación interna.....                                | 20 |
| Figura 7. Mediciones UQ Y-BT. Lateral, superior e inferior respectivamente ..... | 21 |



## ÍNDICE TABLAS

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Datos descriptivos - rango de movimiento.....                             | 9  |
| Tabla 2. Datos descriptivos - fuerza.....                                          | 9  |
| Tabla 3. Datos descriptivos - GIRD (Déficit de rotación interna glenohumeral)..... | 9  |
| Tabla 4. Datos descriptivos - UQ Y-BT (Upper Quarter Y-Balance Test).....          | 10 |
| Tabla 5. Comparación entre el brazo dominante y no dominante.....                  | 11 |
| Tabla 6. Comparación jugadores con dolor y sin dolor.....                          | 12 |

## ÍNDICE GRÁFICOS

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Correlaciones de Spearman entre movilidad/fuerza y UQ Y-BT..... | 11 |
| Gráfico 2. Medidas por lados.....                                          | 18 |
| Gráfico 3. Asimetrías porcentuales medias.....                             | 18 |
| Gráfico 4. Comparación visual entre jugadores con y sin dolor.....         | 18 |

## ÍNDICE FIGURAS

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Cuestionario de recogida de datos.....                                 | 19 |
| Figura 2. Tabla de medición de valores.....                                      | 19 |
| Figura 3. Medición ROM - rotación externa.....                                   | 20 |
| Figura 4. Medición ROM - rotación interna.....                                   | 20 |
| Figura 5. Medición fuerza - rotación externa.....                                | 20 |
| Figura 6. Medición fuerza - rotación interna.....                                | 20 |
| Figura 7. Mediciones UQ Y-BT. Lateral, superior e inferior respectivamente ..... | 21 |

# **RESUMEN**

## **Introducción**

El bádminton es un deporte de mano alta caracterizado por acciones repetitivas y de alta intensidad, asociado a una elevada incidencia de lesiones por sobreuso del hombro. El dolor de hombro es frecuente en jugadores de élite y puede limitar su rendimiento deportivo. Entre los factores relacionados con dichas lesiones destacan el GIRD, la disminución del ROM, el déficit de fuerza de los rotadores externos y las alteraciones escapulares. Analizar estas variables permite determinar si constituyen factores de riesgo o son adaptaciones funcionales de la disciplina.

## **Objetivo**

Evaluar la estabilidad y los factores de riesgo en cuanto a fuerza y ROM en rotación externa e interna del hombro en una muestra de deportistas de bádminton.

## **Materiales y métodos**

Se realizó un estudio observacional transversal con 15 jugadores de bádminton. Se evaluó el ROM activo, fuerza isométrica y estabilidad mediante ActivForce2 y Upper Quarter Y-Balance Test. Se compararon los resultados según dolor y dominancia, realizándose un análisis correlacional.

## **Resultados**

No se detectaron diferencias significativas entre el lado dominante y el no dominante. Se observaron asimetrías individuales en fuerza y rotación interna. Los jugadores con dolor presentaron mayor GIRD, mostrando una tendencia clínicamente relevante.

## **Conclusiones**

El brazo no dominante presentó mejores valores funcionales. El GIRD mostró asociaciones con el dolor considerándose factor de riesgo, mientras que el déficit de la fuerza de los rotadores externos no mostró relación clara con la lesión.

**Palabras clave:** bádminton; hombro; estabilidad; dolor; factores de riesgo.

# **ABSTRACT**

## **Introduction**

Badminton is an overhead sport characterized by repetitive, high-intensity actions, associated with a high incidence of overuse shoulder injuries. Shoulder pain frequently affects elite players and can limit their athletic performance. Among the factors related to these injuries are GIRD, decreased ROM, external rotator strength deficits, and scapular alterations. It is essential to analyze these variables to determine whether they constitute injury risk factors or are functional adaptations derived from the specific demands of the discipline.

## **Objective**

Evaluate stability and risk factors regarding strength and ROM in external and internal shoulder rotation in a sample of badminton athletes.

## **Materials and methods**

A cross-sectional observational study was conducted with 15 badminton players. Active ROM, isometric strength and stability were assessed using ActivForce2 and the Upper Quarter Y-Balance Test. Results were compared according to pain and limb dominance, followed by correlation analysis.

## **Results**

No significant differences were found between the dominant and non-dominant sides. Appreciable individual asymmetries in strength and internal rotation. Players with shoulder pain showed greater GIRD, indicating a clinically relevant trend.

## **Conclusions**

Better values are observed in the non-dominant arm; GIRD showed associations with pain and is considered a risk factor, while external rotator strength does not stand out as a risk factor. The findings suggest that it is an asymmetric sport and, therefore, specific adaptations are generated in the glenohumeral complex.

**Key words:** bádminton; shoulder; stability; pain; risk factors.

## INTRODUCCIÓN

El bádminton está caracterizado por acciones repetitivas de corta duración y alta intensidad, que con el tiempo han ido aumentando en intensidad aumentando el número de golpes por segundo y una duración de los partidos más larga (2).

El tipo de lesión más común en bádminton son las lesiones musculotendinosas en un 51,4% de las lesiones y en cuanto al miembro superior, la causa más frecuente es el remate (3). Este deporte se considera el más veloz de los deportes de raqueta. En el miembro superior las lesiones más frecuentes son por sobreuso, la incidencia es de 2,9 lesiones por jugador cada 1000 horas de práctica deportiva, el 92% jugaban con la lesión y en deportistas de élite las lesiones son más frecuentes en los entrenamientos (5, 6).

