



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

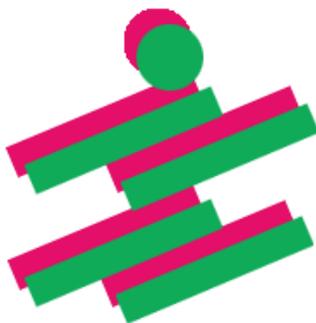
---

## GRADO EN FISIOTERAPIA

### **Estudio descriptivo transversal sobre factores modificables que se relacionan con disfunción de hombro en jugadores de voleibol. Un proyecto de investigación**

Cross-sectional descriptive study on modifying factors related to shoulder dysfunction in volleyball players. A research project.

Estudo descriptivo transversal sobre factores modificables que se relacionan coa disfunción de ombreiro en xogadores de voleibol. Un proxecto de investigación.



Facultad de Fisioterapia

**Alumno:** D. Daniel Mourís Castro

**DNI:** 53489230 Q

**Tutor:** D. Fernando Ramos Gómez

**Convocatoria:** Junio 2020

# ÍNDICE

1. Resumen .....	7
1. Abstract .....	8
1. Resumen .....	9
2. INTRODUCCIÓN.....	10
2.1 Tipo de trabajo .....	10
2.2 Motivación personal .....	10
3. CONTEXTUALIZACIÓN .....	11
3.1 Antecedentes .....	11
3.1.1. El voleibol y las lesiones de hombro .....	11
3.1.2. Etiología de las lesiones de hombro.....	12
3.1.3. Lesiones comunes en “overhead athletes”.....	24
3.2 Justificación del trabajo .....	26
4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	27
4.1 Pregunta de investigación .....	27
4.2. Hipótesis nula y alternativa.....	27
4.3. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	27
4.3.1. General.....	27
4.3.2. Específicos .....	28
5. METODOLOGÍA .....	28
5.1 Estrategia de búsqueda.....	28
5.2. Ámbito de estudio.....	30
5.3. Periodo de estudio .....	30
5.4. Tipo de estudio.....	30
5.5. Criterios de selección .....	30
5.6. Justificación del tamaño muestral.....	31
5.7. Selección de la muestra .....	31
5.8. Descripción de las variables a estudiar .....	33
5.9 Mediciones .....	34

5.9.1. Puntuación en el cuestionario FAST .....	35
5.9.2. Y Balance Test para miembros superiores.....	36
5.9.3. Mediciones del ROM glenohumeral .....	37
5.9.4. Fuerza de la musculatura.....	39
5.9.5. Evaluación de la cadena cinética de remate .....	41
5.10. Analisis estadístico de los datos .....	45
5.11. Limitaciones del estudio .....	46
5.11. 1. Sesgos de seleccion .....	46
5.11.2. Sesgos de información.....	47
5.11.3. Sesgos de confusión.....	47
6. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO.....	48
7. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES .....	48
8. APLICABILIDAD DEL ESTUDIO.....	49
9. PLAN DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	49
9.1. Revistas.....	49
9.2. Congresos .....	50
11. MEMORIA ECONÓMICA .....	50
10.1. RECURSOS NECESARIOS.....	50
10.1.1. Infraestructura.....	50
10.1.2. Recursos humanos .....	50
10.1.3. Material fungible e inventariable.....	50
10.2. Distribución de presupuesto .....	51
10.3. Posibles fuentes de financiación .....	52
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
12. ANEXOS.....	59
12.1. Actividad electromiográfica.....	59
12.2. Trayectoria de la batida .....	59
12.3. Parámetros cinemáticos en voleibol .....	60
12.4. Diferencias entre deportes.....	61

12.5. Posición de Golpeo .....	62
12.6. Diferencias y similitudes Voleibol vs Beisbol .....	63
12.7. Cuestionario ACES.....	64
12.8. Hoja de información al paciente .....	65
12.9. Consentimiento informado.....	67
12.10. Cuestionario FAST en inglés .....	68
12.10.1. Cuestionario FAST en Español .....	69
12.11. Cuestionario EVBRV .....	70
12.11.1. INFORMACIÓN ADICIONAL .....	72
12.12. TABLA DE RESULTADOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Artículos seleccionados.....	29
Tabla 2: Criterios de selección .....	32
Tabla 3: Variables de estudio .....	34
Tabla 4: Datos personales.....	35
Tabla 5: Cronograma .....	48
Tabla 6: Presupuesto .....	51
Tabla 7: Cuestionario FAST en inglés.....	68
Tabla 8: Tabla de resultados.....	79

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Descripción de las fases de remate según sus objetivos.....	15
Ilustración 2: Fases del remate de voleibol .....	15
Ilustración 3: Subfases de impulso de frenado y aceleración.....	16
Ilustración 4: Análisis de la técnica en jugadores avanzadas y noveles.....	17
Ilustración 5: Subfases de remate .....	18
Ilustración 6: Representación del incremento de la velocidad angular.....	21
Ilustración 7: Fotoseriación de la fase de golpeo en el remate .....	22
Ilustración 8: Y Balance test para miembros superiores. ....	36
Ilustración 9: Medición de la rotación interna glenohumeral.....	38

Ilustración 10: Medición de la rotación externa glenohumeral.....	38
Ilustración 11: Medición de la fuerza muscular isométrica de los RE.....	40
Ilustración 12: Medición de la fuerza muscular isométrica de los RI.....	40
Ilustración 13: Medición de la fuerza muscular isométrica en ABD.....	41
Ilustración 14: Esquema de la posición de los trípodas.....	42
Ilustración 15: Colocación de los marcadores.....	43
Ilustración 16: Técnica tradicional vs alternativa.....	44
Ilustración 17: Actividad electromiográfica en las diferentes fases.....	59
Ilustración 18: Trayectoria de batida por zona 2 vs zona 4.....	59
Ilustración 19: Parámetros cinemáticos de diferentes acciones en voleibol.....	60
Ilustración 20: Diferencias entre el voleibol, el beisbol y el tenis.....	61
Ilustración 21: Diferencia de alturas de golpes en función de la posición.....	62
Ilustración 22: Diferencias y similitudes del voleibol y el béisbol.....	63
Ilustración 23: Impulso de frenado.....	72
Ilustración 24: Transición impulso de frenado a impulso de aceleración.....	72
Ilustración 25: "Early cooking" o armado temprano.....	73
Ilustración 26: Late cooking.....	74
Ilustración 27: Secuencia hombro-cadera.....	74
Ilustración 28: Fase de aceleración.....	75
Ilustración 29: El Golpeo.....	75
Ilustración 30: Inclinación de tronco.....	76
Ilustración 31: Follow through.....	77
Ilustración 32: Ejemplo de secuencia de video para análisis.....	77

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

<b>RE</b>	Rotación externa
<b>RI</b>	Rotación interna
<b>ROM</b>	Rango de movimiento
<b>RIG</b>	Rotación interna glenohumeral

<b>DRIG</b>	Déficit de rotación interna glenohumeral
<b>DRIGA</b>	Déficit de rotación interna glenohumeral anatómica
<b>DRIGP</b>	Déficit de rotación interna glenohumeral patológica
<b>REG</b>	Rotación externa glenohumeral
<b>ROMRTG</b>	Rango de rotación articular total glenohumeral
<b>DAH</b>	Distancia acromio-humeral
<b>AH</b>	Aducción horizontal
<b>RE:RI</b>	Ratio de los rotadores externos / rotadores internos
<b>ADD</b>	Aducción
<b>ABD</b>	Abducción
<b>SL</b>	Superolateral
<b>M</b>	Medial
<b>IL</b>	Inferolateral
<b>UQYBT</b>	Y balance test para extremidades superiores
<b>FAST</b>	Functional Arm Scale for Throwers
<b>ACES</b>	Assessment of biomechanical Efficiency System
<b>EVBRV</b>	Evaluación biomecánica del remate de voleibol
<b>ABER</b>	Abducción y rotación externa
<b>TA</b>	Técnica alternativa
<b>TT</b>	Técnica tradicional
<b>fps</b>	Frames per second (Cuadros por segundo)
<b>HD</b>	High definition (Alta definición)
<b>SLAP</b>	Superior Labrum Anterior to Posterior
<b>H<sub>0</sub></b>	Hipótesis nula
<b>H<sub>1</sub></b>	Hipótesis alternativa

# 1. RESUMEN

## **Introducción**

Uno de los objetivos de la fisioterapia deportiva es el de reducir el riesgo de disfunción en los practicantes. La disfunción de hombro, tanto en el voleibol, como en los deportes en los que se realizan gestos por encima de la cabeza, son a menudo difíciles de resolver. Los jugadores pueden estar años compitiendo en estas condiciones, disminuyendo su rendimiento y aumentando su frustración por no dar con la causa del problema.

## **Objetivo**

El objetivo del presente estudio es conocer si las variables analizadas como: el rango articular, la fuerza y la técnica del gesto de remate se correlacionan con disfunción de hombro en jugadores de voleibol.

## **Material y método**

Se plantea un estudio descriptivo transversal. Se escogerán un total de 68 jugadores de voleibol de Superliga 2 de la categoría masculina. Para la obtención de la muestra se realizará un cribado previo en el que se excluirán aquellos que pudieran sesgar el estudio. Se obtendrán sus datos personales, deportivos y clínicos, además de las mediciones de rango articular, fuerza y cadena cinética del remate. Posteriormente se correlacionarán en un análisis estadístico.

## **Palabras clave**

“Voleibol”, “Dolor de hombro”, “Rango de movimiento articular”, “Fuerza muscular”, “Fenómenos biomecánicos”

# 1. ABSTRACT

## **Background**

One of the objectives of sports physiotherapy is to reduce the risk of dysfunction in athletes. Shoulder dysfunction, both in volleyball players and in overhead sports, is often difficult to resolve. The players can spend years playing in these conditions, decreasing their performance and increasing their frustration at not finding the cause of the problem.

## **Objective**

The objective of the present study is to know if the analyzed variables such as: joint range, strength and technique of the spike gesture which are correlated with shoulder dysfunction in volleyball players.

## **Methods**

A cross-sectional descriptive study is proposed. A total of 68 Super League 2 volleyball players will be chosen from the men's category. In order to obtain the sample, a previous screening will be done excluding those who could bias the study. Their personal, sports and clinical data will be obtained, in addition to measurements of joint range, strength and kinetic chain of the spike. The results will then be correlated in a statistical analysis.

## **Keywords**

“Volleyball”, “Shoulder pain”, “Range of Motion, Articular”, “Muscle Strength”, “Biomechanical Phenomena”

# 1. RESUMO

## **Introdución**

Un dos obxectivos da fisioterapia deportiva é o de reducir o risco de disfunción nos practicantes. A disfunción do ombreiro, tanto no voleibol, como nos deportes nos que se realizan xestos por riba da cabeza, son a miúdo difíciles de resolver. Os deportistas poden estar anos competindo nestas condicións, diminuíndo o rendemento e aumentando a súa frustración por non dar coa causa do problema.

## **Obxectivo**

O obxectivo do presente estudo é coñecer se as variables estudadas como: o rango articular, a forza e a técnica do xesto de remate se correlacionan coa disfunción de ombreiro en xogadores de voleibol.

## **Material e método**

Plantéxase un estudo descriptivo transversal. Escolleranse un total de 68 xogadores de voleibol de Superliga 2 da categoría masculina. Para a obtención da mostra realizarase un cribado previo no que se excluirán aqueles que puideran sesgar o estudo. Obteranse os seus datos persoais, deportivos e clínicos, ademais das medicións de rango articular, forza e cadea cinética do remate. Posteriormente correlacionaranse os resultados nun análise estadístico.

## **Palabras chave**

“Voleibol”, “Dor de ombreiro”, “Rango de movemento articular”, “Forza muscular”, “Fenómenos biomecánicos”

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1 TIPO DE TRABAJO**

El tipo de trabajo realizado es un proyecto de investigación para un estudio descriptivo transversal. El objetivo del estudio es el correlacionar posibles factores de riesgo modificables con la disfunción de hombro (medida con el cuestionario “The functional arm scale for throwers” (FAST)) en jugadores de voleibol.

En el estudio descriptivo transversal no se realiza un seguimiento de los sujetos en el tiempo, sino que se lleva a cabo en un momento concreto. En este estudio no se podrá demostrar causa-efecto, pero si correlacionar las variables entre sí.

### **2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL**

Las disfunciones en el complejo articular del hombro en atletas que realizan gestos por encima de la cabeza, son frecuentes y a menudo requieren la retirada del deporte o una disminución brusca del nivel de rendimiento.(1)

En mi caso, como jugador de voleibol, con 15 años comencé a sentir dolor de hombro de localización posterior que derivaba en una disminución de mi rendimiento. No dar con la solución a mi problema, producía en mi frustración y tener que cancelar mis objetivos deportivos en ese momento de mi vida.

Además de esto, había visto como compañeros míos habían tenido que retirarse por disfunciones en este complejo articular. Los tratamientos poco efectivos y las malas gestiones de entrenamiento podrían haber sido la causa del problema.

Las disfunciones de hombro en el voleibol, el tenis, el pádel, el béisbol, el balonmano y otros deportes en los que se realizan gestos repetitivos por encima de la cabeza, requieren una continua supervisión de los jugadores durante la temporada y un diagnóstico preciso para un tratamiento y/o programa de prevención eficaz. Para esto, conocer cuáles son las alteraciones adaptativas y cuáles son alteraciones disfuncionales, pueden ser de ayuda para hacernos una idea de la importancia que representa su identificación y/o valoración.

El desconocimiento en este campo todavía está presente y este estudio puede ayudar a paliar este problema.

## 3. CONTEXTUALIZACIÓN

### 3.1 ANTECEDENTES

#### 3.1.1. El voleibol y las lesiones de hombro

Los atletas que realizan gestos por encima de la cabeza “overhead athletes” son susceptibles de lesiones en el complejo articular del hombro. La incidencia de lesiones varía entre 0.2 / 1000 horas y 1.8 / 1000 horas (2). El uso repetitivo, los rangos extremos articulares y las enormes fuerzas a las que se someten en la temporada aumentan su incidencia con respecto a atletas de otras modalidades.

Todos los deportes que se engloban dentro de este grupo tienen una similitud común, la cadena cinética del gesto deportivo.(3)

El voleibol es uno de los deportes que entran dentro de este grupo. Este deporte, aunque con menos participantes que el fútbol en España, es uno de los más populares del mundo y lo juegan 200 millones de personas. Los estudios epidemiológicos muestran que presenta una incidencia de 1,7 a 10,7 lesiones por cada 1000 horas de juego. Las lesiones de tobillo, rodilla y hombro son las más frecuentes.(4). Dentro de estas, las lesiones que afectan al complejo articular del hombro son menos estudiadas en general. Posiblemente, porque son específicas de los “overhead athletes” y no afectan a otros deportes mayoritarios como pueden ser las lesiones de miembro inferior.

El número de remates en los jugadores de voleibol profesionales puede alcanzar los 40.000 al año (5). Las velocidades angulares que alcanzan con el brazo atacante pueden ir de  $920 \pm 130^\circ/\text{s}$  en el movimiento de extensión y  $4520^\circ \pm 1020^\circ/\text{s}$  durante la rotación interna glenohumeral (RIG), resultando en velocidades de la mano de aproximadamente 20 m/s y velocidades de la pelota tan altas como los 33,3 m/s.(5). Con respecto a las fuerzas, se ha estimado un valor aproximado de 50 Nm para el par máximo de RIG al final de la fase de aceleración.(5).

Las lesiones por uso excesivo de hombro representan el 12% de todas las lesiones, aunque hay que ser precavidos con el uso de esta información, ya que los estudios epidemiológicos no muestran evidencia de calidad para las lesiones en este complejo articular (6).

### 3.1.2. Etiología de las lesiones de hombro en voleibol

#### 3.1.2.1. Adaptaciones

Existen numerosas adaptaciones que se producen en los jugadores de voleibol atacantes a lo largo de su trayectoria deportiva. Se ha demostrado que las actividades repetitivas sobre la cabeza pueden alterar: el movimiento de rotación del hombro, la fuerza de los rotadores y la distancia acromio humeral (DAH). Estas alteraciones pueden aumentar el riesgo de lesión. Las diferencias del hombro atacante con respecto al contralateral se caracterizan por una mayor rotación externa glenohumeral (REG) y un déficit de rotación interna glenohumeral (DRIG). El ROMRTG en el hombro dominante suele ser simétrica, aunque existen estudios en los que se observan ligeros déficits. (7,8)

En cuanto a la fuerza, pueden presentar una mayor fuerza en los rotadores internos con respecto a los externos en el brazo dominante.(7)

#### 3.1.2.2. Alteraciones glenohumerales

Una revisión muestra que los déficits de REG ( $>5^\circ$ ) del hombro atacante con respecto al contralateral, podrían suponer una mayor probabilidad de lesión (9). Otros estudios observan que los déficits de aducción horizontal (AH), cambios en la REG y DRIG ( $>25^\circ$ ) en comparación al contralateral es predictiva de lesión (2,10–13). Otros describen que  $18^\circ$  de DRIG y  $5^\circ$  de déficit en el ROMRTG entre el hombro dominante con respecto al contralateral corren el riesgo de sufrir una lesión en el hombro (7).