En lo que se refiere específicamente a las patologías de hombro en bádminton, tras una encuesta realizada durante un Campeonato del Mundo, se concluyó que el dolor de hombro es un problema común e importante en los jugadores de bádminton de élite, este problema puede causar consecuencias que afecten a su capacidad de entrenamiento y competición (18). Esto nos sugiere la importancia de realizar un buen trabajo de prevención por parte de la fisioterapia, llevando un control de nuestros deportistas teniendo en cuenta la planificación de competiciones de cada uno de ellos.

En deportes que se realizan movimientos por encima de la cabeza que precisan alta velocidad y un gran rango de movimiento del hombro aumenta la probabilidad de que el hombro de estos deportistas sufra problemas (4).

La articulación glenohumeral es una estructura que está rodeada por el manguito rotador, compuesto por el subescapular, supraespinoso, infraespinoso y redondo menor (1), para el presente estudio nos vamos a centrar en esta estructura ya que nuestro objetivo es analizar los factores de riesgo relacionados con el síndrome subacromial.

Un déficit de rotación interna glenohumeral del hombro dominante en relación con el no dominante (GIRD), se considera un factor de riesgo, en deportistas que realizan movimientos por encima de la cabeza (7).

Además del GIRD, se consideran factores de riesgo un déficit total de movimiento, un déficit en la fuerza de los rotadores externos y una posición escapular inadecuada, lo que aumenta el riesgo de dolor crónico de hombro por sobreuso en deportistas (14), estas variables objeto de estudio son determinantes en este grupo de deportistas, ya que como hemos mencionado anteriormente, las lesiones más frecuentes son por sobreuso.

La hipótesis planteada para la realización de este estudio nos lleva a la pregunta por la cual me planteé realizar la investigación, ya que durante una clase me pregunté si en deporte de alto rendimiento realmente existen los mismos factores de riesgo para lesión, en este caso del hombro, o si, por lo contrario son simples adaptaciones al deporte sin tener porqué estar relacionadas con una futura lesión.



## **OBJETIVOS**

El objetivo principal de este presente estudio es evaluar la estabilidad del hombro y los factores de riesgo en cuanto a fuerza y rango de movimiento en rotación externa e interna del hombro en una muestra de deportistas de bádminton, un grupo de hombres y mujeres.

### **Objetivos específicos.**

1. Valorar la estabilidad del hombro en deportistas de bádminton mediante el UQ Y-BT.
2. Evaluar el rango de movimiento en las rotaciones, viendo así la diferencia entre ambas rotaciones.
3. Comparar los resultados obtenidos con los factores de riesgo de lesión de hombro descritos por la literatura científica.
4. Analizar si se trata de factores de riesgo o de adaptaciones al deporte.
5. Comparar los resultados del lado dominante con los del lado no dominante.



## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Diseño**

Se planificó un estudio observacional y transversal siguiendo las recomendaciones de la declaración STROBE (21). El protocolo del estudio está autorizado por la OIR con el código DPC.CLQ.241104.

### **Población**

Se realizó un muestreo por conveniencia y se incluyeron quince deportistas de alto rendimiento de bádminton, estudiantes y en activo. Como criterios de inclusión, se incluyeron aquellos que llevaban más de cinco años de práctica deportiva y se excluyeron a quienes han sufrido una lesión traumática de hombro.

A todos los participantes se les comunicó tanto de forma verbal como escrita la información acerca de todas las pruebas realizadas, así como el fin del proyecto de investigación y los objetivos del estudio, y dieron su consentimiento por escrito. Las mediciones se realizaron antes y después del entrenamiento habitual de los deportistas en su instalación deportiva habitual.

La recogida de datos se hizo anterior a la sesión de entrenamiento, tras un calentamiento previo de 5 minutos, se utilizó un único examinador y el tiempo por deportista fue de unos 15 minutos aproximadamente. En el que se realiza una medición inicial del rango de movimiento y la fuerza, una vez finalizado se realiza el UQ Y-BT y la medición de ambas extremidades superiores.

Estos deportistas realizaron previo a las mediciones un cuestionario de toma de datos general en el que recogimos la edad, sexo, dominancia, horas de entrenamiento semanales, años de práctica deportiva, dolor y se les preguntaba si realizaban ejercicios de prevención de lesiones de hombro así como fortalecimiento.

## **Valoración de la fuerza isométrica (ActivForce2)**

Para las mediciones realizadas se empleó un dinamómetro isométrico, se recogieron inicialmente los datos de rango de movimiento colocando a los deportistas en bipedestación con 90° de aducción de hombro y 90° de flexión de codo con rotación de hombro neutra, pidiéndoles que realicen una rotación externa máxima y posteriormente una rotación interna máxima, midiendo primero el brazo dominante y seguidamente el contralateral (Figuras 3 y 4). ActivForce es un dinamómetro manual que se utiliza como instrumento de medición de fuerza isométrica, considerada como una herramienta altamente confiable y válida para evaluar la fuerza en las rotaciones del hombro (8).

Una vez registrados los datos de movimiento, se procedió a tomar las medidas de fuerza. Para ello, el sujeto se tumbó en decúbito supino con la misma posición del miembro superior, realizando una resistencia por parte del examinador en el tercio distal del antebrazo para poder registrar correctamente los datos (8) (Figuras 5 y 6).

Los datos de movilidad se registraron en ángulos y los de fuerza en kilogramos, se hicieron dos medidas y se calculó la media de ambas para registrar en las gráficas y resultados finales.

## **Upper Quarter Y-Balance Test**

Para la realización de este test se hizo inmediatamente posterior a las mediciones de fuerza, el instrumento de medición estaba colocado cerca para facilitar la agilidad de las pruebas. En primer lugar se tomó la medida de ambos miembros superiores e inmediatamente se procedió a la realización del test. Primero se tomaron las medidas del brazo dominante y posteriormente las del brazo no dominante (Figura 7).

Al igual que en las previas pruebas, se realizaron dos mediciones y se tomó como referencia la media de ambas mediciones.

En estudios en los que se ha evaluado la fiabilidad de este test, determinan que, permite evaluar la función unilateral de la cadena cinética cerrada de la extremidad superior (9) y que no existe diferencia significativa entre sexos ni entre lados cuando se normaliza la prueba según la medida de la extremidad superior (10).

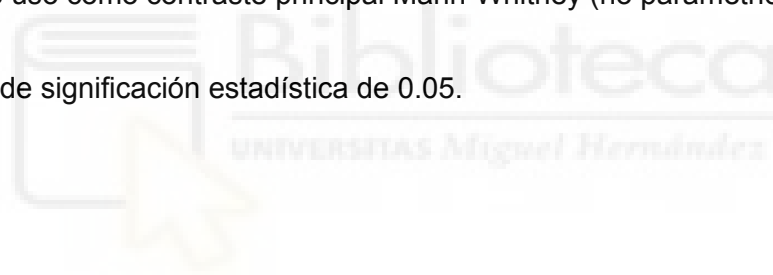
### **Análisis estadístico**

Todos los análisis se realizaron empleando el software estadístico SPSS 25.0.

Dado que es un estudio piloto con un tamaño muestral reducido ( $n=15$ ), se empleó un enfoque no paramétrico en el análisis de los datos. En primer lugar se realizó un análisis descriptivo usando medias y desviación estándar para el reporte de las variables.

Se empleó el coeficiente de correlación de Spearman para las correlaciones entre variables cuantitativas. Se usó como contraste principal Mann-Whitney (no paramétrico).

Se usó un valor de significación estadística de 0.05.



## RESULTADOS

Se utilizó una muestra de quince jugadores (n=15). Los datos descriptivos referidos a las variables medidas aparecen reflejados en las tablas 1-4, siendo la tabla 1 la referente a los rangos de movimiento, la tabla 2 a la fuerza, la tabla 3 al GIRD (déficit de rotación interna glenohumeral) y la tabla 4 al UQ Y-BT.

Tabla 1. Datos descriptivos - rango de movimiento.

| RANGO DE MOVIMIENTO |        |       |
|---------------------|--------|-------|
| VARIABLE            | MEDIA  | SD    |
| RE DCHA             | 118.23 | 11.51 |
| RI DCHA             | 101.82 | 14.49 |
| RE IZQ              | 127.14 | 13.44 |
| RI IZQ              | 108.55 | 11.46 |

*RE, rotación externa; RI, rotación interna; DCHA, derecha; IZQ, izquierda; SD, desviación típica.*

Tabla 2. Datos descriptivos - fuerza.

| FUERZA   |       |      |
|----------|-------|------|
| VARIABLE | MEDIA | SD   |
| RE DCHA  | 11.18 | 3.12 |
| RI DCHA  | 13.16 | 5.17 |
| RE IZQ   | 12.25 | 3.91 |
| RI IZQ   | 12.53 | 4.82 |

*RE, rotación externa; RI, rotación interna; DCHA, derecha; IZQ, izquierda; SD, desviación típica.*

Tabla 3. Datos descriptivos - GIRD (Déficit de rotación interna glenohumeral).

| GIRD     |       |       |
|----------|-------|-------|
| VARIABLE | MEDIA | SD    |
| GIRD     | 7.29  | 16.53 |

*GIRD, déficit de rotación interna glenohumeral; SD, desviación típica.*

Tabla 4. UQ Y-BT (Upper Quarter Y-Balance Test).

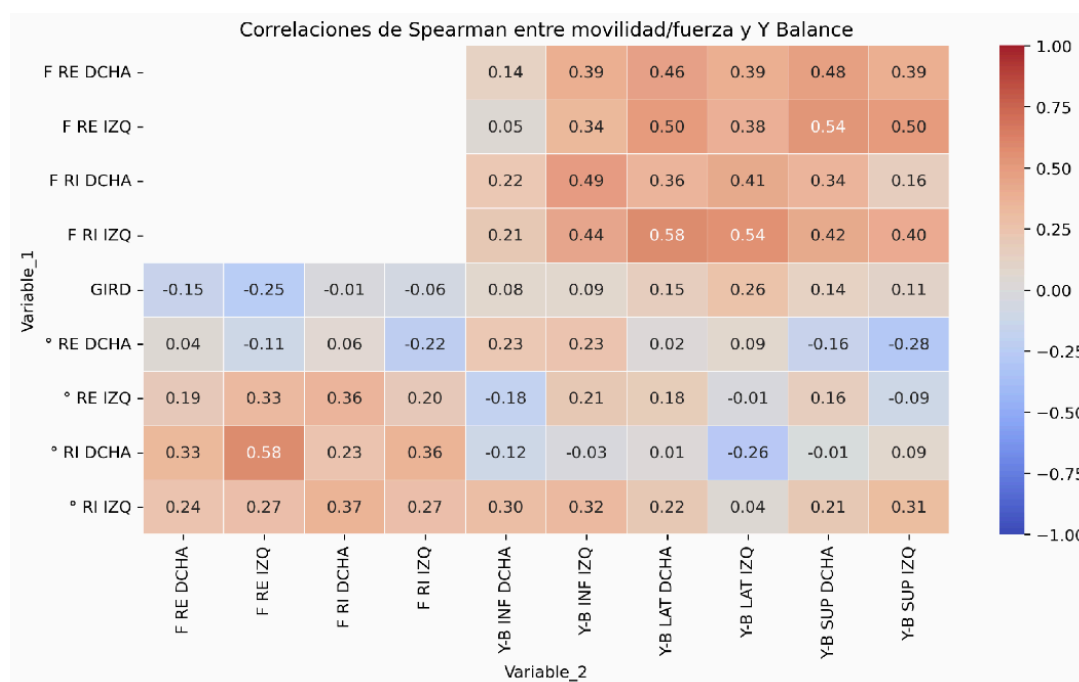
| UQ Y-BT  |       |       |
|----------|-------|-------|
| VARIABLE | MEDIA | SD    |
| LAT D    | 82.61 | 10.91 |
| SUP D    | 64.23 | 8.56  |
| INF D    | 75.83 | 12.97 |
| LAT I    | 84.67 | 10.66 |
| SUP I    | 65.37 | 11.0  |
| INF I    | 76.8  | 12.2  |