La causa del DRIG es multifactorial y se hipotetiza que puede ser causada por rigidez en la capsula posterior, retroversión glenoidea, retrotorsión humeral y rigidez en el manguito rotador posterior. Hubo autores que hicieron una distinción entre DRIG patológico (DRIGP) y DRIG anatómico (DRIGA). El DRIGP se da cuando existe DRIG más déficit de ROMRTG significativo ( $> 5^\circ$ ). Se considera que puede existir un DRIGA de entre  $18\text{-}25^\circ$  siempre que no afecte a otros parámetros como el ROMRTG. (5,14,15)

En un estudio sobre jugadores de béisbol se ha observado que el déficit de fuerza en abducción (ABD) de hombro se correlacionaba con un DRIG y con un déficit de ROMRTG del hombro dominante con respecto al contralateral. Esto da crédito al hecho de que el DRIG pueda ser una respuesta a los déficits de fuerza del hombro en lugar de la causa de la lesión (16).

Otros estudios citan que el DRIG puede estar causado por la rigidez de las estructuras como la cápsula y el manguito rotador posterior además de una laxitud anterior de la articulación glenohumeral que puede tener el potencial de causar pinzamiento posterosuperior (5). Se hipotetiza que esta rigidez puede derivar de las cargas repetitivas durante la fase de desaceleración (ver el apartado “Descripción del remate de voleibol”) que causa microtrauma y cicatrización del tejido blando posterior. Esta rigidez selectiva de las partes blandas posteriores puede provocar un recentrado anormal de la cabeza humeral, que altera el movimiento glenohumeral y puede disminuir la DAH. Un estudio en el que se investigó la relación entre DRIG y la DAH demostró que los atletas con un DRIG superior a 15 ° tenían DAH más pequeñas a 0 °, 45 ° y 60 ° de abducción en su hombro dominante (7).

Por último, el desequilibrio de la fuerza muscular del manguito de los rotadores causa un estrés excesivo en los estabilizadores pasivos de la articulación del hombro, y puede provocar cambios en el movimiento que aumenten el riesgo de lesión (5). El equilibrio de la fuerza entre los músculos rotadores externos e internos (RE:RI) generalmente oscila entre el 66% y el 75% en individuos asintomáticos. Sin embargo, se pueden observar relaciones anormales en atletas que realizan gestos por encima de la cabeza. Hubo autores que propusieron que la fuerza de REG de al menos dos tercios de la fuerza de RIG es suficiente para proporcionar equilibrio muscular.(5,7,17)

#### *3.1.2.4. Carga externa y edad de comienzo*

La edad temprana de comienzo, el volumen de juego y el nivel de práctica pueden influir en la incidencia lesional. La especialización temprana puede provocar lesiones en el hombro que se relacionan con una combinación de pinzamiento e inestabilidad, así como con factores propios de la inmadurez musculoesquelética. Esto está relacionado con la existencia de las placas epifisarias y la composición del tejido conectivo de ligamentos y tendones (18). La inmadurez musculo-esquelética puede llevarlos a sufrir cambios como el aumento de la torsión humeral anatómica en el brazo dominante en comparación con los sujetos que comienzan en etapas más tardías (7). Los resultados de uno de los estudios revisados mostraron que el aumento de la retrotorsión humeral (>4 grados) con respecto al lado contralateral protege contra las lesiones de hombro, pero es un factor perjudicial para las lesiones de codo en lanzadores de béisbol profesionales (19). Esto puede ocurrir porque el aumento de la retrotorsión humeral provoque que no se deba de realizar una REG tan pronunciada para conseguir la misma posición del hombro en el espacio durante el gesto deportivo. Los jugadores de béisbol

presentan más problemas de codo que los jugadores de voleibol debido a mayores fuerzas en valgo de codo. Las diferencias y similitudes entre estos dos deportes se muestran en la ilustración 20 (apartado 12.4).

Un alto número de horas de entrenamiento por semana (> 16 horas / semana) se asoció con un mayor riesgo de lesiones entre los lanzadores y receptores de béisbol juveniles, así como; un gran aumento en el entrenamiento y / o la carga de partido (> 60% de aumento en comparación con el promedio de las 4 semanas anteriores) en jugadores de balonmano.(20,21)

#### *3.1.2.5. Protocolo de prevención*

Programas de prevención que tenían como objetivo mejorar el rango de RIG de los jugadores, la fuerza de rotación externa glenohumeral, mejorar la cadena cinética y otras variables, parecía producir beneficios para problemas de hombro, aunque la metodología empleada podría sesgar los resultados. (2)

#### *3.1.2.6. La cadena cinética*

La cadena cinética es el sistema biomecánico por el cual el cuerpo cumple con las demandas del deporte. Los patrones alterados pueden conllevar a lesión.(22)

En un estudio se mostró que los sujetos con historial de lesión en el hombro presentaron puntuaciones en el Y balance test para extremidades superiores (UQYBT) más bajas en la dirección superolateral (SL) cuando se comparaban con el grupo no lesionado. Esto puede conllevar a una alteración en el patrón de movimiento y verse afectada la cadena cinética (23).

A continuación, se detalla el gesto de remate de voleibol. Se proporcionarán detalles técnicos, biomecánicos y electromiográficos (ver las ilustraciones de los puntos 12.1- 12.6 para más información).

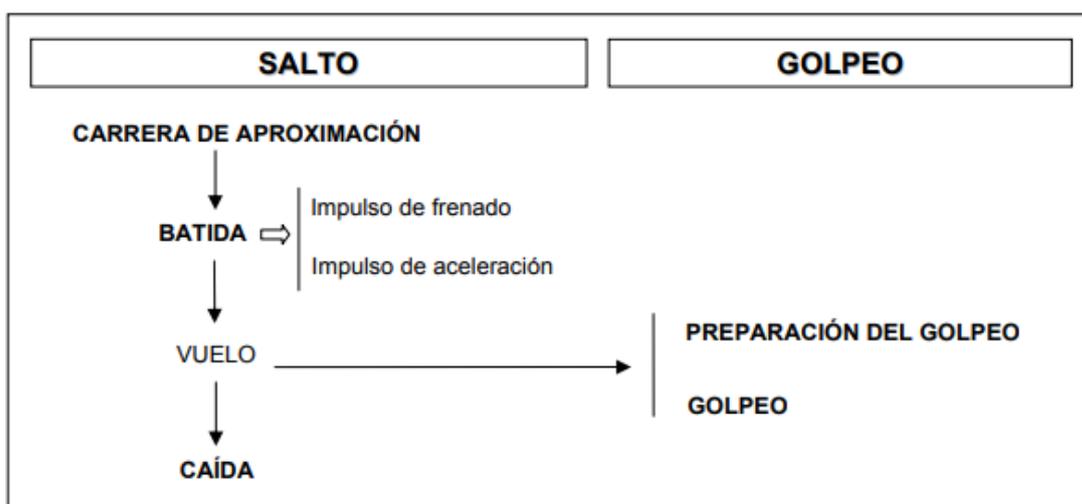
#### *3.3.2.6.1. DESCRIPCIÓN DEL GESTO DE REMATE*

Se han utilizado principalmente tres artículos para detallar esta sección (3,24,25). Además, se han referenciado otros artículos de interés en los párrafos correspondientes.

El remate es el elemento que finaliza la fase ofensiva de una jugada. Para conseguirlo, tiene que superar la altura de la red y la defensa contraria (Hernández, 1992). Esta acción consiste en realizar un salto con carrera previa y golpear al balón hacia la pista contraria por encima de la red durante la fase de vuelo (Gutiérrez y cols., 1994; Lucas, 2000).

En la Ilustración 1 se detallan las fases de la forma en la que las describen estos autores.

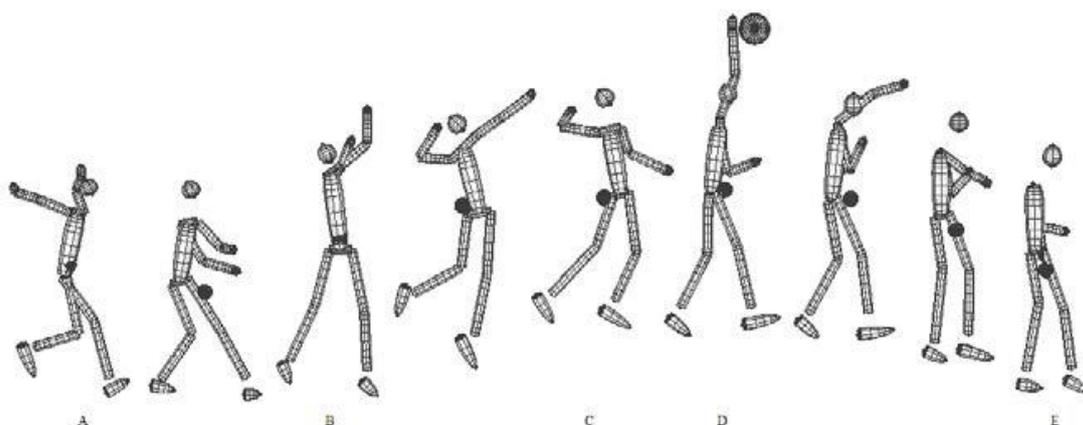
Ilustración 1: Descripción de las fases de remate según sus objetivos



Tomado de (24)

En la Ilustración 2 se observa la secuencia de las diferentes fases.

Ilustración 2: Fases del remate de voleibol



Tomado de (24)

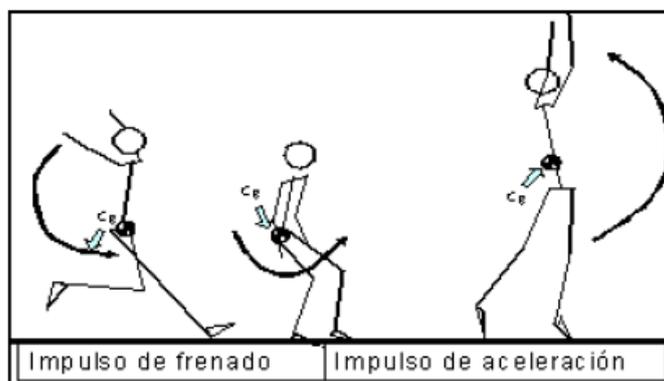
Leyenda: Carrera de aproximación (A); Batida (AB); Vuelo "preparación del golpeo" (BC); Vuelo "Aceleración del brazo y golpeo" (CD); Caída (DE).

La carrera de aproximación orientará al individuo en relación al balón (Ilustración 18 en el apartado 12.2).

El impulso de frenado se inicia con el apoyo del talón del pie del lado dominante. En esta fase daremos importancia a la extensión glenohumeral, que permitirá realizar el posterior gesto de flexión con menor esfuerzo. Además, en esta fase, el movimiento inicial de los brazos hacia atrás y arriba, junto con la extensión de hombros y codos, favorece la posición atrasada y baja del centro de gravedad. La inclinación de tronco puede producir menos extensión torácica. Esto podrá perjudicar la cinemática escapular.

En el ángulo de flexión de rodillas, se encuentran diferencias entre autores. Los valores rondan entre 90-130 grados. Este ángulo favorecerá el ciclo estiramiento-acortamiento mejorando la fuerza generada en la fase de aceleración (Ilustración 3).

*Ilustración 3: Subfases de impulso de frenado y aceleración.*



Tomado de (26)

El impulso de aceleración comienza en el momento de máxima flexión de rodillas y caderas. Finalizará en el momento en el que los pies despegan del suelo. Esta fase es relevante para mantener la pelvis nivelada y con una oblicuidad de 45 grados con respecto a la red. Esto permitirá a la articulación coxofemoral dirigir la secuencia de la cadena cinética en fases posteriores (Ilustración 3).

La posición de los pies en el último paso ayuda a mantener la oblicuidad pélvica. En jugadores avanzados, el apoyo del pie contrario al brazo ejecutor se realiza con la punta orientada ligeramente hacia el interior. Dicha posición permite a los jugadores una mejor conversión de la velocidad horizontal en vertical (Ilustración 4). En jugadores noveles, además de no producirse esa orientación del pie, el apoyo de ambos pies es casi simultáneo. (Ciapponi y cols., 1996).

Ilustración 4: Análisis de la técnica en jugadores avanzadas y noveles.



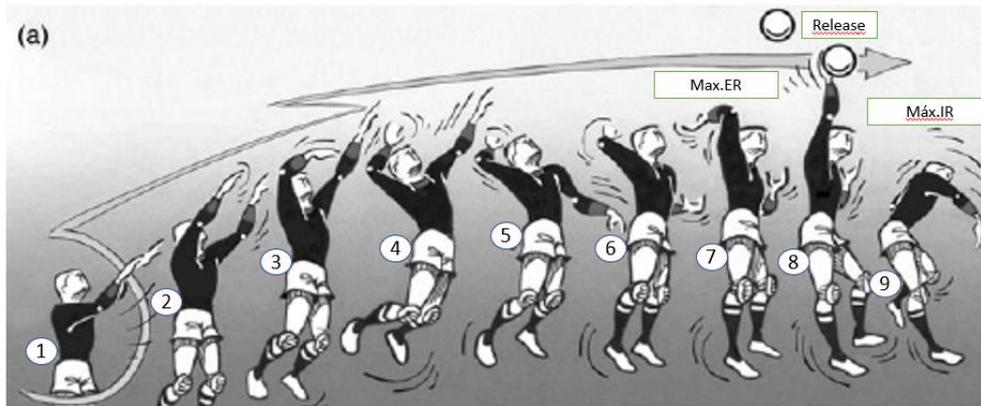
Tomado de (26)

Vh: Velocidad horizontal

La posición del salto con respecto al balón debe permitir que el jugador quede ligeramente por detrás de éste. Esto posibilita realizar el remate de potencia hacia todas las direcciones y disminuir la flexión de hombro en el momento del golpeo.

A continuación, en la Ilustración 5, se presenta un desglose de las diferentes fases que aparecen en Ilustración 2.

Ilustración 5: Subfases de remate



1. Wind up / 2-7: Arm cooking (4: Early cooking / 7: Late cooking) / 7,8: Aceleración y golpeo / 9: Follow through

Adaptado de (25)

Dentro de la fase de vuelo, se produce la preparación del golpeo con las subfases citadas a continuación:

1. **Subfase de preparación o “wind-up”**, Rokito y cols. (1998): Comienza en la batida (impulso de frenado + impulso de aceleración) y finaliza en el inicio de la rotación externa del hombro del brazo ejecutor. En esta fase, existe un pico de activación del deltoides anterior, del supraespinoso y del infraespinoso, pero debido a las bajas demandas mecánicas a las que se somete el hombro, presenta poca relevancia clínica. Un problema en esta fase puede constar de un cambio de peso insuficiente a la pierna atrasada (observado por un tronco flexionado), lo que supondrá una implicación menor de las extremidades inferiores en la fase de armado.

2. **Subfase de armado o “arm cocking”**: Comienza en la fase de vuelo, con el inicio de la rotación externa del hombro del brazo ejecutor, y finaliza con la máxima rotación externa de este. En esta fase, existe una alta actividad del redondo menor, y en menor medida, del infraespinoso, del deltoides anterior y del supraespinoso. Es importante citar la actividad del pectoral mayor y el subescapular, que se contraen de forma excéntrica en esta fase. Otro de los músculos en contraerse es el bíceps, con la función de oponerse al estrés en valgo del codo.(27) La rotación externa máxima glenohumeral es realizada de forma pasiva. Esto se produce por la inercia generada desde la cadera. Si la cadera no inicia el movimiento o existe rigidez en la musculatura anterior como el pectoral mayor, el pectoral menor y el subescapular, este movimiento deberá de realizarse activamente, ocasionando fatiga en la musculatura que debería de encontrarse relajada y haciendo al jugador más susceptible de lesión.

Esta fase de armado, a su vez, se puede subdividir en “early cooking” o armado temprano y “late coking” o armado tardío.

En la fase “early cooking”, es donde se observa la mayor oblicuidad pévica y la rotación de tronco hacia el lado dominante. Esta fase, sirve de base para la buena mecánica durante las fases posteriores.

En la fase “late cooking”, se observa como disminuye la oblicuidad pélvica mientras el tronco se mantiene rotado, manteniendo la misma posición en el espacio que en el armado temprano. En esta fase, el hombro alcanza la rotación externa máxima de forma pasiva, antes de comenzar la fase de aceleración del hombro. Citar que, en este momento, se observa una hiperextensión lumbar, que puede ser causante de las espondilólisis sufridas en “overhead athletes”.

La fase de armado es a la que le vamos a prestar mayor atención en el análisis de video. Dado que es principalmente en este instante, donde se discrimina el tipo de técnica empleada.

Se hipotetiza, que la utilización de la técnica alternativa (TA), también llamada “backswing style” con respecto a la técnica tradicional (TT), puede disminuir el riesgo lesional de la articulación glenohumeral. Se plantea esta hipótesis, porque con el uso de la técnica alternativa (TA) se lleva al hombro a posiciones de rango articular menos extremas. Alcanzando menos grados de flexión durante la elevación del brazo atacante. Otro punto a su favor es, que la transición repentina de velocidad angular negativa a positiva del hombro ocurre en un rango menos peligroso.

Un artículo cita, que las mayores fuerzas y velocidades angulares en el hombro, se producen durante la transición de la fase de armado tardío a la fase de aceleración. Esto es debido a la transición repentina de la rotación externa a la rotación interna. (28) Con la utilización de la TA, esto se realizará de forma más armónica, y en posiciones articulares menos peligrosas.(25)

En la fase “early cooking” se debe observar oblicuidad de la pelvis con respecto a la red de aproximadamente 45 grados. Se cita, que aquellos con debilidad en la musculatura central, pueden presentar una alteración en la posición de la pelvis y la mecánica durante el gesto de remate. Por este factor, puede verse alterada la cadena cinética y aumentar el riesgo lesional en articulaciones más distales (29). El UQYBT puede darnos información sobre déficits en la musculatura central en conjunto con los miembros superiores, por lo que se ha implementado en las variables de este estudio.