*LAT, lateral; SUP, superior; INF, inferior; D, derecha; I, izquierda; SD, desviación típica.*

Se observaron correlaciones positivas significativas entre variables de movilidad del hombro y fuerza de rotación, destacando la fuerza de rotación externa izquierda junto con la movilidad en rotación interna derecha ( $\rho = 0.583$ ;  $p = 0.0225$ ). También se identificaron correlaciones moderadas entre algunas variables de fuerza y determinadas direcciones del UQ Y-BT, una de ellas fue la fuerza en rotación interna izquierda con el alcance lateral en ambos miembros superiores, siendo así, con el resultado del UQ Y-BT lateral de brazo derecho los siguiente valores ( $\rho = 0.584$ ;  $p = 0.0221$ ) y con el resultado de alcance lateral con el brazo izquierdo con los siguientes valores ( $\rho = 0.543$ ;  $p = 0.363$ ), por último, como correlación significativa encontramos la fuerza en rotación externa con el brazo izquierdo relacionada con el resultado del UQ Y-BT en el alcance superior con el brazo derecho ( $\rho = 0.537$ ;  $p = 0.0389$ ). La variable GIRD no mostró asociaciones relevantes con el resto de variables.

No se hallaron más correlaciones destacables representadas en el gráfico 1 de temperatura, que muestra de forma visual las asociaciones entre las variables estudiadas.

Gráfico 1. Correlaciones de Spearman entre movilidad/fuerza y UQ Y-BT.



Se realizó una comparación de los resultados entre el brazo dominante y el no dominante en el que nos encontramos los siguientes resultados dispuestos en la tabla 5. En este caso no se encuentran diferencias significativas claras, pero sí se detecta que el patrón general es de más asimetrías individuales que diferencias grupales muy marcadas.

Tabla 5. Comparación entre el brazo dominante y no dominante.

| COMPARACIÓN BRAZO DOMINANTE Y NO DOMINANTE |           |        |              |           |           |        |
|--------------------------------------------|-----------|--------|--------------|-----------|-----------|--------|
| VARIABLE                                   | DOM MEDIA | DOM SD | NO DOM MEDIA | NO DOM SD | DIF MEDIA | DIF SD |
| RE                                         | 118.56    | 11.78  | 126.81       | 13.43     | -8.25     | 17.57  |
| RI                                         | 101.54    | 14.55  | 108.83       | 11.21     | -7.29     | 16.53  |
| F RE                                       | 11.42     | 3.15   | 12.01        | 3.94      | -0.59     | 1.98   |
| F RI                                       | 13.16     | 5.17   | 12.53        | 4.82      | 0.63      | 2.88   |
| UQ Y-BT LAT                                | 82.55     | 10.9   | 84.73        | 10.65     | -2.19     | 4.68   |
| UQ Y-BT SUP                                | 64.57     | 9.01   | 65.03        | 10.66     | -0.47     | 8.43   |
| UQ Y-BT INF                                | 76.37     | 12.65  | 76.27        | 12.55     | 0.1       | 7.76   |

RE, rotación externa; RI, rotación interna; F, fuerza; UQ Y-BT, Upper Quarter Y-Balance Test; LAT, lateral; SUP, superior; INF, inferior; DOM, dominante; DIF, diferencia; SD, desviación típica.

Por último, en cuanto a la diferencia entre los jugadores con dolor y sin dolor, dividimos en grupo en diez (n=10) sin dolor y cinco (n=5) con dolor. Entre ambos grupos estuvimos comparando las variables de movilidad, fuerza, UQ Y-BT, GIRD y las asimetrías. Se codificó con un 1 a los jugadores sin dolor y con un 2 a los jugadores con dolor. Los datos de esta comparación se encuentran en la tabla 6, comparación entre jugadores con dolor y sin dolor.

Tabla 6. Comparación de jugadores con dolor y sin dolor.

| COMPARACIÓN JUGADORES CON DOLOR Y SIN DOLOR |             |                 |             |                 |             |
|---------------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| VARIABLE                                    | N SIN DOLOR | MEDIA SIN DOLOR | N CON DOLOR | MEDIA CON DOLOR | DIF CON-SIN |
| RE DOM                                      | 10          | 121.98          | 5           | 111.72          | -10.26      |
| RE NO DOM                                   | 10          | 128.44          | 5           | 123.56          | -4.88       |
| GIRD                                        | 10          | 2.79            | 5           | 16.28           | 13.49       |
| ASIMETRÍA UQ Y-BT LAT                       | 10          | -1.18           | 5           | -4.2            | -3.02       |
| RI DOM                                      | 10          | 106.09          | 5           | 92.44           | -13.65      |
| UQ Y-BT SUP NO DOM                          | 10          | 63.35           | 5           | 68.4            | 0.3746      |
| UQ Y-BT SUP DOM                             | 10          | 63.1            | 5           | 67.5            | 0.4434      |
| UQ Y-BT LAT NO DOM                          | 10          | 83.65           | 5           | 86.9            | 3.25        |
| ASIMETRÍA RE                                | 10          | -6.46           | 5           | -11.84          | -5.38       |
| ASIMETRÍA RI                                | 10          | -2.79           | 5           | -16.49          | -13.49      |

*RE, rotación externa; RI, rotación interna; UQ Y-BT, Upper Quarter Y-Balance Test; LAT, lateral; SUP, superior; DOM, dominante; DIF, diferencia; SD, desviación típica; GIRD, déficit de rotación interna glenohumeral.*

En este caso tampoco se encuentran diferencias, aunque sí es cierto que hay menor movilidad y un GIRD mayor, lo que nos puede apuntar hacia una tendencia clínicamente relevante que merecería explorarse con una muestra mayor.

## DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la estabilidad del hombro, así como las variables de fuerza y rango de movimiento (ROM) en rotación interna (RI) y rotación externa (RE) en jugadores de bádminton. Dado que una parte de la muestra seleccionada presentaba sintomatología dolorosa, se estableció una distinción metodológica entre jugadores con dolor y sin dolor para enriquecer el análisis descriptivo y comparativo.

La posición angular elegida para la dinamometría isométrica se basó en el protocolo de Stausholm, 2021 (12). Esta disposición en bipedestación, con el brazo a 90° de abducción y el codo flexionada a 90°, permite obtener una posición neutra de rotación que reproduce de forma fidedigna las demandas biomecánicas en fase armada y de golpeo de mano alta en este deporte.

Con respecto al ROM, los resultados en rotación interna mostraron una media de 101.54° en el brazo dominante y de 108.83° en el no dominante. Estos hallazgos guardan consistencia con la literatura científica, asemejándose a los obtenidos por Zhou, 2024 (13) en una muestra homóloga de jugadores de bádminton, quienes reportaron 97.67° y 104.70° respectivamente. Esto sugiere que el comportamiento del ROM pasivo en la muestra analizada sigue el patrón adaptativo propio de esta disciplina deportiva.

Al analizar el déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD), la evidencia señala que una mayor retrotorsión humeral — adaptación ósea común en deportistas de lanzamiento o golpeo por encima de la cabeza — puede incrementar la tensión sobre la cápsula posterior, resultando en un déficit restrictivo de la amplitud de movimiento (16). En el presente estudio, se observó que los jugadores con dolor presentaron un GIRD significativamente más elevado y un déficit de movilidad generalizado en ambas rotaciones en comparación con el grupo asintomático. La diferencia intergrupal alcanzó los 13.49°, un valor clínicamente relevante que se aproxima al umbral patológico descrito en la literatura. Esto sugiere que los remates repetitivos a alta velocidad generan un estrés capsular posterior crónico que

restringe la RI, consolidando el GIRD como un factor de riesgo lesional cuando adquiere un carácter restrictivo no compensado.

Para evaluar la estabilidad funcional del miembro superior a través del Upper Quarter Y-Balance Test (UQ Y-BT), los datos de contrastaron con estudios en otros deportes con un componente predominante overhead (voleibol, baloncesto y balonmano). Mientras que atletas de dichas disciplinas reportan puntuaciones globales del 83.77% en el brazo dominante y 82.79% en el no dominante ( $\pm$  8.74 y 8.39, respectivamente) (17), los jugadores de bádminton de este estudio alcanzaron un 83.47% ( $\pm$  6.62) en el miembro dominante y un 85.42% ( $\pm$  9.03) en el no dominante.

Esta discrepancia a favor del brazo no dominante podría explicarse por la naturaleza estrictamente unimanual y asimétrica del bádminton, a diferencia de las disciplinas bimanuales mencionadas. Al no estar expuesto al sobreuso mecánico, el miembro no dominante preserva una estabilidad neuromuscular de base más homogénea. Por el contrario, el brazo dominante experimenta una fatiga neuromuscular acumulada y demandas cinéticas continuas en cadena cinética abierta, lo que podría mermar de forma transitoria su capacidad de control motor y estabilidad al ser evaluado en cadena cinética cerrada mediante el UQ Y-BT.

En lo relativo al perfil de fuerza, se registraron asimetrías interlaterales del 14.70% en RE y del 16.29% en RI, evidenciando un desequilibrio condicionado por el gesto deportivo. A pesar de estas diferencias, los valores se encuentran dentro del rango de normalidad descrito previamente para deportistas de élite de bádminton, cuyas asimetrías medias oscilan entre el 9% y el 21.40% (20). Estos desequilibrios se consideran adaptaciones funcionales y características únicas de estos atletas (20).

Por otra parte, al contrastar los niveles de fuerza de los rotadores externos entre los subgrupos con y sin dolor, no se hallaron diferencias estadísticamente relevantes. Aunque la literatura suele asociar el déficit de fuerza en RE con un factor de riesgo lesional, la

preservación de la fuerza muscular en los sujetos con dolor en este estudio podría explicarse por el mantenimiento de los niveles de fuerza isométrica pura debido al entrenamiento regularizado, enmascarando posibles disfunciones dinámicas.

En conclusión, al analizar tanto las adaptaciones biomecánicas como su significación clínica, se hace evidente la existencia de una delgada línea entre la adaptación funcional y la patológica. Cuando la pérdida de la existencia de rango de movimiento sobrepasa los márgenes de compensación fisiológica y el déficit de rotación interna se cronifica, la adaptación se convierte en un fracaso estructural. En el deporte de alto rendimiento, las asimetrías marcadas en la movilidad tienen un impacto directo e indiscutible sobre la eficiencia del gesto deportivo y el incremento del estrés tisular.