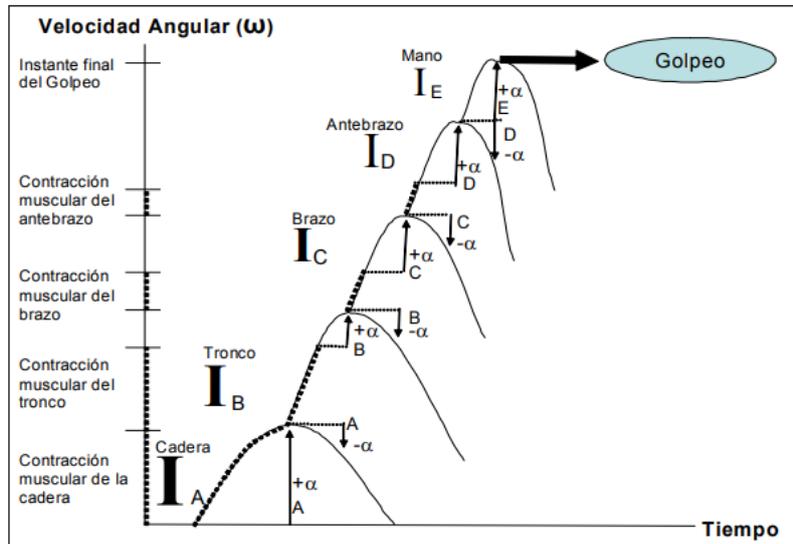
Si en la parte final del armado tardío, no se realiza el movimiento desde la cadera no se provocará una rotación externa glenohumeral máxima pasiva y una buena extensión de tronco.(30) Esto conllevará, a una mayor fatiga de los rotadores externos y una posible mayor susceptibilidad de lesión. En esta fase, los sujetos que presentan mayor laxitud de la cápsula anterior son más susceptibles de sufrir pinzamiento interno, con posibles afectaciones de la mitad posterior del tendón supraespinoso, todo el tendón infraespinoso y el labrum posterosuperior, por la incrustación de estos, entre la tuberosidad mayor y la glenoide.(31)

3. **Subfase de aceleración**, comienza con la rotación interna del hombro del brazo ejecutor y termina en el momento del contacto con el balón. Las contracciones ocurren primero en los músculos abdominales para crear flexión y rotación contralateral de tronco. Luego, la protracción y la estabilidad de la escapulotorácica la lleva a cabo el serrato anterior(32). Por último, la acción de este movimiento es realizado por los músculos redondo mayor, subescapular, pectoral mayor y dorsal ancho, seguidos de los flexores de muñeca. En términos de estabilización, en esta fase, el redondo menor permanece activo para frenar la translación anterior de la cabeza del húmero desde posterior, mientras que el infraespinoso disminuye su actividad. Citar que el bíceps también se contrae en esta fase para evitar la hiperextensión de codo (27). La contracción del bíceps provoca tracción de la zona de inserción en el tubérculo supraglenoideo, pudiendo causar desgarros de labrum.

La velocidad del hombro se transfiere al codo, que comenzará su movimiento a la altura de la oreja mientras se crea un estiramiento del tríceps al dejar caer la mano hacia atrás. La posición de la mano alcanzará la altura del cuello. El estiramiento del tríceps sirve para crear una mayor velocidad en la extensión del codo por medio del reflejo de estiramiento. Mientras se extiende el codo, aún no se activa voluntariamente la musculatura flexora de la muñeca, creando un estiramiento de los flexores, y aumentando la velocidad generada en la fase de golpeo por la muñeca, por el mismo motivo que el citado anteriormente.

Toda la energía generada desde el movimiento de la cadera es transferida a la mano a través de la muñeca, que envuelve a la pelota para otorgarle la máxima velocidad posible. Cualquier eslabón débil en la cadena provocará una disminución de la eficiencia de las articulaciones que siguen en la secuencia, aumentando el riesgo lesional.(33)

Ilustración 6: Representación del incremento de la velocidad angular durante la cadena cinética del golpeo en el remate.



Tomado de (26)

Otro aspecto clave, es el movimiento realizado por el brazo que no golpea. La posición flexionada y abducida del hombro de dicho brazo, es importante para seguir la pista y enfocar los ojos en el balón. Además, facilitará la rotación lateral del tronco para adoptar una buena posición permitiendo una fase de aceleración eficaz.

La culminación de la fase de aceleración es el golpeo (ilustración 7). Esta comienza en el momento en el que la mano entra en contacto con el balón y finaliza tras la pérdida del contacto con este. En esta fase, se completa la extensión del codo y se continúa el movimiento del brazo hacia delante y hacia abajo. Cuando la mano entra en contacto con la pelota, esta genera una fuerza igual y opuesta sobre la mano, que provoca una brusca deceleración, generando un efecto de tracción sobre el hombro. Esto requiere una intensa contracción muscular excéntrica del manguito rotador (supraespinoso e infraespinoso fundamentalmente), del serrato anterior, del bíceps braquial, del deltoides y del dorsal ancho para mantener la congruencia de la articulación glenohumeral y escapulotorácica.

Durante esta fase también se realizan los movimientos compensatorios del tren inferior, produciéndose la extensión de rodillas y la flexión con rotación de tronco hacia el lado no dominante.

*Ilustración 7: Fotoseriación de la fase de golpeo en el remate*



Tomado de (26)

El balón debe estar situado ligeramente por delante del jugador y sobre el hombro del brazo atacante. En el momento del contacto con la pelota, el hombro debe encontrarse flexionado entre 140-170°. (Kugler y cols., 1996). Si el balón queda demasiado atrasado al golpearlo, deberemos de posicionar el hombro en una flexión mucho mayor. Esto se cita como posible causa de pinzamiento interno.

Lograr esta posición atrasada con respecto al balón es un factor que dependerá sobre todo de la carrera previa y el ajuste adecuado de la batida.

Por la misma razón, otro factor que puede fomentar el mantenimiento de posiciones extremas de flexión de hombro es si en el momento del golpeo presentamos flexión de tronco. Esto ocurre porque para posicionar la mano en la misma posición en el espacio, la angulación deberá de ser mayor.

## **Aspectos cinemáticos de la fase de golpeo**

La energía perdida en el contacto depende de las características de deformación, tanto de la mano como del balón. Cuanto más rígida esté la mano y más duro el balón, menos energía se perderá en el golpeo (Ivoilov, 1986).

Una vez que la mano pierde contacto con el balón comienza la fase de seguimiento del brazo "follow through". En esta fase, el hombro sigue una trayectoria de extensión, de aducción y de rotación interna, cruzando en ocasiones la línea media del cuerpo junto a la flexión y rotación de tronco. Este movimiento debe de ser completo para que exista mayor distancia angular que permita disipar la energía de forma progresiva y disminuir la tensión tanto en la musculatura del manguito rotador como en la cápsula posterior. (33)

La caída es la última acción, comienza cuando los pies contactan con el suelo, y finaliza cuando el jugador se ha equilibrado tras el impacto. En esta fase caer de forma equilibrada es crucial para reducir el estrés que puede producir el impacto contra el suelo sobre las articulaciones de tobillos, rodillas, cadera y columna vertebral (Hernández, 1992; Ureña, 1998, Tillman y cols., 2004).

La fuerza de impacto se amortigua con la perfecta coordinación segmentaria de la cadena cinética, tobillo-rodilla-cadera. Originándose un ángulo similar al empleado en el salto. La caída debe de efectuarse sobre los dos pies, con el fin de repartir la fuerza de impacto entre ambas extremidades y reducir el riesgo de lesiones del miembro inferior.

En definitiva, el remate de voleibol lleva a los atletas a un estrés mecánico repetitivo y provoca altas exigencias al sistema neuro-musculo-esquelético. Los factores de riesgo de lesión en el hombro durante el ataque pueden ser diferentes, por ejemplo: fuerzas que actúan sobre la articulación, rango de movimiento, antecedentes previos de lesión y número de remates en una temporada.

El uso de la TA puede reducir potencialmente las lesiones por uso excesivo del hombro y puede ser una solución para patologías crónicas de hombro al permitir que el manguito de los rotadores funcione dentro de un rango de movimiento que se considera menos peligroso. Estudios citan que esta técnica puede reducir el riesgo de impingement en el hombro, mientras mantiene o incluso mejora el rendimiento, no solo en atletas de élite, sino también en jugadores recreativos y escolares / universitarios (tanto hombres como mujeres). (25,34)

Por último, citar, que aunque existen resultados sobre factores de riesgo, no hay evidencia de estudios de cohorte prospectivos de alta calidad o ensayos controlados aleatorios, por lo que existe evidencia limitada de qué factores de riesgo potenciales evaluar o qué estrategia de prevención emplear.(2,5,6)

### 3.1.3. Lesiones comunes en atletas que realizan gestos por encima de la cabeza

Para el desarrollo de esta sección se ha utilizado dos artículos principales (35,36).Otros artículos complementarios han sido referenciados en párrafos señalados.

A continuación, se citan las lesiones y/o alteraciones más frecuentes en los atletas que realizan gestos por encima de la cabeza, describiendo las mismas y detallando sus consecuencias.

**-Pinzamiento interno:** es el contacto de la superficie inferior del manguito de los rotadores entre la tuberosidad mayor y la glenoides y el labrum posterosuperior en la posición de abducción y rotación externa máxima (ABER). La causa más avalada por la literatura es la fatiga muscular. La alineación habitual del húmero y la escápula durante la fase de aceleración se pierde debido a la fatiga de la musculatura que rodea la cintura escapular. Esto lleva la articulación glenohumeral a una "hiperangulación" que causa que la cabeza humeral se traslade en sentido anterior, aumentando el estrés en la cápsula anterior y el contacto de la superficie inferior del manguito rotador en la cavidad glenoidea y el labrum posterosuperior.

**-Roturas del manguito rotador:** El DRIG y el pinzamiento interno son factores contribuyentes además del estrés repetitivo que sufre el manguito en el gesto de remate. Al igual que el pinzamiento interno, se pueden observar roturas parciales en lanzadores asintomáticos, por lo que a veces pueden ser adaptativas y no siempre patológicas.(37)

**-Desgarros de labrum:** Suelen ser de ubicación superior, posterosuperior y posterior. Al igual que las roturas del manguito rotador, asociados a DRIG y a pinzamiento interno. Durante la fase de armado tardío aumenta la tensión en dirección posterior y la torsión del anclaje del labrum con el bíceps debido a la rotación externa máxima. Esto puede resultar en un desprendimiento de la inserción de la porción larga del bíceps y el labrum posterosuperior del cartílago glenoideo.

Las adaptaciones óseas como retrotorsión humeral y la retroversión glenoidea están asociadas con una menor incidencia de desgarros SLAP. Esto ocurre probablemente porque se requiere una rotación externa menos extrema en el primero y el impacto se reduce debido al mayor espacio en relación con el troquíter en el segundo.

El edema perilabral es un indicador útil de los hallazgos patológicos labrales agudos si el labrum subyacente es crónicamente anormal debido a la actividad de lanzamiento.(38)

#### **-Lesiones anteriores de hombro:**

En la rotación externa máxima, el aumento de la tensión y el estiramiento sobre la región anterior del hombro durante las últimas fases de armado y comienzo de la de aceleración, puede provocar lesiones en los tejidos blandos y las estructuras óseas de la región anterior del hombro, incluida la cápsula anterior, el tendón del músculo subescapular y la tuberosidad menor. En la fase de armado tardío, el par de rotación interno que actúa sobre estas estructuras anteriores es superior que en el resto de fases alcanzando los jugadores de beisbol hasta 90 N·m.(39)

#### **-Lesiones posteriores de hombro:**

En la fase de seguimiento y desaceleración del gesto de remate y/o lanzamiento, las estructuras posteriores se contraen para disipar las fuerzas generadas en la aceleración. Estos factores biomecánicos pueden predisponer a cambios óseos adaptativos patológicos en la glenoides y los músculos posteriores. Las lesiones asociadas a esta fase son la lesión de Bennet y las lesiones musculares posteriores.

La lesión de Bennet representa la osificación capsular posterior secundaria a la tracción repetitiva en la banda posterior del ligamento glenohumeral inferior en el borde glenoideo.

**-Lesiones específicas por uso excesivo:** dentro de estas podemos englobar la epifisiolisis humeral proximal (Little League Shoulder) y la lesión osteocondral glenoidea. La epifisiolisis humeral proximal es una lesión por uso excesivo en atletas con un esqueleto inmaduro que es causado por fuerzas de torsión y tracción repetitivas crónicas que actúan sobre la fisis humeral proximal durante las diversas fases del lanzamiento. Se puede encontrar con mayor frecuencia en edades de 11-16 años, se cita más en jugadores de beisbol que en voleibol por el mayor par de rotación interna de hombro. La lesión osteocondral glenoidea es una lesión rara en los atletas que realizan gestos por encima de la cabeza; sin embargo, los mecanismos propuestos incluyen microtrauma repetitivo y opresión capsular posterior que causan la traslación de la cabeza humeral

con el cizallamiento y la compresión resultante de la glenoides posterior durante el armado tardío.(40)

**-Otras lesiones:**

**-Atrofia del músculo infraespinoso:** Los estudios sobre jugadores de voleibol y béisbol informan atrofia del infraespinoso entre el 4% y el 34%, en cambio, no suelen encontrarse déficits funcionales o asociaciones con trastornos concurrentes del hombro en sujetos con estos hallazgos (41). La etiología no está clara, aunque las teorías citan que la lesión se puede producir por tracción o por la compresión del nervio supraescapular durante las fases de armado, de seguimiento y/o de deceleración mientras se saca o se remata. También citan que el servicio flotante puede causar daño por la contracción excéntrica del infraespinoso. (42)

### **3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

-La lectura de las revisiones con fecha más próxima de 2017 citan que hacen falta estudios de calidad sobre la etiología de las lesiones de hombro en el voleibol y su prevención.(2,5,6).

En la mayoría de los estudios epidemiológicos realizados, se tiene en cuenta el término lesión, considerando que un jugador está lesionado cuando se ven disminuidas las horas de práctica deportiva. Existen jugadores que pueden seguir jugando con dolor y no aparecerán en esa lista de jugadores lesionados. Por esto, en este estudio, integraremos el cuestionario FAST que proporciona información de si existe menor o mayor disfunción.

En este trabajo se ha realizado una búsqueda exhaustiva de los factores de riesgo más relevantes y una búsqueda de cada prueba / test para sus mediciones. Esto nos permite escoger variables que presenten mayor peso en el establecimiento de disfunción. Conocer si existe relación entre estas variables y el cuestionario FAST es el objetivo del estudio, que podrá servir para implementar medidas preventivas en el futuro que permitan modificar estas variables y poder así reducir el riesgo de disfunción de hombro en jugadores de voleibol.

Por otro lado, en este estudio, al integrar este cuestionario con la exploración, se tendrá en cuenta un enfoque biopsicosocial y no tanto el estructural que se

implementaba antiguamente. Esto será una ventaja, ya que en los deportistas que realizan gestos por encima de la cabeza se observan múltiples hallazgos en pruebas de imagen que pueden ser considerados como patológicos, así como cambios adaptativos funcionales que pueden no tener relación con la disfunción. Esto guiará al fisioterapeuta en el razonamiento clínico y en la valoración para realizar un correcto diagnóstico y tratamiento eficaz.

## **4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Es posible establecer relación entre el desequilibrio de la fuerza de rotadores glenohumerales, el déficit de ROMRTG, la técnica de remate o el “Y balance test” con mayores puntuaciones en el cuestionario FAST?

### **4.2. HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA**

**-H<sub>0</sub>:** La utilización de la técnica “Backswing style” con respecto al estilo tradicional NO se relaciona con mayores puntuaciones en el cuestionario FAST.

**-H<sub>1</sub>:** La utilización de la técnica “Backswing style” con respecto al estilo tradicional se relaciona con mayores puntuaciones en el cuestionario FAST.

**-H<sub>0</sub>:** Mayores déficits de ROM de rotación total glenohumeral del lado dominante con respecto al no dominante NO se relacionan con mayores puntuaciones en el cuestionario FAST.

**-H<sub>1</sub>:** Mayores déficits de ROM de rotación total glenohumeral del lado dominante con respecto al no dominante se relacionan con mayores puntuaciones en el cuestionario FAST.

### **4.3. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

#### 4.3.1. General

- Conocer si las variables estudiadas guardan correlación con la disfunción de hombro en jugadores de voleibol.

#### 4.3.2. Específicos

- Evaluar el resultado del cuestionario FAST a cada jugador.
- Valorar la cadena cinética del remate desde diferentes planos.
- Objetivar alteraciones en el Y BALANCE TEST.
- Medir alteraciones de ROM y fuerza en el complejo articular del hombro.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

#### LAS BASES DE DATOS UTILIZADAS SON:

- **PubMed**
- **Cochrane Library**
- **PEDro**

En este proyecto se ha realizado una búsqueda en las principales bases de datos de ámbito sanitario citadas anteriormente para conocer cuáles son los factores de riesgo de lesión de hombro en jugadores de voleibol.

El objetivo de esta revisión era conocer los posibles factores de riesgo de lesión de hombro en jugadores de voleibol para poder integrarlos como variables de estudio.

#### BÚSQUEDA SOBRE LOS FACTORES DE RIESGO

Para todas las búsquedas se han utilizado los operadores booleanos "AND", "OR", y los términos "MESH": "Volleyball", "Causality", "etiology", "Shoulder Pain" y "Shoulder Injuries".

Las búsquedas realizadas en Cochrane Library y en la base de datos PEDro no presentaron resultados que se adaptaran a la finalidad de la revisión

Posteriormente se realiza la búsqueda de los artículos publicados en los 5 últimos años en Pubmed con las características que se detallan a continuación y arrojando los siguientes resultados.