### **Limitaciones**

A pesar de los hallazgos obtenidos, el presente estudio posee ciertas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados:

En los jugadores con dolor sería conveniente realizar un análisis cinemático-técnico y biomecánico tridimensional en pista, dado que una técnica ineficiente perjudica el rendimiento y multiplica el riesgo de lesión (15). Por otro lado, la fuerza isométrica analítica de los rotadores externos puede estar conservada por el entrenamiento regular; sin embargo, esta variable no refleja el comportamiento dinámico excéntrico real que realiza el manguito rotador durante la fase de desaceleración brusca posterior al remate. Para una transferencia más realista, las futuras mediciones de RI deberían aproximarse a posiciones de abducción máxima y rotación externa extrema (fase de armado), posición que ha demostrado una correlación significativa con la velocidad final de la raqueta (19). Por último, el reducido tamaño de la muestra limita la potencia estadística de los contrastes, lo que impide generalizar los resultados de forma concluyente.

## **Perspectivas de futuro**

De cara a investigaciones futuras, los resultados obtenidos establecen una línea base idónea para iniciar un seguimiento longitudinal de los deportistas. Esto permitirá diseñar, implementar y monitorizar programas de intervención individualizados orientados a la prevención de lesiones, el fortalecimiento específico, la optimización de la estabilidad y la restauración de la movilidad articular, adaptándose estrictamente a las necesidades y características biomecánicas de cada jugador de bádminton.



## CONCLUSIONES

1. En el análisis realizado para la estabilidad del hombro mediante el UQ Y-BT se obtuvo más estabilidad en brazo no dominante en comparación con el dominante, debido al deporte ya que es un deporte estrictamente asimétrico y unimanual.
2. Para poder comparar el ROM entre la rotación externa y la rotación interna, hay más rango de movimiento en ambas rotaciones en el brazo no dominante en comparación con el dominante.
3. En cuanto a la comparación con los factores de riesgo descritos por la literatura científica se obtuvo que, efectivamente un GIRD elevado puede estar asociado con lesiones de hombro, tal y como aparece en nuestros jugadores con dolor. Otro de los factores de riesgo mencionados es el déficit de fuerza en los rotadores externos, en nuestra muestra, los resultados fueron similares en deportistas con y sin dolor.
4. En el caso del GIRD, sí se puede considerar un factor de riesgo, debido a la gran diferencia que se puede observar. En cuanto a lo que se refiere al déficit de fuerza, se podría considerar una adaptación propia del deporte debido a la poca o nula diferencia entre los deportistas con y sin dolor.
5. Al comparar los resultados entre el lado dominante y el no dominante se obtienen mejores resultados en casi todas las variables en el lado no dominante, lo que nos puede indicar una que se trata de una estructura más estable debido a la baja demanda física necesaria.

## ANEXOS

Gráfico 2. Medias por lado.

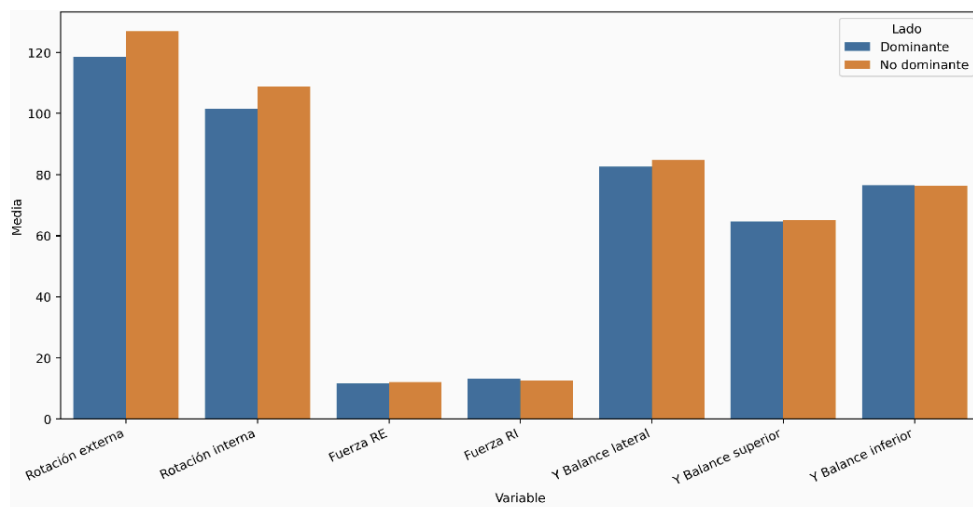


Gráfico 3. Asimetrías porcentuales medias.