- Ecuación de búsqueda: (("Volleyball"[Mesh]) AND ("Causality"[Mesh] OR "etiology" [Subheading])) AND (("Shoulder Pain"[Mesh]) OR "Shoulder Injuries"[Mesh])
- Tipo de búsqueda avanzada
- Resultados obtenidos: Se han encontrado un total de 12 artículos.
- Artículos seleccionados: Finalmente de los 12 después de leer los títulos y los resúmenes de cada uno se han seleccionado 6 artículos que se citan en la Tabla 1, de los cuales 3 (marcados con color verde), se corresponden a revisiones sistemáticas.

Tabla 1: Artículos seleccionados

2017	Risk factors for, and prevention of, shoulder injuries in overhead sports
2017	Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball
2017	Preventing musculoskeletal injuries among recreational adult volleyball players
2016	Shoulder-rotator strength, range of motion, and acromiohumeral distance in asymptomatic adolescent volleyball attackers
2016	The volleyball athlete's shoulder: biomechanical adaptations and injury associations
2017	Dominant vs. non-dominant shoulder morphology in volleyball players and associations with shoulder pain and spike speed

### Otras búsquedas y lecturas

Los siguientes artículos que se han utilizado para el estudio se han buscado en la literatura mediante las referencias bibliográficas de los artículos mostrados en la tabla 1.

Posteriormente al análisis de los factores de riesgo que eran más relevantes para el desarrollo de lesión y/o dolor de hombro en jugadores de voleibol y otras disciplinas similares en las que se realizan gestos por encima de la cabeza, se comenzó a buscar de forma individual los protocolos de medición de esas variables para plasmarlos en nuestro trabajo.

Además de lo citado, se ha leído con detalle el libro "Mechanics, Pathomechanics and Injury in the Overhead Athlete" editado por W. Ben Kibler y Aaron D. Sciascia el cual ha aportado numerosos artículos para su posterior búsqueda en Google académico.

## **5.2. ÁMBITO DE ESTUDIO**

El estudio se llevará a cabo en Galicia y se escogerán jugadores federados de voleibol correspondientes a la categoría de Superliga 2 con edades comprendidas entre 18- 30 años.

Se han escogido jugadores de este nivel ya que entrenan de media 4 días por semana con un quinto día de competición. Esto determina un mayor número de gestos repetitivos, y como consecuencia un posible mayor número de alteraciones que jugadores que entrenan menos días.

## **5.3. PERIODO DE ESTUDIO**

El estudio se llevará a cabo en la temporada 2020-2021. Se ha escogido el mes de junio para realizar las mediciones porque ya habrá finalizado la temporada competitiva y esto determinará que los jugadores tendrán la posibilidad de no entrenar los dos días anteriores a las pruebas, por lo que la fatiga no alterará las mediciones.

## **5.4. TIPO DE ESTUDIO**

Esta investigación se plantea como un proyecto de estudio descriptivo transversal que sirve para correlacionar diferentes variables con la puntuación del cuestionario FAST en jugadores de voleibol.

La naturaleza transversal del estudio describe que se realizará en un momento dado en el tiempo por lo que no se podrá demostrar la causa-efecto de las variables a estudiar, pero sí poder correlacionarlas entre sí.

## **5.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **Criterios de inclusión**

- Se escogerán sujetos que hayan competido en la temporada 2020-2021 en la categoría de Superliga 2 de voleibol.
- La edad estará comprendida entre 18-30 años
- Sexo masculino.
- Presenta la ficha federativa correspondiente a la temporada 2020-2021.
- Aceptación para participar y cumplimentación de consentimiento informado.

### **Criterios de exclusión**

- Se excluirán sujetos que realicen otras disciplinas deportivas.

- Sujetos que fueran sometidos a cirugía en miembros superiores, complejo articular del hombro o región cervical.
- Sujetos que hayan presentado traumatismos graves en las regiones citadas en el punto anterior.
- Presentar dolor lumbar que le haya obligado a interrumpir la práctica en los últimos 6 meses.
- Padecer algún tipo de enfermedad que afecte al sistema neuro-musculo-esquelético.
- Estar tomando algún tipo de medicamento analgésico.

## **5.6. JUSTIFICACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL**

El programa utilizado para calcular el tamaño de la muestra ha sido el EPIDAT 4.2. La principal variable de interés del estudio es el déficit de ROMRTG del hombro dominante con respecto al contralateral y es en base a ella sobre la que se realiza la justificación del tamaño muestral para una confianza del 95%, una potencia estadística del 90% y deseando detectar una correlación de al menos 0,7 puntos para una hipótesis bilateral. Los resultados en el programa estadístico para estos valores determinan un total de 68 participantes.

## **5.7. SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

Para la selección de la muestra, en un primer momento se contactará con los entrenadores de los diferentes clubs de voleibol de la región gallega que correspondan a la categoría de Superliga 2 correspondiente al Grupo A. Se les explicará las condiciones, objetivos y beneficios del estudio para que posteriormente se los trasmitan a sus jugadores por comunicación verbal y escrita (12.8. Hoja de información al paciente ).

Facilitaríamos nuestro correo electrónico tanto a los entrenadores como a los jugadores para la resolución de cualquier duda que se pudiera plantear. Posteriormente a conocer qué jugadores estarían interesados a formar parte del estudio, se nos facilitaría su contacto por parte de los entrenadores para enviarles los criterios para participar en el mismo (Tabla 2: Criterios de selección) que se presenta a continuación, por la vía de correo electrónico con su debida explicación. Si los jugadores presentarán alguna duda en el momento de rellenar la tabla, tendrán la opción de contactar vía telefónica con el investigador para que sean resueltas.

Posteriormente; a los sujetos que cumplen con los criterios de selección, se les enviará la Hoja de consentimiento informado (apartado 12.9) para confirmar su asistencia en el estudio.

## CRITERIOS PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO

Tabla 2: Criterios de selección

<b>CRITERIOS DE INCLUSIÓN</b>	
<b>PREGUNTAS</b>	<b>RESPONDE (SI/NO)</b>
1. Ha competido en la temporada 2020/2021 en la categoría de Superliga 2 de voleibol?	
2. Su edad se encuentra comprendida entre 18-30 años?	
3. Se encuentra federado como jugador de voleibol actualmente?	
4. Es de sexo masculino?	
<b>CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</b>	
<b>PREGUNTAS</b>	<b>RESPONDE (SI/NO)</b>
5. Realiza otra disciplina deportiva de forma habitual ?	
6. Ha sido sometido a cirugía en miembros superiores, complejo articular del hombro o región cervical?	
7. Ha presentado algún traumatismo de gravedad en las regiones citadas en la pregunta 6?	
8. Padece algún tipo de enfermedad que afecte al sistema neuro-musculo-esquelético?	
9. Toma algún tipo de medicamento analgésico de forma habitual?	
10. Ha resentado dolor lumbar que le haya obligado a interrumpir la practica en los últimos 6 meses?	

## INFORMACIÓN ADICIONAL

- Pregunta 5: se entiende como habitual aquella disciplina que se practique cada semana de forma consecutiva
- Pregunta 7: se entiende por traumatismo de gravedad aquel que vaya asociado a fractura o interrumpa la práctica deportiva por más de 3 meses.
- Pregunta 9: al igual que en la pregunta 5 se entenderá como habitual, aquel medicamento que se ingiera cada semana de forma consecutiva”

Una vez finalizada la temporada los sujetos deberán de rellenar de nuevo la Tabla 2 para cerciorarnos de que no se han alterado las respuestas por imprevistos ocurridos durante la temporada y evitar así posibles sesgos.

Si los jugadores confirmados fueran insuficientes, ampliaríamos la búsqueda a otras comunidades autónomas realizando el mismo proceso. El total de jugadores que deben cumplir los criterios para participar en el estudio es de ochenta (doce más, que el número total de sujetos que necesitamos). Esto se hace de esta forma, porque alguno de ellos podría tener una incidencia durante la temporada y que en el momento de reenviar la Tabla 2 en mayo, no hubiera cumplido con los criterios de participación, faltándonos sujetos para completar la muestra.

### 5.8. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES A ESTUDIAR

A continuación, en la Tabla 3 se muestran las variables de estudio, divididas según su naturaleza en descriptivas o dependientes.

Dentro de las variables descriptivas se presentan:

- Variables cuantitativas: se pueden dividir en discretas o continuas.
- Variables cualitativas: se pueden dividir en dicotómicas y politómicas.

Dentro de las variables dependientes presentamos:

- Variables cuantitativas continuas: son la mayoría.
- Variables cuantitativas discretas: solo presenta una (la puntuación del cuestionario EVBRV).

Tabla 3: Variables de estudio

VARIABLES DESCRIPTIVAS		VARIABLES DEPENDIENTES	
●	Edad actual (años)	●	5.9.1. Puntuación del cuestionario FAST (0-100)
●	Edad de comienzo (años)	●	5.9.2.1. Distancia Y-BALANCE TEST medial (cm)
●	Años jugando (años)	●	5.9.2.2. Distancia Y-BALANCE TEST superolateral (cm)
●	Peso (kg)	●	5.9.2.3. Distancia Y-BALANCE TEST inferolateral (cm)
●	Altura (cm)	●	5.9.3.1. ROM de rotación interna glenohumeral a 90 grados de ABD (grados)
●	Longitud de la extremidad superior (cm)	●	5.9.3.2. ROM de rotación externa glenohumeral a 90 grados de ABD (grados)
●	Dominancia de brazo atacante (Diestro / Zurdo)	●	5.9.4.1. Fuerza de rotación interna glenohumeral (kg)
●	Historia previa de lesión de hombro (SI / NO)	●	5.9.4.2. Fuerza de rotación externa glenohumeral (kg)
●	Historia previa de lesión en otra articulación (SI / NO)	●	5.9.4.3. Fuerza en abducción de 90 grados (kg)
●	Estilo de técnica utilizada (TT / TA)	●	5.9.5. Puntuación de la EVBRV (0-5)
●	Posición de juego (Atacante / Colocador / Libero)		

● Cuantitativa discreta   
 ● Cuantitativa continua   
 ● Cualitativa dicotómica   
 ● Cuantitativa politómica

## 5.9 MEDICIONES

Para la realización de las mediciones estableceremos un horario de actuación correspondiente al mes de junio de 2020. Se desarrollará a principios del mes de mayo. A cada equipo se le asignará una semana. Dentro de esta semana, se le otorgará un día y una hora concreta a cada jugador, acordada según su disponibilidad.

En el momento de acordar el horario se les enviará la Tabla 4 a los jugadores. Deberán de traerla rellena antes de la realización de la prueba, a excepción del número de sujeto, que se completará por los correspondientes evaluadores. Además de esta tabla, se les enviará la tabla 2 de nuevo para ser rellena y reenviada con la mayor brevedad de tiempo posible. Si hubiera habido alguna incidencia durante la temporada que no permitiera al sujeto participar en el estudio no habría problema, puesto que habrá 12 sujetos a mayores.

Los participantes serán avisados previamente de que no deberán de realizar actividad física los dos días previos a la prueba, para evitar la fatiga y que todos se encuentren en las mismas condiciones.

Tabla 4: Datos personales

<b>DATOS PERSONALES</b>	<b>Respuestas</b>
<b>NÚMERO DE SUJETO</b>	
Equipo al que pertenece:	
Nombre y apellidos:	
Edad (años):	
Peso (kg):	
Altura (cm):	
Edad de comienzo (años):	
Años jugando:	
Posición de juego (atacante, colocador / libero):	
Historia previa de lesión de hombro (si / no):	
Historia previa de lesión en otra articulación (si / no):	
Dominancia de brazo atacante (Diestro / Zurdo):	

El día de las mediciones se copiarán los datos de la Tabla 2 en la tabla de resultados (12.12. TABLA DE RESULTADOS).

La primera variable evaluada será el cuestionario FAST. El fisioterapeuta explicará de forma detallada cada pregunta al jugador. La explicación siempre será la misma y de la misma forma, para que todos los sujetos contesten de forma equitativa.

Las mediciones posteriores serán tomadas conjuntamente por 2 fisioterapeutas. De esta forma se garantizará la coherencia de las mismas. Los fisioterapeutas conocerán el proceso para medir cada variable de forma detallada. Seguirán una secuencia determinada y serán rigurosos en los errores técnicos que se pudieran cometer.

Una vez rellenado el cuestionario FAST, se comenzarán a medir las demás variables estudiadas.

Todos los sujetos realizarán las pruebas en el mismo orden, que coincidirá con la secuencia que se expone a continuación.

#### 5.9.1. Puntuación en el cuestionario FAST

Previamente los sujetos de estudio completarán el cuestionario The functional arm scale for throwers (FAST). Altas puntuaciones en el test se asocian a mayor disfunción. El FAST consta de 22 preguntas relacionadas con las actividades de la vida diaria, el gesto deportivo, el impacto psicológico y el rendimiento. Para cada pregunta existen 5 opciones de respuesta (43).

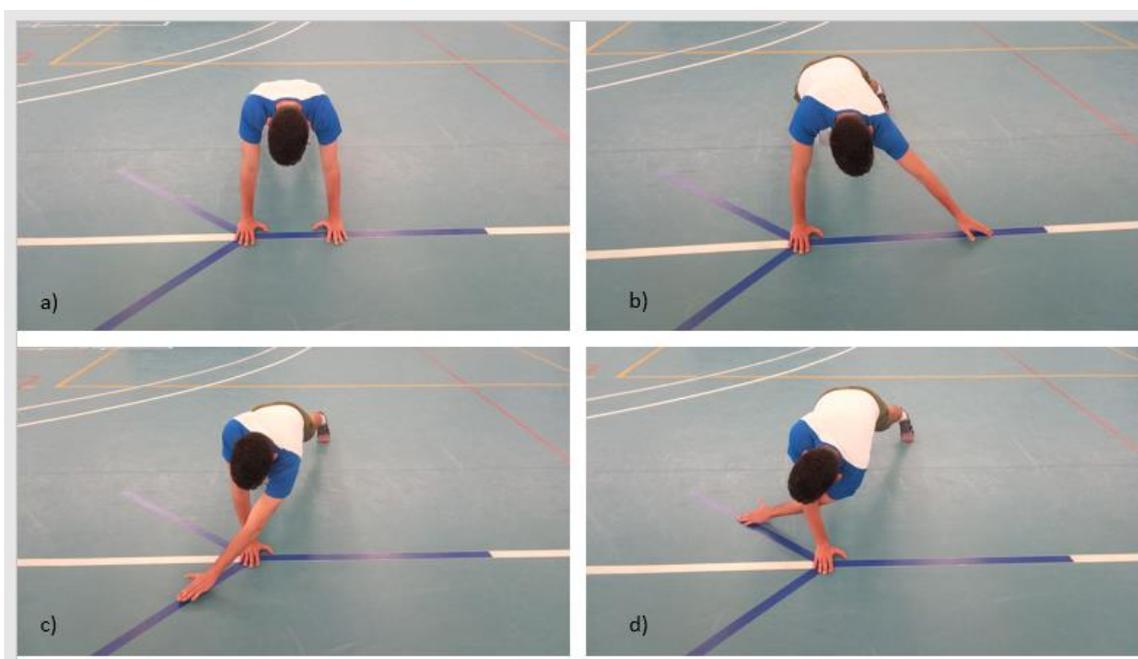
La fórmula para calcular la puntuación total del cuestionario es la siguiente:  $(\text{suma de } n \text{ respuestas} / n) - 1) \times 25$ . Esta transformación hará que la puntuación sea más fácil de comparar con otras medidas que usan una escala de 0-100.

(Cuestionario FAST en español, pág. 69)

La puntuación del cuestionario FAST ha demostrado una excelente confiabilidad test-retest (ICC, 0.91-0.98).(44)

### 5.9.2. Y Balance Test para miembros superiores

*Ilustración 8: Y Balance test para miembros superiores.*



*(a) Posición inicial, b) Dirección medial, c) Dirección superolateral, d) Dirección inferolateral*

El UQYBT se realiza para evaluar el equilibrio y la estabilidad dinámica del tren superior. Antes de la prueba se mide la longitud de la extremidad superior con una abducción del hombro de 90 ° desde el proceso espinoso de C7 hasta la punta del dedo medio. Los sujetos se situarán en bipedestación con ambos pies juntos (Butler et al., 2014).

Para marcar las tres direcciones de la prueba del UQYBT, primero se coloca una línea para la dirección medial con cinta adhesiva. Luego se marcan otras dos direcciones (superolateral e inferolateral) a 135 ° de la línea medial (Cramer et al., 2017).

Primero los participantes colocan la mano dominante en el centro de una cuadrícula (unión de las tres partes, incluyendo medial, superolateral e inferolateral). Para la

posición de inicio (Ilustración 8 - A), los participantes deben de estar en una posición de flexión con la tercera articulación metacarpofalángica de la mano de apoyo colocada en el centro de la cuadrícula. Ambos pies deberán de encontrarse separados al ancho de los hombros (Butler et al. al., 2014). Los jugadores deberán de alcanzar y tocar ligeramente el punto más alejado de cada dirección secuencialmente con la mano libre (no dominante) y de forma ordenada. Primero se medirá la distancia en dirección medial (Ilustración 8-B), luego superolateral (Ilustración 8-C) y por último inferolateral (Ilustración 8-D).

Después de una demostración y tres ensayos, los participantes descansan tres minutos y realizan la prueba definitiva (Cramer et al., 2017 Westrick et al., 2012). Cada punto alcanzado se marca con un lápiz y se calcula la distancia promedio (cm) en cada dirección. Se proporcionan quince segundos de descanso entre cada prueba registrada. Si los participantes no pueden mantener la posición de plancha en tres apoyos (una mano y dos pies) y tocan el suelo con las manos libres para soportar la carga de peso, el ensayo se repite (Cramer et al., 2017).

La distancia de alcance promedio en cada dirección se normaliza a la longitud del miembro superior utilizando la siguiente fórmula; distancia de alcance promedio / longitud de la extremidad superior x 100 (Butler et al., 2014).(45)

Este protocolo ha demostrado una excelente correlación tanto intra como interobservador con un coeficiente intraobservador de 0,96 y un coeficiente de correlación intraclase superior a 0,98 interobservadores.(46)

### 5.9.3. Mediciones del ROM glenohumeral

Para la ROM glenohumeral se ha utilizado el inclinómetro digital individual ACUMAR, que ha reportado excelente confiabilidad intraobservador con un coeficiente de correlación intraclase ( $\geq 0.95$ ).(47) Se calibrará en relación a la camilla antes de comenzar las mediciones por si existiera algún tipo de desnivel.

ROM de rotación interna y externa glenohumeral: Los participantes son colocados en decúbito supino y sus hombros posicionados a 90 ° de abducción en el plano frontal. Para las mediciones de la RIG y REG se utiliza un pequeño rollo de toalla para mantener la posición del húmero. El inclinómetro se monta en una barra que se debe de alinear desde el olécranon hasta la apófisis estiloides cubital. El examinador palpa el proceso coracoideo con el pulgar y la espina de la escápula con los dedos para controlar el movimiento escapular. El inclinómetro se estabiliza en el antebrazo del jugador y el

hombro se mueve pasivamente hasta el final de ROM en RI (Ilustración 9) y RE (Ilustración 10). El movimiento escapular se controla mediante la palpación del proceso coracoideo y la inspección visual, sin utilizar sobrepresión pasiva. La media de 2 ensayos se utiliza para el análisis de datos.(48)

*Ilustración 9: Medición de la rotación interna glenohumeral utilizando un inclinómetro.*



*Ilustración 10: Medición de la rotación externa glenohumeral utilizando un inclinómetro.*



Para calcular el ROMRTG se sumarán los grados de RIG más la REG. Una vez calculados en ambos hombros se restará el ROMRTG del brazo no dominante con el contralateral. El resultado será conocido como el déficit de ROMRTG del brazo atacante.

#### 5.9.4. Fuerza de la musculatura

Para evaluar la fuerza muscular se utiliza un dinamómetro de mano (HHD). El dinamómetro utilizado es el MicroFET2 que muestra una reproductividad excelente según la literatura tanto intraobservador como interobservador, con un coeficiente intraclass superior a 0,90. (49,50)

La fuerza de los rotadores internos y externos se evalúa con el jugador en decúbito supino, el hombro en posición neutra y el codo flexionado a 90 °. Se ha sugerido realizar rotación externa en posición neutra para provocar una alta actividad en el infraespinoso.

El examinador estabiliza manualmente la parte superior del brazo al lado del jugador con 0 ° de rotación. Luego se coloca el HHD en la cara dorsal (RE) o ventral (RI) del antebrazo, 5 cm proximal al pliegue de la muñeca. Se le pide al participante que realice RE y RI contra la resistencia (Ilustración 11 e Ilustración 12). Para la fuerza del supraespinoso, el participante se detiene con el hombro elevado a 90 ° en el plano escapular y en máxima RI. Se proporciona resistencia contra una mayor elevación, colocando el HHD a 5 cm de la apófisis estiloides del cúbito en sentido proximal (Ilustración 13). Todos los participantes deben de realizar la prueba muscular manual en el mismo orden: RE, RI y fuerza del supraespinoso. El brazo no dominante es al primero al que le realizamos la medición. Se realizan dos repeticiones mantenidas 5 segundos en el tiempo y se promedian para un análisis posterior. (48)

*Ilustración 11:: Medición de la fuerza muscular isométrica de los rotadores externos utilizando un dinamómetro de mano.*



*Ilustración 12: Medición de la fuerza muscular isométrica de los rotadores internos utilizando un dinamómetro de mano.*



*Ilustración 13: Medición de la fuerza muscular isométrica del supraespinoso usando un dinamómetro de mano.*



Para el cálculo del ratio RE:RI se dividirá el resultado de la fuerza de RE entre la fuerza de RI y se multiplicará por 100 el resultado obtenido. De esta forma el resultado se obtendrá en forma de porcentaje.

Tanto el protocolo de medición de ROM como de fuerza han demostrado un coeficiente de relación intraclase de entre 0,93 y 0,99, mostrando una excelente fiabilidad, independientemente del examinador.(51)

#### 5.9.5. Evaluación de la cadena cinética de remate

El ojo humano es capaz de procesar imágenes a una velocidad de solo 32 FPS. Para evaluar un remate a alta velocidad esto es insuficiente. El análisis de video 2D es una herramienta eficaz para paliar este defecto. Las cámaras de vídeo de última generación pueden realizar las capturas a 240 fps. Esto será suficiente para analizar el video con la máxima objetividad posible. (52)

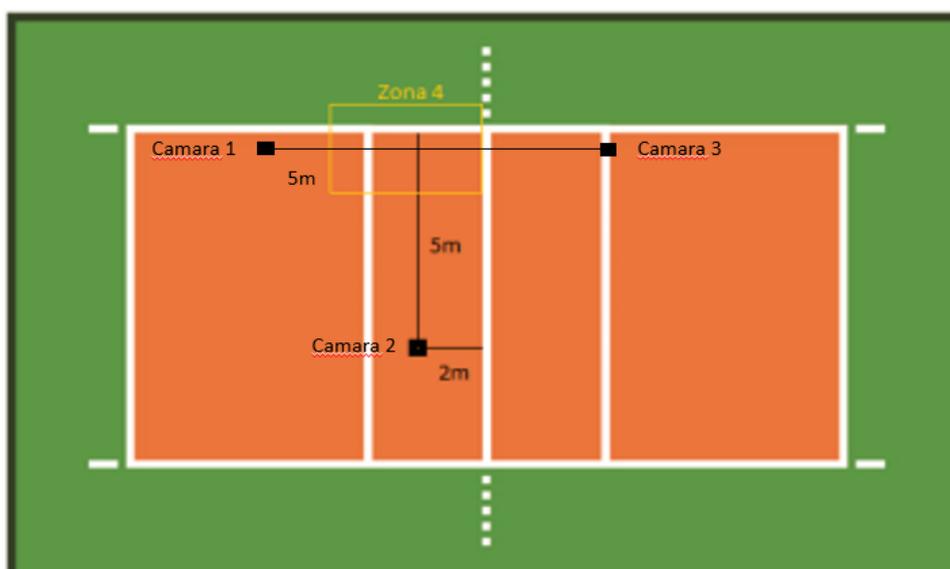
El protocolo de análisis de video se detalla a continuación. Este protocolo fue adaptado de jugadores de béisbol para jugadores de voleibol.(53)

Se utilizan 3 cámaras de video con velocidades de 240 fps. Las cámaras se colocan en 3 trípodes. Se realizará la descripción para el remate por la zona cuatro. La cámara 1 es situada posteriormente al jugador a 5 m de la red en dirección perpendicular y a una

distancia de 0,4 m de la línea lateral hacia dentro del campo. La cámara 2 es situada a 5 m de la línea lateral del campo paralela a la red y en un punto medio entre la línea de zaguero y la línea de la red. Por último, la cámara 3 se colocará encima de la línea de zaguero del campo contrario alineada con la cámara 1.

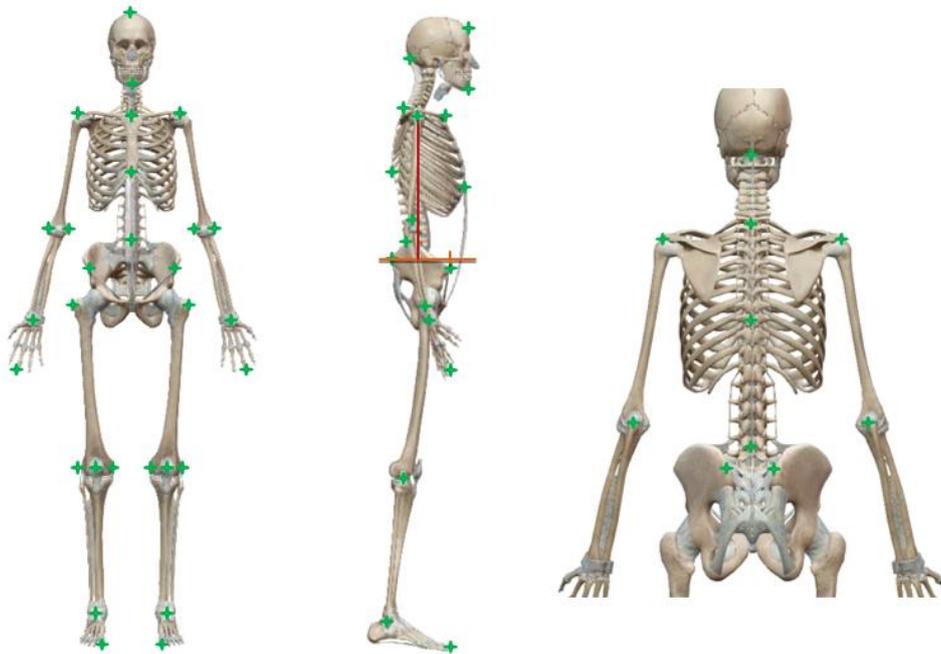
En la Ilustración 14 se detallan la posición de las cámaras en un remate por la zona cuatro. Si el remate es por la zona 2 se colocarán siguiendo el mismo procedimiento, pero con las referencias en el lado opuesto.

*Ilustración 14: Esquema de la posición de los trípodes en la pista de voleibol.*



Para facilitar la visualización en el posterior análisis de video se colocarán unas pegatinas al jugador en las posiciones señaladas en la Ilustración 15. El análisis de video se realizará con el programa KINOVEA cuando se hayan capturado los videos correspondientes.

Ilustración 15: Colocación de los marcadores.



*PLANO FRONTAL (VISTA ANTERIOR: Falange distal del dedo pulgar, punto medio entre ambos maléolos , punto medio entre ambos epicóndilos de la rodilla, EIAS, ombligo, apófisis xifoides, borde superior del esternón, mentón, ápex, punto medio de la estiloides cubital y radial, epicóndilo medial del codo, falange distal del 3er dedo/ VISTA POSTERIOR: EIPS, L4, punto medio entre D1 y L4, apófisis olecraniana y C1) / VISTA LATERAL: Maléolo peroneal, epicóndilo lateral del fémur, estiloides radial, epicóndilo lateral, línea axilar y borde lateral del acromion.*

A continuación, cada jugador realiza su calentamiento habitual. Cuando considere que está en condiciones de empezar la ronda de remates nos lo comunica.

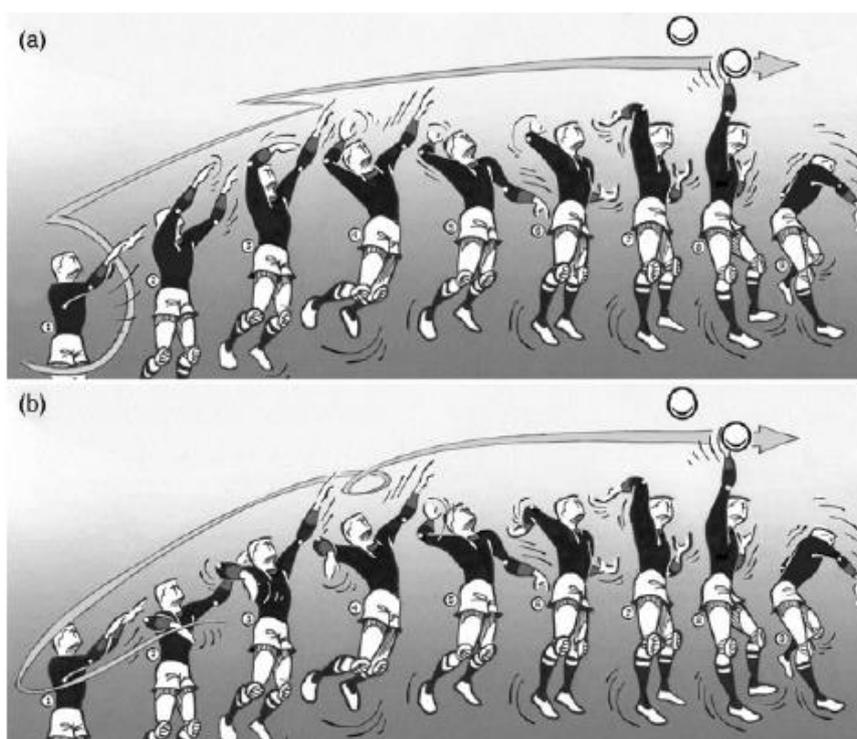
Se realizan 4 ataques con un descanso de 1 minuto entre ambos para mitigar la fatiga. Si rematan por la zona cuatro dirigirán el balón a la zona 1 y si rematan por la zona 2 dirigirán el balón a la zona 5. Se darán las instrucciones de que intenten realizar su mejor remate. Tratarán de golpear la bola con la máxima fuerza posible a la zona señalada. Los jugadores diestros rematarán desde zona 4 y los jugadores zurdos rematarán desde la zona 2 con un pase de balón lento y con la altura suficiente para que el jugador le sobre tiempo para prepararse. La colocación será efectuada por el colocador del equipo. Habrá dos observadores que escogerán el mejor remate en consenso con el jugador.

- **Discriminación del tipo de técnica utilizada**

Se observa el video a cámara lenta para discriminar el tipo de técnica que realiza el jugador. La TT se caracteriza por una fase del remate en la que el hombro dominante se flexiona en el plano sagital (flexión del hombro: figuras 1-2 en la Ilustración 16-a) y

durante la fase de vuelo se sigue flexionando hasta sobrepasar los 90 grados. En la TT se alcanza la flexión completa (figuras 3–4 de la Ilustración 16-a). En contraste, cuando se realiza la TA, la primera fase comienza con una semi-circunferencia del hombro dominante (figuras 1-2 en la Ilustración 16-b). Durante la fase de vuelo, el hombro dominante no alcanza la flexión completa, sino que se detiene aproximadamente a 90 grados al alcanzar la máxima abducción horizontal (figuras 3–4 en la Ilustración 16-b) (25)

Ilustración 16: Técnica tradicional vs alternativa.



a) Técnica tradicional. b) Técnica alternativa, también llamada "Backswing style".

Tomado de (25)

A continuación, se realizará un análisis de los cuatro remates y se rellenará el cuestionario de Evaluación Biomecánica del remate de voleibol (12.11. Cuestionario EVBRV) que ha sido adaptado a los jugadores de voleibol.

Para el desarrollo de este cuestionario se ha tenido en cuenta el cuestionario Assessment of Biomechanical Efficiency System (12.7. Cuestionario ACES) y las referencias citadas en el apartado de descripción del gesto de remate. (3.3.2.6.1. DESCRIPCIÓN DEL GESTO DE REMATE)

Con el cuestionario EVBRV evaluaremos diferentes ítems en cada una de las fases del gesto de remate. Cada ítem se califica como 0 (sin error) y 1 (error). Una vez analizados los vídeos y marcadas las casillas correspondientes se suman los ítems. Una puntuación alta se asocia a mayor estrés y/o mayor riesgo de lesión en el hombro.

Este protocolo se cita que ha demostrado una confiabilidad aceptable intraevaluadores e interevaluadores.(53) En cambio, en otros estudios diferentes al citado anteriormente muestran resultados dispares en la fiabilidad de medición de algunas de las variables con respecto al Gold estándar (análisis 3D). (54,55). Se debe tener en cuenta que la cámara utilizada en estos análisis era de peor calidad que la utilizada en nuestro estudio. Aunque esto sea así, en este trabajo se ha sido precavido y se ha reducido el cuestionario a los ítems que han presentado una mayor fiabilidad evaluada con el uso del coeficiente Kappa.

Estos ítems seleccionados son cinco, y se distinguen del resto porque presentan una estrella amarilla a la izquierda en el cuestionario. De esta forma, la máxima puntuación que se obtendrá será de 5 puntos. Por otro lado, los ítems seleccionados son el resultado de las acciones producidas en las fases anteriores, por ejemplo: A mayor flexión de tronco en la fase de golpeo se producirá una mayor flexión en el hombro. La flexión de hombro es la que presenta relevancia en el riesgo lesional, pero la causa de esta será la flexión de tronco. Esto lo deben de tener en cuenta los entrenadores para corregir fallos técnicos que puedan reducir la incidencia lesional.

En el apartado 12.11.1. INFORMACIÓN ADICIONAL se proporcionan ejemplos de ilustraciones que ayudarán a la comprensión de la realización del análisis de vídeo.

Todas las mediciones tomadas serán recogidas en la tabla de resultados (12.12. TABLA DE RESULTADOS).

## **5.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS**

Inicialmente se realizará un análisis descriptivo de las variables incluidas en el estudio incluyendo los resultados recogidos en la tabla de resultados (12.12. TABLA DE RESULTADOS).

De las variables cualitativas se calcularán sus valores absolutos y porcentajes. De las variables cuantitativas se describirán su media, mediana, desviación típica, valores máximos y mínimos y cuartiles.

Para la comparación de la posición de juego con las distintas variables cuantitativas se realizará un análisis de la varianza (ANOVA).

Para la comparación de dos medias se calculará una T de Student.