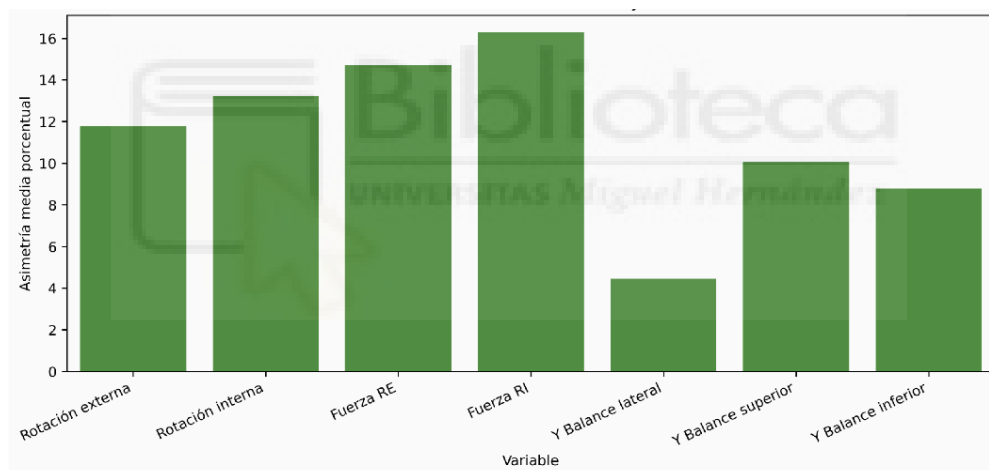
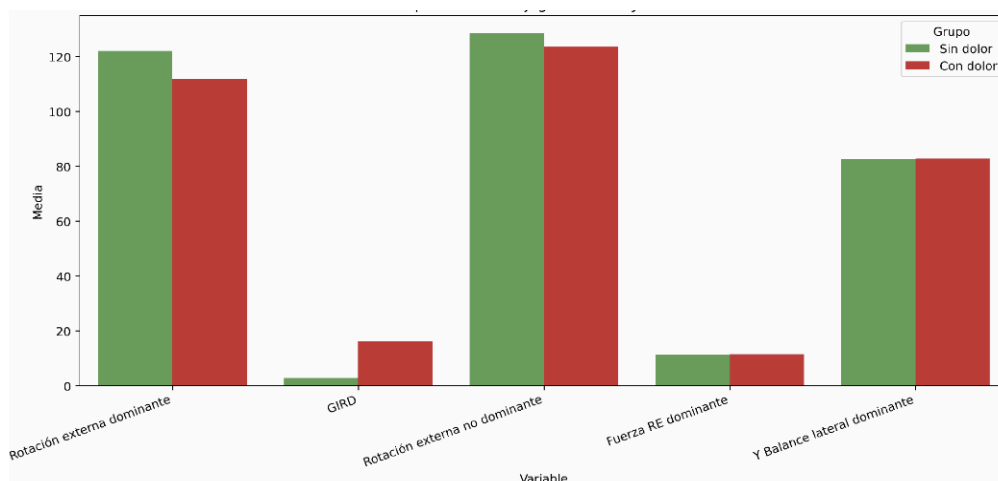


Gráfico 4. Comparación visual entre jugadores con y sin dolor.



**CUESTIONARIO DE RECOGIDA DE DATOS**

Edad: \_\_\_\_ años

Sexo: \_\_\_\_\_

Años practicando bádminton: \_\_\_\_\_ años.

Horas de entrenamiento: \_\_\_\_ h/semana

Dominancia: diestro / zurdo.

Ejercicios de hombro que realiza:

Altura: \_\_\_\_\_ cm.

Peso: \_\_\_\_\_ kg.

¿Actualmente presenta dolor de hombro? Sí / No.

Figura 1. Cuestionario de recogida de datos.

TABLAS DE MEDICIÓN DE VALORES

| ROM (RANGO DE MOVIMIENTO) |           |           |       |
|---------------------------|-----------|-----------|-------|
| MOVIMIENTO                | 1ª MEDIDA | 2ª MEDIDA | MEDIA |
| RE DERECHA                |           |           |       |
| RI DERECHA                |           |           |       |
| RE IZQUIERDA              |           |           |       |
| RI IZQUIERDA              |           |           |       |

| FUERZA       |           |           |       |
|--------------|-----------|-----------|-------|
| MOVIMIENTO   | 1ª MEDIDA | 2ª MEDIDA | MEDIA |
| RE DERECHA   |           |           |       |
| RI DERECHA   |           |           |       |
| RE IZQUIERDA |           |           |       |
| RI IZQUIERDA |           |           |       |

| UQ Y-BT DERECHO |           |           |       |
|-----------------|-----------|-----------|-------|
| MEDIDA          | INTENTO 1 | INTENTO 2 | MEDIA |
| LATERAL         |           |           |       |
| SUPERIOR        |           |           |       |
| INFERIOR        |           |           |       |

| UQ Y-BT IZQUIERDO |           |           |       |
|-------------------|-----------|-----------|-------|
| MEDIDA            | INTENTO 1 | INTENTO 2 | MEDIA |
| LATERAL           |           |           |       |
| SUPERIOR          |           |           |       |
| INFERIOR          |           |           |       |

Figura 2. Tablas de medición de valores.



Figura 3. Medición ROM - rotación externa. Figura 4. Medición ROM - rotación interna.



Figura 5. Medición fuerza - rotación externa. Figura 6. Medición fuerza - rotación interna.