Para determinar la correlación de la puntuación del cuestionario FAST con el déficit de ROMRTG se calculará el coeficiente Rho de Spearman. En el caso de que exista una correlación estadísticamente significativa se procederá a la realización de una regresión lineal simple al objeto de calcular una recta de regresión que nos permita predecir el déficit de rango articular correspondiente a cada valor de la puntuación del cuestionario FAST.

Finalmente, para determinar que variables de las analizadas pueden jugar un factor de confusión en la relación del déficit de ROMRTG con el cuestionario FAST se realizará un análisis multivariante de regresión múltiple en el que como variable dependiente se tomará el déficit de ROMRTG y como variables independientes todas aquellas variables que en el análisis univariante hayan mostrado una relación estadísticamente significativa con el déficit de ROMRTG.

## **5.11. LIMITACIONES DEL ESTUDIO**

A continuación, se detallarán los posibles sesgos y las medidas llevadas a cabo para reducirlos.

### 5.11. 1. Sesgos de selección

Los sesgos de selección se describen como los derivados de la obtención de los sujetos de la muestra. Para reducirlos se realizará el mismo proceso para la invitación al estudio a todos por igual. Se incluirá el aviso a los entrenadores con meses de antelación para que tengan la oportunidad de trasladar la información tanto de forma verbal como escrita con el tiempo suficiente. Una vez informados los entrenadores, se nos proporcionará el contacto de los jugadores interesados para enviarles la información por vía correo electrónico con los criterios para participar en el estudio (Tabla 2). Además de esto, realizaremos una llamada telefónica a cada uno para cerciorarnos de que la hayan recibido. Posteriormente, a los sujetos que cumplen con los criterios de selección se les enviará la hoja de consentimiento informado (12.9. Consentimiento informado) y se les contestará a cualquier duda que presenten sobre el desarrollo del estudio.

Se tiene en cuenta que no se presentarán pérdidas de seguimiento por la naturaleza transversal del estudio.

### 5.11.2. Sesgos de información

Los sesgos de información se describen como los derivados de la forma en la que son obtenidos los datos durante el estudio. Para reducirlos, el cuestionario FAST será explicado de la misma forma a cada sujeto de forma individual. Las mediciones se realizarán conjuntamente por dos fisioterapeutas con el debido conocimiento del proceso de evaluación. En el caso del UQYBT uno de los evaluadores observará los errores técnicos que pueda presentar el sujeto mientras el otro evaluador marca la distancia. En las mediciones de rango articular y fuerza, se realizarán dos mediciones y se obtendrá la media de los resultados obtenidos. Al igual que en el caso anterior, cada evaluador realizará una de las mediciones mientras el otro analiza los errores técnicos.

Para la evaluación de la cadena cinética, los dos evaluadores realizarán el análisis de video de forma conjunta. Uno de ellos tendrá como requisito ser fisioterapeuta, entrenador de nivel 2 de voleibol y técnico superior de actividades físico-deportivas. Esto le otorga experiencia en encontrar errores técnicos en el gesto de remate y una mayor capacidad para discriminar el tipo de técnica utilizada.

Por otro lado, el material utilizado para las mediciones es de muy buena calidad. Las cámaras de video tendrán la capacidad de realizar capturas a 240 fps en full HD y tanto el dinamómetro como el inclinómetro estarán validados. Esto mejorará la precisión de los datos obtenidos.

### 5.11.3. Sesgos de confusión

Los sesgos de confusión se describen como las variables que no se tienen en cuenta en los estudios y que pueden alterar el análisis estadístico. Esto se minimizará con el uso de la tabla de datos personales (Tabla 4: Datos personales), en la que se citan variables como la edad actual, la edad de comienzo, los años jugando, la posición de juego, lesiones previas y la posición que ocupa como jugador. La evidencia científica muestra que estas variables pueden aumentar el riesgo de lesión y/o disfunción. Esto se ha tenido en cuenta en el análisis estadístico y se minimizarán los sesgos mediante un análisis multivariante.

## 6. CRONOGRAMA Y PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo se detalla en la Tabla 5. Se llevará a cabo entre los meses de febrero y agosto del año 2021.

Tabla 5: Cronograma

CONTENIDO	2	3	4	5	6	7	8
Búsqueda de información	■	■					
Elaboración introducción, material, métodos y anexos	■	■	■	■			
Búsqueda participantes y consecución de autorizaciones		■	■	■			
Realización investigación práctica					■		
Análisis estadístico y elaboración de resultados y forma de difundirlos.						■	
Revisión y finalización del artículo.						■	
Difusión de los resultados							■

## 7. ASPECTOS ÉTICO-LEGALES

Se solicitará la correspondiente autorización al Comité ético de la Universidad de A Coruña (CE-UDC) en el momento en el que se apruebe este proyecto.

La confidencialidad de la información será garantizada según lo establecido en la ley Orgánica 3 / 2018, de 5 de diciembre de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales.

A los sujetos que formen parte del estudio se les entregará y explicará una “Hoja de información al paciente” (12.8. Hoja de información al paciente) y se solicitará la firma de un “Modelo de consentimiento informado”. El paciente deberá de aceptar colaborar y permitir el uso de sus datos para participar en el estudio.

## 8. APLICABILIDAD DEL ESTUDIO

El presente proyecto está enfocado a ampliar los conocimientos sobre los factores modificables que pueden generar o estar presentes en la disfunción de hombro en jugadores de voleibol. La forma de alcanzar este fin es mediante un análisis estadístico que relacionará las variables del estudio con el cuestionario FAST.

Esto nos puede llevar posteriormente a una aplicación clínica con el fin de:

- Realizar programas de prevención con el fin de modificar las variables que se relacionan con mayor disfunción.
- Mejorar la enseñanza de la técnica de remate en voleibol con el fin de disminuir el riesgo lesional.
- Conocer que puntos pueden ser más relevantes en la valoración de jugadores de voleibol con un hombro disfuncional.

Otras aplicaciones:

- Servir de guía para la realización de estudios en atletas que realizan gestos por encima de la cabeza como tenistas, jugadores de pádel, bádminton, etc.

## 9. PLAN DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras llevar a cabo el estudio se pretenden divulgar mediante revistas científicas de ámbito nacional e internacional y por medio de congresos y jornadas científicas relacionadas con la fisioterapia y el deporte.

9.1. Revistas:

- British Journal of Sports Medicine
- American Journal of Sports Medicine
- Medicine and Science in Sports and Exercise
- Physical Therapy in Sport
- Sports medicine

## 9.2. Congresos:

- Congreso Nacional de Fisioterapia de la AEF
- Congreso Internacional de Fisioterapia y deporte
- Congreso Nacional de Fisioterapia y deporte
- Congreso Nacional de Estudiantes de Fisioterapia de A Coruña.

# 11. MEMORIA ECONÓMICA

## 10.1. RECURSOS NECESARIOS

### 10.1.1. Infraestructura

El estudio se llevará a cabo en los pabellones deportivos en los que entrenan los diferentes equipos de voleibol elegidos. Esto no tendrá ningún coste.

### 10.1.2. Recursos humanos

Se necesitan:

Dos fisioterapeutas: uno de ellos será nivel 2 de entrenador de voleibol y técnico superior de actividades físico-deportivas.

Un matemático: realizará el análisis estadístico y la interpretación de los datos obtenidos.

### 10.1.3. Material fungible e inventariable

Se precisará material fungible de oficina (papel, bolígrafos, fotocopia, etc.) y material fungible clínico (cinta aislante, papel para camillas, pegatinas para los marcadores etc.).

El material inventariable constará del equipamiento técnico necesario para realizar el estudio, como el dinamómetro de mano, el inclinómetro, las cámaras de video, el ordenador, la cinta métrica, los trípodes ...etc.

## 10.2. DISTRIBUCIÓN DE PRESUPUESTO

Tabla 6: Presupuesto

PRESUPUESTO DEL ESTUDIO	COSTE	
	Parcial	Total
<b>RECURSOS HUMANOS</b>		
2 Fisioterapeutas (voluntarios)	0 € / mes	0 €
1 Matemático	1300 € /mes	1300 €
<b>SUBTOTAL</b>		1300 €
<b>RECURSOS MATERIALES</b>		
Material Fungible de oficina		
Paquete de 500 folios	9, 90 € / unid	9, 90 €
1 Caja de Bolígrafos (Bic 50 unidades)	10, 06 € / unid	10, 06 €
Grapas (Caja de 5000 grapas)	2,02 € / unid	2,02 €
Cartuchos tinta impresora (OfficeWorld)	10,69 € / unid	10,69 €
Lápices (Caja de Lápices de grafito HB - 12 uds)	3,99 € / unid	3,99 €
Gomas de borrar (Milán 430 - Caja de 30)	5,88 €/ unid	5,88 €
Material fungible clínico		
10 paquetes de pegatinas (2,5cm Gomets Colores)	8,99 € x unid	8,99 €
Cinta aislante	9,49 € x unid	9,49 €
Caja de 6 rollos de papel para camilla	29,80 € x unid	29,80 €
<b>MATERIAL INVENTARIABLE</b>		
1 Ordenador portátil (ASUS ZenBook)	699,99 € x unid	699,99 €
1 Impresora (HP 3639 DeskJet)	59,90 € x unid	59,90 €
1 Pen drive (SanDisk Ultra Flair)	10,49 € x unid	10,49 €
1 Inclinómetro (Inclinómetro digital ACUMAR)	425 € x unid	425 €

1 Dinamómetro (Dinamómetro de Evaluación Músculo Esquelética MicroFET2)	2.218,35 € x unid	2.218,35 €
3 Cámaras de vídeo (GoPro HERO8 Black)	349 € x unid	1047 €
3 trípodes (TT 150)	53,81 € x unid	161,43 €
1 Cinta métrica	5,59 € x unid	5,59 €
SUBTOTAL		4627,75 €
<b>OTROS GASTOS</b>		
Traducción del artículo	-	500 €
Pago a revistas Open Access	-	1800 €
Inscripción y asistencia a Congresos	1000 € x congreso	3000 €
SUBTOTAL		5300 €
<b>TOTAL</b>		<b>11227,75 €</b>

### 10.3. POSIBLES FUENTES DE FINANCIACIÓN

Se solicitará financiación presentando el proyecto a organismos públicos como privados, entre los que se encuentran:

- Federación Española de Voleibol
- Federación Gallega de Voleibol
- Universidad de A Coruña
- Facultad de Fisioterapia de A Coruña
- Xunta de Galicia
- Colexio de Fisioterapeutas de Galicia
- Fundación Amancio Ortega
- Fundación Abanca.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wilk KE, Obma P, Simpson CD, Cain EL, Dugas J, Andrews JR. Shoulder injuries in the overhead athlete. Vol. 39, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. Movement Science Media; 2009. p. 38–54.
2. Asker M, Brooke HL, Waldén M, Tranaeus U, Johansson F, Skillgate E, et al. Risk factors for, and prevention of, shoulder injuries in overhead sports: A systematic review with best-evidence synthesis. *British Journal of Sports Medicine* [Internet]. 2018 Oct 1 [cited 2020 Apr 6];52(20):1312–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29581141>
3. Escamilla RF, Andrews JR. Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. Vol. 39, *Sports Medicine*. 2009. p. 569–90.
4. Kilic O, Maas M, Verhagen E, Zwerver J, Gouttebarga V. Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature [Internet]. Vol. 17, *European Journal of Sport Science*. Taylor and Francis Ltd.; 2017 [cited 2020 Mar 28]. p. 765–93. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17461391.2017.1306114>
5. Challoumas D, Stavrou A, Dimitrakakis G. The volleyball athlete's shoulder: biomechanical adaptations and injury associations. *Sports Biomechanics* [Internet]. 2017 Apr 3 [cited 2020 Apr 7];16(2):220–37. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/14763141.2016.1222629>
6. Kilic O, Maas M, Verhagen E, Zwerver J, Gouttebarga V. Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature. *European Journal of Sport Science* [Internet]. 2017 Jul 3 [cited 2020 Mar 6];17(6):765–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28391750>
7. Harput G, Guney H, Toprak U, Kaya T, Colakoglu FF, Baltaci G. Shoulder-rotator strength, range of motion, and acromiohumeral distance in asymptomatic adolescent volleyball attackers. *Journal of Athletic Training* [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2020 Apr 7];51(9):733–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27813683>
8. Cieminski CJ, Klaers H, Kelly SM, Stelzmler MR, Nawrocki TJ, Indrelie AJ. TOTAL ARC OF MOTION IN THE SIDELYING POSITION: EVIDENCE FOR A NEW METHOD TO ASSESS GLENOHUMERAL INTERNAL ROTATION DEFICIT IN OVERHEAD ATHLETES. *International journal of sports physical*

- therapy [Internet]. 2015 Jun [cited 2020 Jun 2];10(3):319–31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26075147>
9. Asker M, Brooke HL, Waldén M, Tranaeus U, Johansson F, Skillgate E, et al. Risk factors for, and prevention of, shoulder injuries in overhead sports: A systematic review with best-evidence synthesis. Vol. 52, *British Journal of Sports Medicine*. BMJ Publishing Group; 2018. p. 1312–9.
  10. Shanley E, Rauh MJ, Michener LA, Ellenbecker TS, Garrison JC, Thigpen CA. Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *American Journal of Sports Medicine* [Internet]. 2011 Sep 17 [cited 2020 Mar 1];39(9):1997–2006. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21816983>
  11. Worsley P, Warner M, Mottram S, Gadola S, Veeger HEJ, Hermens H, et al. Motor control retraining exercises for shoulder impingement: Effects on function, muscle activation, and biomechanics in young adults. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2013 Apr 1;22(4):e11–9.
  12. Salles JI, Cossich VRA, Amaral MV, Monteiro MT, Cagy M, Motta G, et al. Electrophysiological correlates of the threshold to detection of passive motion: An investigation in professional volleyball athletes with and without atrophy of the infraspinatus muscle [Internet]. *BioMed Research International Hindawi Publishing Corporation*; 2013. Available from: <http://dx>.
  13. Ramos MM, Carnaz L, Mattiello SM, Karduna AR, Zanca GG. Shoulder and elbow joint position sense assessment using a mobile app in subjects with and without shoulder pain - between-days reliability. *Physical Therapy in Sport*. 2019 May 1;37:157–63.
  14. Reagan KM, Meister K, Horodyski MB, Werner DW, Carruthers C, Wilk K. Humeral Retroversion and Its Relationship to Glenohumeral Rotation in the Shoulder of College Baseball Players. *The American Journal of Sports Medicine* [Internet]. 2002 May 30 [cited 2020 May 19];30(3):354–60. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03635465020300030901>
  15. JA H, L T, RW H. A study of glenohumeral orientation in patients with anterior recurrent shoulder dislocations using computerized axial tomography. *Orthopaedic Review*. 1989 Jan 1;18(1):84–91.
  16. Amin NH, Ryan J, Fening SD, Soloff L, Schickendantz MS, Jones M. The Relationship between Glenohumeral Internal Rotational Deficits, Total Range of Motion, and Shoulder Strength in Professional Baseball Pitchers. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2015 Dec 1;23(12):789–96.

17. Achenbach L, Laver L, Walter SS, Zeman F, Kuhr M, Krutsch W. Decreased external rotation strength is a risk factor for overuse shoulder injury in youth elite handball athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2020;28(4):1202–11.
18. de la Rosa-Morillo F, Galloza-Otero JC, Micheo W. Shoulder pain rehabilitation in young athletes. Vol. 53, *Rehabilitacion*. Ediciones Doyma, S.L.; 2019. p. 85–92.
19. Noonan TJ, Thigpen CA, Bailey LB, Wyland DJ, Kissenberth M, Hawkins RJ, et al. Humeral Torsion as a Risk Factor for Shoulder and Elbow Injury in Professional Baseball Pitchers. *The American Journal of Sports Medicine* [Internet]. 2016 Sep 21 [cited 2020 May 21];44(9):2214–9. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546516648438>
20. Matsuura T, Iwame T, Suzue N, Arisawa K, Sairyo K. Risk factors for shoulder and elbow pain in youth baseball players. *Physician and Sportsmedicine*. 2017 Apr 3;45(2):140–4.
21. Møller M, Nielsen RO, Attermann J, Wedderkopp N, Lind M, Sørensen H, et al. Handball load and shoulder injury rate: A 31-week cohort study of 679 elite youth handball players. *British Journal of Sports Medicine*. 2017 Feb 1;51(4):231–7.
22. Lintner D, Noonan TJ, Kibler W ben. *Injury Patterns and Biomechanics of the Athlete's Shoulder*. Vol. 27, *Clinics in Sports Medicine*. Elsevier; 2008. p. 527–51.
23. Westrick RB, Miller JM, Carow SD, Gerber JP. Exploration of the y-balance test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *International journal of sports physical therapy* [Internet]. 2012 Apr [cited 2020 Mar 6];7(2):139–47. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22530188><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3325634>
24. cerrato valadés, Andrés P, Manuel J, Frutos B. Mechanics of the Spike Execution in Volleyball. 2013;1–19.
25. Seminati E, Marzari A, Vacondio O, Minetti AE. Shoulder 3D range of motion and humerus rotation in two volleyball spike techniques: injury prevention and performance. *Sports Biomechanics*. 2015 Apr 3;14(2):216–31.
26. Valadés D, Palao JM, Femia P, Padial P, Ureña A. Análisis de la técnica básica del remate de voleibol. *Rendimiento Desportivo*. 2004;8(October 2015):1–16.
27. The biomechanics of baseball pitching. [Internet]. [cited 2020 May 19]. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=5699963>
28. Lintner D, Noonan TJ, Kibler W ben. *Injury Patterns and Biomechanics of the Athlete's Shoulder*. Vol. 27, *Clinics in Sports Medicine*. Elsevier; 2008. p. 527–51.

29. Stickler L, Finley M, Gulgin H. Relationship between hip and core strength and frontal plane alignment during a single leg squat. *Physical Therapy in Sport*. 2015 Feb 1;16(1):66–71.
30. Bahamonde RE. Changes in angular momentum during the tennis serve. *Journal of Sports Sciences*. 2000;18(8):579–92.
31. Mihata T, McGarry MH, Neo M, Ohue M, Lee TQ. Effect of Anterior Capsular Laxity on Horizontal Abduction and Forceful Internal Impingement in a Cadaveric Model of the Throwing Shoulder. *The American Journal of Sports Medicine* [Internet]. 2015 Jul 4 [cited 2020 May 18];43(7):1758–63. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546515582025>
32. ROGOWSKI I, CREVEAUX T, SEVREZ V, CHÈZE L, DUMAS R. How Does the Scapula Move during the Tennis Serve? *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. 2015 Jul 4 [cited 2020 May 18];47(7):1444–9. Available from: <http://journals.lww.com/00005768-201507000-00015>
33. Kibler WB. Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. Vol. 14, *Clinics in Sports Medicine*. 1995. p. 79–85.
34. UN ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL DEL PUNTO DE SALTO DE UN PIE DE VOLEIBOL | ISBS - Archivo de Actas de la Conferencia [Internet]. [cited 2020 May 12]. Available from: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/972>
35. Mlynarek RA, Lee S, Bedi A. Shoulder Injuries in the Overhead Throwing Athlete. Vol. 33, *Hand Clinics*. W.B. Saunders; 2017. p. 19–34.
36. Lin DJ, Wong TT, Kazam JK. Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. *Radiology* [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2020 Jun 7];286(2):370–87. Available from: <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2017170481>
37. Lesniak BP, Baraga MG, Jose J, Smith MK, Cunningham S, Kaplan LD. Glenohumeral Findings on Magnetic Resonance Imaging Correlate With Innings Pitched in Asymptomatic Pitchers. *The American Journal of Sports Medicine* [Internet]. 2013 Sep 17 [cited 2020 May 19];41(9):2022–7. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546513491093>
38. Chang IYJ, Polster JM. Pathomechanics and Magnetic Resonance Imaging of the Thrower's Shoulder. Vol. 54, *Radiologic Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2016. p. 801–15.
39. Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, Aune KT, Porterfield RA, Harker P, et al. Deficits in Glenohumeral Passive Range of Motion Increase Risk of Shoulder Injury in Professional Baseball Pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*

- [Internet]. 2015 Oct 13 [cited 2020 May 19];43(10):2379–85. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546515594380>
40. Koike Y, Komatsuda T, Sato K. Osteochondritis dissecans of the glenoid associated with the nontraumatic, painful throwing shoulder in a professional baseball player: A case report. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2008 Sep 1;17(5):e9.
  41. Young SW, Dakic J, Stroia K, Nguyen ML, Harris AHS, Safran MR. High Incidence of Infrapinatus Muscle Atrophy in Elite Professional Female Tennis Players. *The American journal of sports medicine* [Internet]. 2015 Aug 15 [cited 2020 Jun 7];43(8):1989–93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26078449>
  42. Challoumas D, Dimitrakakis G. Insights into the epidemiology, aetiology and associations of infrapinatus atrophy in overhead athletes: a systematic review. Vol. 16, *Sports Biomechanics*. Routledge; 2017. p. 325–41.
  43. Sauers EL, Bay RC, Snyder Valier AR, Ellery T, Huxel Bliven KC. The functional arm scale for throwers (FAST)—Part I: The design and development of an upper extremity region-specific and population-specific patient-reported outcome scale for throwing athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2017;5(3):1–16.
  44. Huxel Bliven KC, Snyder Valier AR, Bay RC, Sauers EL. The functional arm scale for throwers (FAST)—Part II: Reliability and validity of an upper extremity region-specific and population-specific patient-reported outcome scale for throwing athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2017;5(4).
  45. Kim Y, Lee JM, Wellsandt E, Rosen AB. Comparison of shoulder range of motion, strength, and upper quarter dynamic balance between NCAA division I overhead athletes with and without a history of shoulder injury. *Physical Therapy in Sport*. 2020 Mar 1;42:53–60.
  46. Cramer J, Quintero M, Rhinehart A, Rutherford C, Nasypany A, May J, et al. EXPLORATION OF SCORE AGREEMENT ON A MODIFIED UPPER QUARTER Y-BALANCE TEST KIT AS COMPARED TO THE UPPER QUARTER Y-BALANCE TEST. *International journal of sports physical therapy* [Internet]. 2017 Feb [cited 2020 Jun 7];12(1):117–24. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28217422>
  47. Kolber MJ, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. *International journal of sports physical therapy* [Internet]. 2012 Jun [cited 2020 Jun 7];7(3):306–13. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22666645>

48. Cools AM, Palmans T, Johansson FR. Age-related, sport-specific adaptations of the shoulder girdle in elite adolescent tennis players. *Journal of Athletic Training*. 2014 Nov 1;49(5):647–53.
49. Malliopoulos X, Thevenon A. Reproductibilité des valeurs dynamométriques de la pince interdigitale globale (pince étau) mesurées par Microfet 2. *Chirurgie de la Main*. 2002 Jan 1;21(1):56–64.
50. Conceição ANA, Parraca J, Marinho D, Costa M, Louro H, Silva A, et al. Assessment of isometric strength of the shoulder rotators in swimmers using a handheld dynamometer: A reliability study. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 2018;20(4):113–9.
51. Cools AM, de Wilde L, van Tongel A, Ceysens C, Ryckewaert R, Cambier DC. Measuring shoulder external and internal rotation strength and range of motion: comprehensive intra-rater and inter-rater reliability study of several testing protocols. 2014 [cited 2020 Jun 7]; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2014.01.006>
52. de Froda SF, Thigpen CA, Kriz PK. Two-dimensional video analysis of youth and adolescent pitching biomechanics: A tool for the common athlete. *Current Sports Medicine Reports* [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2020 May 14];15(5):350–8. Available from: <http://journals.lww.com/00149619-201609000-00014>
53. Thigpen C, Evans DT. Pathomechanics and Injury in the Overhead Motion. In: *Mechanics, Pathomechanics and Injury in the Overhead Athlete*. Springer International Publishing; 2019. p. 25–38.
54. Sgroi T, Chalmers PN, Riff AJ, Lesniak M, Sayegh ET, Wimmer MA, et al. Predictors of throwing velocity in youth and adolescent pitchers. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. 2015 Sep 1;24(9):1339–45.
55. Nicholls R, Elliott B, Fleisig G, Lyman S, Osinski E. Baseball: Accuracy of qualitative analysis for assessment of skilled baseball pitching technique. *Sports Biomechanics*. 2003 Jul 1;2(2):213–26.
56. Escamilla RF, Andrews JR. Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. Vol. 39, *Sports Medicine*. Springer; 2009. p. 569–90.
57. Reeser JC, Fleisig GS, Bolt B, Ruan M. Upper Limb Biomechanics During the Volleyball Serve and Spike. *Sports Health* [Internet]. 2010 Sep 1 [cited 2020 Mar 6];2(5):368–74. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23015961>

## 12. ANEXOS

### 12.1. ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA.

Ilustración 17: Actividad electromiográfica en las diferentes fases del remate y el saque.

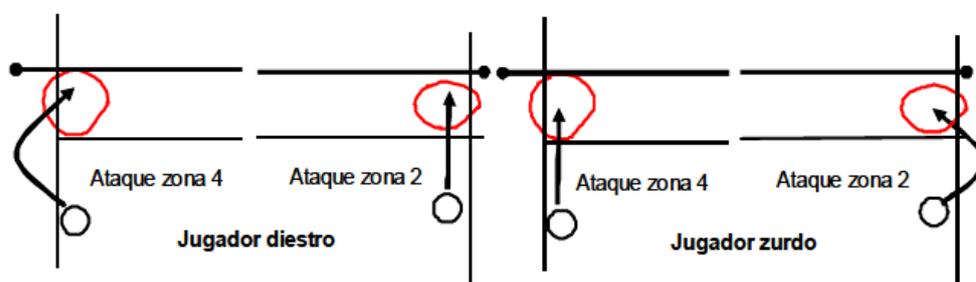
Muscles	No. of subjects	Phase				
		wind-up (% MVIC)	cocking (% MVIC)	acceleration (% MVIC)	deceleration (% MVIC)	follow-through (% MVIC)
<b>Anterior deltoid</b>	15					
Serve		21 ± 11	31 ± 13	27 ± 22	42 ± 17	16 ± 16
Spike		58 ± 26	49 ± 19	23 ± 17	27 ± 10	15 ± 7
<b>Supraspinatus</b>	15					
Serve		25 ± 10	32 ± 18	37 ± 25	45 ± 13	24 ± 16
Spike		71 ± 31	40 ± 17	21 ± 27	37 ± 23	27 ± 15
<b>Infraspinatus</b>	15					
Serve		17 ± 10	36 ± 16	32 ± 22	39 ± 21	13 ± 11
Spike		60 ± 17	49 ± 16	27 ± 18	38 ± 19	22 ± 11
<b>Teres minor</b>	15					
Serve		7 ± 8	44 ± 20	54 ± 26	30 ± 23	8 ± 9
Spike		39 ± 20	51 ± 17	51 ± 24	34 ± 13	17 ± 7
<b>Subcapularis</b>	15					
Serve		8 ± 8	27 ± 25	56 ± 18	27 ± 15	13 ± 11
Spike		46 ± 16	38 ± 21	65 ± 25	23 ± 11	16 ± 15
<b>Teres mayor</b>	15					
Serve		1 ± 1	11 ± 7	47 ± 24	7 ± 8	3 ± 3
Spike		28 ± 14	20 ± 11	65 ± 31	21 ± 18	15 ± 16
<b>Latissimus dorsi</b>	15					
Serve		1 ± 2	9 ± 18	37 ± 39	6 ± 9	3 ± 3
Spike		20 ± 13	16 ± 17	59 ± 28	20 ± 21	15 ± 10
<b>Pectoralis mayor</b>	15					
Serve		3 ± 6	31 ± 14	36 ± 14	7 ± 11	7 ± 6
Spike		35 ± 17	46 ± 17	59 ± 24	20 ± 16	21 ± 12

a Data are given as means and standard deviations, and expressed for each muscle as a percentage of an MVIC.  
**MVIC** = maximum voluntary isometric contraction.

Tomado de (56)

### 12.2. TRAYECTORIA DE LA BATIDA

Ilustración 18: Trayectoria de batida por zona 2 vs zona 4.



Tomado de (26)

## 12.3. PARÁMETROS CINEMÁTICOS EN VOLEIBOL

Ilustración 19: Parámetros cinemáticos de diferentes acciones en voleibol.

Table 2. Kinematic parameters for each skill, at selected time points.

	Cross-body Spike n, 14	Straight-ahead Spike n, 14	Roll Shot n, 14	Jump Serve n, 5	Float Serve n, 14	<i>P</i> <sup>a</sup>
Maximum external rotation						
Maximum shoulder external rotation (°)	160 ± 10	163 ± 10	129 ± 32	164 ± 11	158 ± 12	.001 <sup>b,c,d,*</sup>
Arm acceleration phase						
Maximum elbow extension angular velocity (°/s)	1579 ± 194	1666 ± 205	1198 ± 216	1535 ± 286	1417 ± 251	< .001 <sup>b,c,d,e,f,*</sup>
Maximum shoulder internal rotation angular velocity (°/s)	2444 ± 608	2594 ± 772	1315 ± 502	2505 ± 1005	1859 ± 623	< .001 <sup>b,c,d,e,f,*</sup>
Ball contact						
Shoulder abduction angle (°)	130 ± 8	133 ± 7	122 ± 9	129 ± 11	133 ± 11	< .001 <sup>b,c,d,*</sup>
Elbow flexion angle (°)	34 ± 10	34 ± 10	43 ± 12	48 ± 26	50 ± 17	< .001 <sup>b,c,e,f,*</sup>
Shoulder horizontal adduction angle (°)	29 ± 14	33 ± 15	43 ± 15	23 ± 24	30 ± 16	< .001 <sup>b,c,*</sup>
Post-Contact						
Ball speed (m/s)	15.7 ± 1.7	15.5 ± 2.0	8.9 ± 1.7	15.5 ± 1.7	14.1 ± 1.4	< .001 <sup>b,c,d,e,f,*</sup>

Tomado de (57)

## 12.4. DIFERENCIAS ENTRE DEPORTES

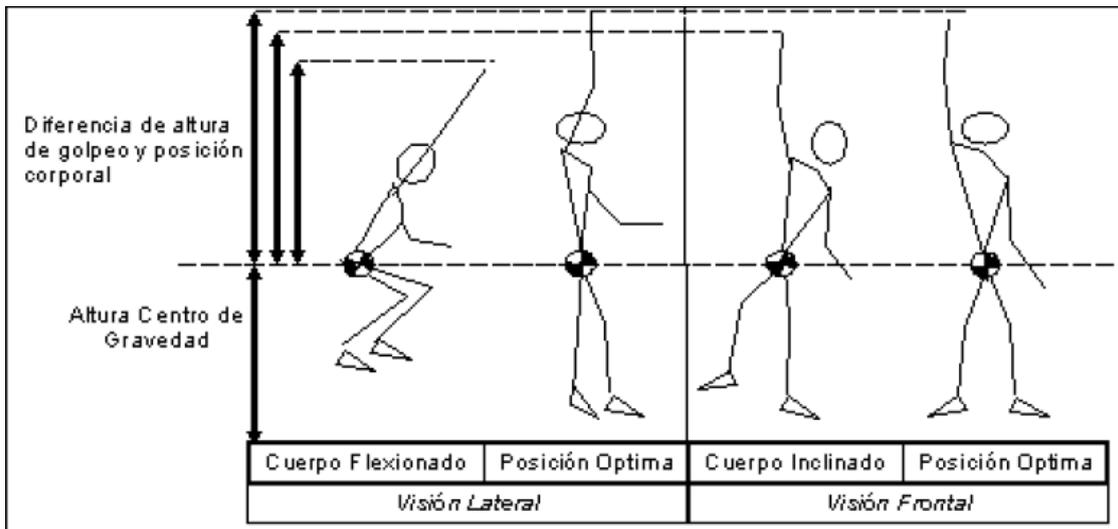
*Ilustración 20: Diferencias entre el voleibol, el beisbol y el tenis.*

	Current Study: Volleyball		Chu et al <sup>6</sup>	Elliott et al <sup>13</sup>
	Cross-body Spike	Jump Serve	Baseball Pitch: Fastball	Tennis Serve
Skill/experience level	Collegiate	Collegiate	Elite	Olympic
Sex	Female	Female	Female	Female
Sample size	14	5	11	12
Ball speed (m/s)	16 ± 2	16 ± 2	27 ± 2	42 ± 4
Kinematics				
Maximum shoulder external rotation (°)	160 ± 10	164 ± 11	180 ± 10	172 ± 12
Maximum elbow angular velocity (°/s)	1579 ± 194	1535 ± 286	2060 ± 370	1510 ± 310
Maximum shoulder internal rotation angular velocity (°/s)	2444 ± 608	2505 ± 1005	5630 ± 1590	1370 ± 730
Shoulder abduction at ball contact or release (°)	130 ± 8	129 ± 11	89 ± 6	101 ± 11
Elbow flexion at ball contact or release (°)	34 ± 10	48 ± 26	31 ± 10	20 ± 4
Shoulder horizontal adduction at ball contact or release (°)	29 ± 14	23 ± 24	9 ± 8	5 ± 10
Kinetics				
Maximum shoulder proximal force (N)	399 ± 64	358 ± 75	510 ± 108	608 ± 110
Maximum elbow proximal force (N)	295 ± 63	277 ± 63	453 ± 60	N/A
Maximum shoulder internal rotation torque (N·m)	37 ± 9	40 ± 10	48 ± 11	65 ± 16
Maximum elbow varus torque (N·m)	38 ± 9	43 ± 11	46 ± 9	68 ± 16

Tomado de (57)

## 12.5. POSICIÓN DE GOLPEO

Ilustración 21: Diferencia de alturas de golpes en función de la posición corporal.



Tomado de (26)

## 12.6. DIFERENCIAS Y SIMILITUDES VOLEIBOL VS BEISBOL

Ilustración 22: Diferencias y similitudes del voleibol y el béisbol en las diferentes fases.