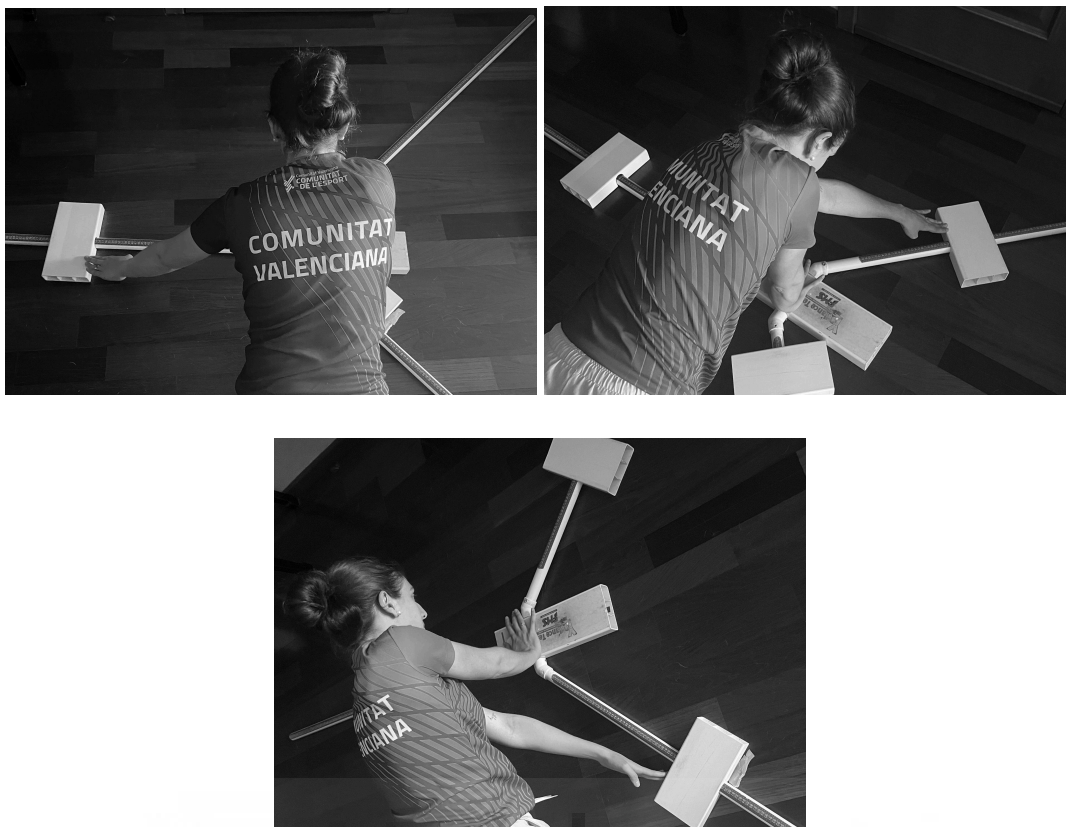


Figura 7. Mediciones UQ Y-BT. Lateral, superior e inferior respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arrillaga B, Miguel-Pérez M, Möller I, et al. Human shoulder anatomy: new ultrasound, anatomical, and microscopic perspectives. *Anat Sci Int*. 2024;99(3):290-304.
2. Guermont H, Mittelheisser G, Reboursière E, Gauthier A, Drigny J. Shoulder muscle imbalance as a risk factor for shoulder injury in elite badminton players: A prospective study. *Phys Ther Sport*. 2023;61:149-155.
3. Guermont H, Le Van P, Marcelli C, Reboursière E, Drigny J. Epidemiology of Injuries in Elite Badminton Players: A Prospective Study. *Clin J Sport Med*. 2021;31(6):e473-e475.
4. Tooth C, Gofflot A, Schwartz C, et al. Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. *Sports Health*. 2020;12(5):478-487.
5. Jørgensen U, Winge S. Injuries in badminton. *Sports Med*. 1990;10(1):59-64.
6. Pardiwala DN, Subbiah K, Rao N, Modi R. Badminton Injuries in Elite Athletes: A Review of Epidemiology and Biomechanics. *Indian J Orthop*. 2020;54(3):237-245.
7. 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):313-318.
8. Karagiannopoulos C, Griech S, Leggin B. Reliability and Validity of the ActivForce Digital Dynamometer in Assessing Shoulder Muscle Force across Different User Experience Levels. *Int J Sports Phys Ther*. 2022;17(4):669-676.
9. Westrick RB, Miller JM, Carow SD, Gerber JP. Exploration of the y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *Int J Sports Phys Ther*. 2012;7(2):139-147.

10. Gorman PP, Butler RJ, Plisky PJ, Kiesel KB. Upper Quarter Y Balance Test: reliability and performance comparison between genders in active adults. *J Strength Cond Res.* 2012;26(11):3043-3048.
11. Keller RA, De Giacomo AF, Neumann JA, Limpisvasti O, Tibone JE. Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Risk of Upper Extremity Injury in Overhead Athletes: A Meta-Analysis and Systematic Review. *Sports Health.* 2018;10(2):125-132.
12. Stausholm MB, Baun M, Bjordal JM, et al. Shoulder Rotational Strength Profiles of Danish National Level Badminton Players. *Int J Sports Phys Ther.* 2021;16(2):504-510.
13. Zhou X, Imai K, Chen Z, Liu XX, Watanabe E. Differences in shoulder function among badminton players broken down by age and sex. *J Bodyw Mov Ther.* 2024;40:942-947.
14. Cools AM, Johansson FR, Borms D, Maenhout A. Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach. *Braz J Phys Ther.* 2015;19(5):331-339.
15. Kibler WB, Safran MR. Musculoskeletal injuries in the young tennis player. *Clin Sports Med.* 2000;19(4):781-792.
16. Noonan TJ, Shanley E, Bailey LB, et al. Professional Pitchers With Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD) Display Greater Humeral Retrotorsion Than Pitchers Without GIRD. *Am J Sports Med.* 2015;43(6):1448-1454.
17. Kara F, Ergin Gedik G, Şahinoğlu E. The associations of physical parameters with the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test, the Upper Quarter Y Balance Test, and the Upper Limb Rotation Test in professional overhead athletes. *Phys Ther Sport.* 2024;67:90-103.
18. Fahlström M, Yeap JS, Alfredson H, Söderman K. Shoulder pain -- a common problem in world-class badminton players. *Scand J Med Sci Sports.* 2006;16(3):168-173.

19. Awatani T, Morikita I, Urata T, Shinohara J, Tatsumi Y. Correlation between isometric shoulder strength and racket velocity during badminton forehand smash movements: study of valid clinical assessment methods. *J Phys Ther Sci*. 2018;30(6):850-854.
20. Gasibat Q, Abdullah B, Samsudin S, Alexe DI, Alexe CI, Tohănean DI. Gender-Specific Patterns of Muscle Imbalance in Elite Badminton Players: A Comprehensive Exploration. *Sports (Basel)*. 2023;11(9):164.
21. Ghaferi AA, Schwartz TA, Pawlik TM. STROBE Reporting Guidelines for Observational Studies. *JAMA Surg*. 2021 Jun 1;156(6):577-578.