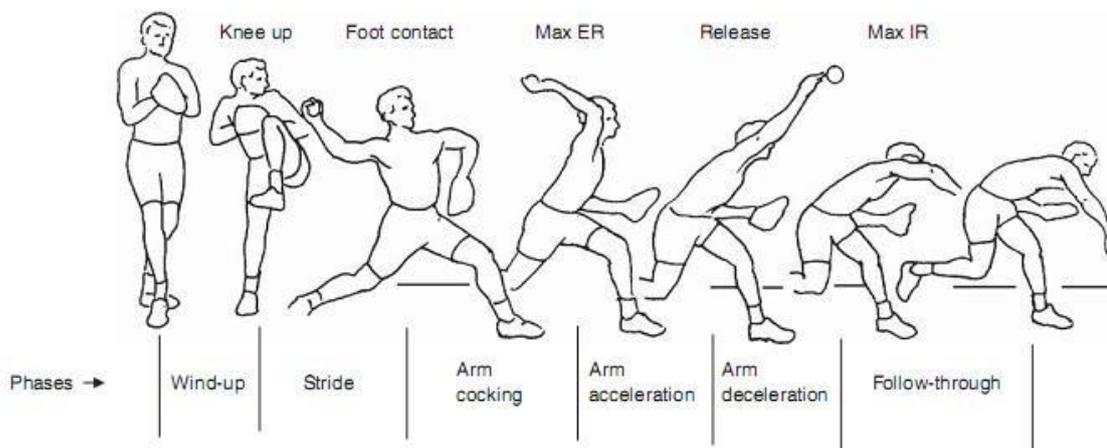
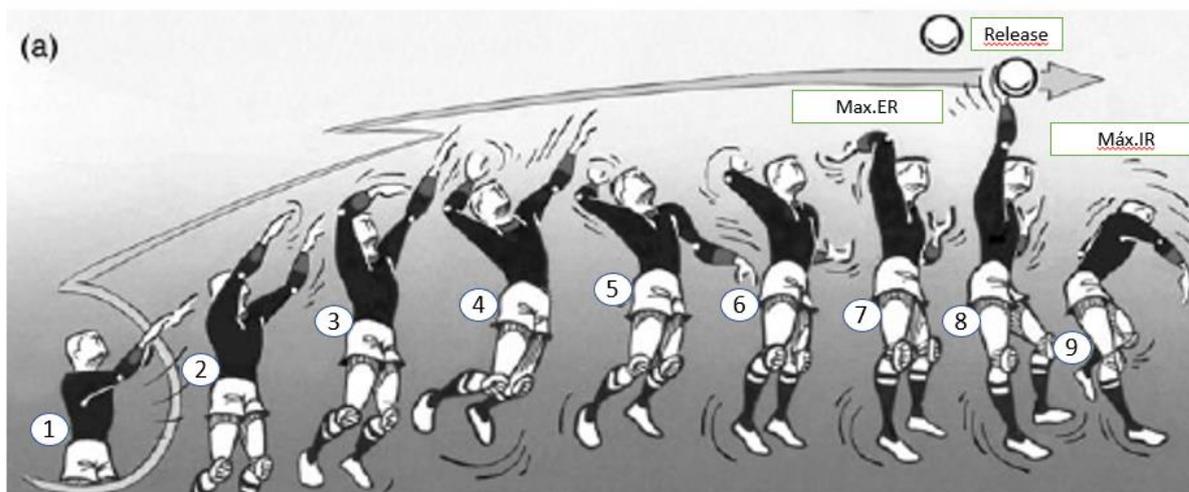


Fig. 1. Pitching phases and key events (adapted from Fleisig et al.,<sup>[12]</sup> with permission). ER = external rotation; IR = internal rotation; max = maximum.



1. Wind Up / 2-7. ARM COOKING (2-3. Early cooking / 4,5,6,7. Late cooking) / 7-8. Arm aceleracion/ 8. Arm deceleración 9. Follow Through

Adaptada de (25)

## 12.7. QUESTIONARIO ACES

Assessment of biomechanical Efficiency System: *ACES*

ACES Study Video # \_\_\_\_\_ Rater: \_\_\_\_\_ Trial: 1 2 (circle)

Note: Please review the ACES Instruction Sheet prior to scoring individuals on the ACES.

### I. Windup\* (side, front)

\*begins with first motion, ends with max knee lift

- Center of gravity (COG) over back (stance) leg?  
 Error (1)  No Error (0)
- Maximum knee height  $\geq 90^\circ$ ?  
 Error (1)  No Error (0)
- Premature forward momentum (lead hip) “*leading with the hips*”?  
 Error (1)  No Error (0)

### II. Stride\* (side)

\*begins with lead leg moving towards target

- Arms/hands separate equally, symmetrically, with bilateral shoulder abduction ( $\sim 90^\circ$ )?  
 Error (1)  No Error (0)
- Lead (stride) hip externally rotates, back (stance) hip internally rotates (*both conditions met*)?  
 Error (1)  No Error (0)
- Hand on-top position (rather than hand under-ball)?  
 Error (1)  No Error (0)
- Does pitcher complete first forward movement (lead hip moving forward following max knee height) to stride foot contact in less than 0.95-1.05 seconds?  
 Error (1)  No Error (0)

### III. Stride- Foot Contact\* (side, front)

\*1<sup>st</sup> frame that shoe deformity occurs on mound—either heel or toe)

- At stride foot contact (SFC), the throwing arm is semi-cocked with the elbow flexed, the shoulder is abducted and externally rotated (*all 3 conditions met*)?  
 Error (1)  No Error (0)
- Stride length  $\geq 75$ -85% of height?  
 Error (1)  No Error (0)
- Lead shoulder position is slightly closed (eg, 3<sup>rd</sup> base side for RHP), in line with stance foot and home plate? Stride foot position towards home plate or slightly closed? Stride foot pointed slightly inward (*all 3 conditions met*)?  
 Error (1)  No Error (0)
- Trunk rotation delayed until after SFC?  
 Error (1)  No Error (0)

### IV. Arm Cocking\* (side, front)

\*begins with SFC, ends with max ER

- Avoid excessive contralateral tilt (mean  $24^\circ \pm 10^\circ$ )?  
 Error (1)  No Error (0)
- Max ER  $\geq 150$ -180°?  
 Error (1)  No Error (0)

### V. Acceleration\* (side)

\*begins with max ER, ends with ball release)

- Forward trunk tilt (mean  $32$ -55°)?  
 Error (1)  No Error (0)
- Lead leg knee flexed in acceleration, then extending at ball release (*both conditions met*)?  
 Error (1)  No Error (0)

### VI. Deceleration\* (side)

\*begins with ball release, ends with max IR

- Shoulder IR continues after ball release?  
 Error (1)  No Error (0)
- Lead knee extension continues after ball release?  
 Error (1)  No Error (0)

### VII. Follow-through\* (side, front)

\*begins with max IR, ends with arm across body

- Arm crosses body diagonally, without sidearm or submarining?  
 Error (1)  No Error (0)
- Trunk flexes forward?  
 Error (1)  No Error (0)

### VIII. Overall Impression

- Does pitcher appear stable, balanced, with good head stability, eyes focusing on target, throughout entire delivery, finishing in a balanced fielding position?  
 Excellent (0)  Average (1)  
 Poor (2)

Tomado de (53)

## 12.8. HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

### HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

**Investigador:** Daniel Mourís Castro

**Título del estudio:** Estudio descriptivo transversal sobre factores modificables que se relacionan con disfunción de hombro en jugadores de voleibol. Un proyecto de investigación.

**OBJETIVO DEL ESTUDIO:** Conocer si las variables estudiadas guardan correlación con la disfunción de hombro en jugadores de voleibol.

**DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN:** La duración de las mediciones será de un máximo de 1 hora.

1. Entrega, explicación y cumplimentación del cuestionario FAST.
2. Medición de distancias en el Y-BALANCE TEST para miembros superiores con una cinta métrica.
3. Medición del rango articular interno y externo de la articulación glenohumeral a 90 grados de abducción de hombro.
4. Medición de la fuerza de la articulación glenohumeral en rotación interna y externa con el hombro en posición neutra de flexo-extensión.
5. Medición de la fuerza de la musculatura abductora glenohumeral en la posición de 90 grados de abducción.
6. Realización de un video rematando desde diversas perspectivas para su posterior análisis.

**RIESGOS E INCONVENIENTES:** La participación en este estudio no presenta ningún riesgo a mayores que la práctica deportiva habitual. Las mediciones dinamométricas se realizarán de forma isométrica y nunca excederán los valores de fuerza máximos que presentan los propios sujetos como es en el caso de las contracciones excéntricas. Puede ser que el día siguiente o posteriores a las pruebas presenten "DOMS" o dolor muscular de aparición tardía, aunque las molestias serán leves por el bajo volumen de repeticiones. Si de todas formas, el sujeto presentara dolor en el momento de la realización de las pruebas éstas se detendrían de forma inmediata.

**CONFIDENCIALIDAD:**

Los datos personales serán identificados con un número de forma que no se revele el nombre del sujeto y se proteja la privacidad. La protección de los mismos será llevado a cabo según lo establecido en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de derechos digitales.

Gracias por su colaboración

## 12.9. CONSENTIMIENTO INFORMADO

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

D/Dña..... Con DNI.....

Confirmando que:

- He leído y comprendo la información que ha sido explicada en relación con el desarrollo del trabajo de investigación.
- He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre los procedimientos que se van a realizar.
- Comprendo que mi participación en el estudio es voluntaria, teniendo el derecho de retirarme del mismo en el momento que considere oportuno sin necesidad de dar explicaciones por ello.
- Conozco y acepto los posibles efectos adversos y riesgos que entrañan los procedimientos a realizar durante el presente estudio.
- Presto de forma libre y voluntaria mi conformidad para formar parte de este estudio.
- Accedo a que los datos y/o muestras se conserven para usos posteriores en líneas de investigación relacionadas con la presente.

El participante,

El investigador,

Fdo:

Fdo:

En.....a.....de.....de 20.....

## 12.10. CUESTIONARIO FAST EN INGLÉS

Tabla 7: Cuestionario FAST en inglés.

	Completely	Extremely	Moderately	Slightly	Not Satisfied at All
1. How satisfied are you with the way your arm is now functioning?	1	2	3	4	5
	None	Mild	Moderate	Severe	Extreme
2. How much pain do you have in your injured arm prior to your start, following your warm-up?	1	2	3	4	5
3. How much pain or discomfort do you have in your arm at night?	1	2	3	4	5
4. How much strength have you lost in your arm as a result of your arm injury?	1	2	3	4	5
5. How much pain or discomfort do you have in your arm with daily activities involving reaching?	1	2	3	4	5
6. How much pain or discomfort do you have in your arm if you use it for activities that last longer than 30 minutes?	1	2	3	4	5
	Not at All	Slightly	Moderately	Severely	Extremely
7. How much has your arm injury limited your ability to advance in baseball or softball?	1	2	3	4	5
	Not at All	Slightly	Moderately	Severely	Extremely
8. How much have you modified your behavior to avoid making your arm injury worse?	1	2	3	4	5
9. Since your arm injury, do you have a more negative outlook on life?	1	2	3	4	5
10. How much does your arm injury interfere with things that are important, other than sports?	1	2	3	4	5
11. How stiff is your arm at night?	1	2	3	4	5
12. How much has your playing time gone down since the injury to your arm?	1	2	3	4	5
13. How much are you limited when lifting your arm overhead to get dressed?	1	2	3	4	5
	No, Not at All	Yes, Slightly	Yes, Moderately	Yes, Severely	Yes, Extremely
14. Has your enjoyment of life decreased since your arm injury?	1	2	3	4	5
15. Has your arm injury decreased how long you can continue throwing during a single practice or game?	1	2	3	4	5
16. Have your sports accomplishments decreased since your arm injury?	1	2	3	4	5
17. Has your life been more stressful because of your arm injury?	1	2	3	4	5
	Not at All	Slightly	Moderately	Severely	Unable to Throw
18. How much has your arm injury limited your ability to throw "long toss"?	1	2	3	4	5
19. How much has your throwing accuracy decreased since your arm injury?	1	2	3	4	5
20. How weak does your arm feel during throwing?	1	2	3	4	5
21. How painful is your arm during "game speed" throwing?	1	2	3	4	5
22. How painful is your arm during 50-75% effort throwing?	1	2	3	4	5

Tomado de (44)

## 12.10.1. Cuestionario FAST en Español

Número de sujeto.....

Fecha:.....

Puntuación

Este cuestionario contiene preguntas de cómo siente el hombro y sobre cómo el problema de su hombro afecta a tu capacidad de remate y de funcionamiento en el deporte y en las actividades de la vida diaria.

**Instrucciones:** Por favor, responda a cada pregunta basándose en la condición de su hombro durante la última semana marcando el número de la respuesta apropiado. Si no ha participado en una actividad en la última semana, por favor, responda a las preguntas basándose en su estimación de cómo la condición de su hombro afectaría su capacidad para realizar la actividad.

*Cuestionario 1: Cuestionario FAST en español*

	Completamente	Extremadament e	Moderadamente	Ligeramente	Nada Satisfecho
1. Cuánto de satisfecho te encuentras con el funcionamiento de tu hombro ahora mismo?	1	2	3	4	5
2. Cuánto dolor tienes en el hombro antes de comenzar a jugar y durante el calentamiento?	Nada	Medio	Moderado	Severo	Extremo
3. Cuánto dolor o molestia sientes en tu hombro durante la noche?	1	2	3	4	5
4. Cuánta fuerza has perdido en tu hombro como consecuencia de la lesión?	1	2	3	4	5
5. Cuánto dolor o molestia sientes en tu hombro en actividades diarias en las que tienes que elevar el brazo por encima de la cabeza?	1	2	3	4	5
6. Cuanto dolor o molestia sientes en tu hombro en actividades que duran más de 30 minutos	1	2	3	4	5
7. Cuánto se ha visto limitada tu habilidad deportiva a raíz de la lesión?	1	2	3	4	5
8. Cuánto has tenido que modificar tu comportamiento para evitar empeorar tu lesión?	No o Nada	Ligeramente	Moderadamente	Severamente	Extremadamente
9. Desde que te has lesionado tienes una perspectiva más negativa de la vida?	1	2	3	4	5
10. Cuánto interfiere tu lesión en otras actividades diarias a parte del deporte que practicas?	1	2	3	4	5
11. Cuánta rigidez sientes en tu hombro durante la noche?	1	2	3	4	5
12. Cuánto tiempo de práctica deportiva has perdido a raíz de tu lesión?	1	2	3	4	5
13. Cuánto de limitado te sientes a la hora de elevar el brazo por encima de la cabeza para vestirte?	1	2	3	4	5
14. Ha disminuido tu disfrute en la vida después de tu lesión?	1	2	3	4	5

	No, nada	Si, ligeramente	Si, moderadamente	Si, severamente	Si, extremadamente
<b>15. Ha disminuido tu capacidad para rematar de forma prolongada a raíz de tu lesión?</b>	1	2	3	4	5
<b>16. Han disminuido tus logros deportivos a raíz de tu lesión?</b>	1	2	3	4	5
<b>17. Tu vida es más estresante a causa de tu lesión?</b>	1	2	3	4	5
<b>18. Cuanto se ha visto limitada tu habilidad para rematar a máxima velocidad a causa de tu lesión?</b>	1	2	3	4	5
	No o Nada	Ligeramente	Moderadamente	Severamente	Incapacidad para rematar
<b>19. Cuánto has disminuido tu precisión de remate desde que te has lesionado?</b>	1	2	3	4	5
<b>20. Cuánta debilidad sientes en tu hombro durante el gesto de remate?</b>	1	2	3	4	5
<b>21. Cuánto dolor sientes en tu hombro cuando rematas a velocidad máxima?</b>	1	2	3	4	5
<b>22. Cuánto dolor sientes en tu hombro aplicando un esfuerzo de entre el 50-75% durante el gesto de remate?</b>	1	2	3	4	5

## 12.11. CUESTIONARIO EVBRV

# Evaluación BIOMECÁNICA del gesto de remate en voleibol

Vídeo EVBRV # \_\_\_\_

Prueba: 1 2

Puntuación:

## 1. Impulso de frenado

a) Existe extensión de hombros? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

b) Mantiene una posición erecta del tronco (manteniendo las curvaturas fisiológicas de la columna vertebral)? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

c) Alcanza una flexión de rodillas de 90-130 grados? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

## 2. Impulso de aceleración

d) Mantiene la pelvis nivelada? (CÁMARAS FRONTALES)

Error(1)  No error(0)

e) La cadera del brazo dominante se encuentra en posición atrasada? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

f) El jugador se sitúa ligeramente por detrás del balón? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

g) El pie del brazo no dominante se encuentra orientado hacia medial por delante del contralateral? CÁMARA FRONTAL ANTERIOR

Error(1)  No error(0)

## 3. Wind up

h) Mantiene la pelvis nivelada? CÁMARAS FRONTALES + CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

i) Mantiene el tronco en posición erecta ligeramente en extensión? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

## 4. Arm Cooking

### 4.1. Early cooking

j) El brazo no dominante señala la pelota? CÁMARA LATERAL + CÁMARA FRONTAL ANTERIOR

Error(1)  No error(0)

 k) El hombro se encuentra en rotación neutra con ABD (80-100 grados)? CÁMARA LATERAL + CÁMARAS FRONTALES

Error(1)  No error(0)

### 4.2. Late cooking

l) Existe demasiada inclinación lateral (>24 ± 10 grados)? CÁMARA LATERAL + CÁMARAS FRONTALES

Error(1)  No error(0)

 m) Secuencia hombro-pelvis: cuando la pelvis disminuye su oblicuidad, el tronco superior se mantiene rotado hacia la derecha (jugador diestro) al mismo tiempo que se alcanza la máxima rotación externa de hombro? CÁMARA FRONTAL ANTERIOR + CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

n) Mantiene el tronco erguido y el codo elevado? CÁMARA LATERAL + CÁMARAS FRONTALES

Error(1)  No error(0)

## 5. Aceleración

o) Comienza la extensión del hombro antes que la extensión de codo? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

p) Comienza la extensión de codo antes que la flexo-pronación de muñeca? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

q) La rodilla se posiciona en extensión? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

r) El brazo no dominante desciende? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

## 6. Golpeo

 s) El hombro se encuentra entre 140-170 grados de flexión? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

t) Se produce una rotación contralateral y flexión de tronco? CÁMARA FRONTAL

Error(1)  No error(0)

u) El tronco se encuentra alineado (<24 ± 10 grados inclinación)? CÁMARAS FRONTALES

Error(1)  No error(0)

v) El tronco se encuentra alineado sin demasiada flexión (<20 grados)? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

## 7. Follow-through

 w) El brazo sigue el movimiento de rotación interna y extensión hasta el final? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

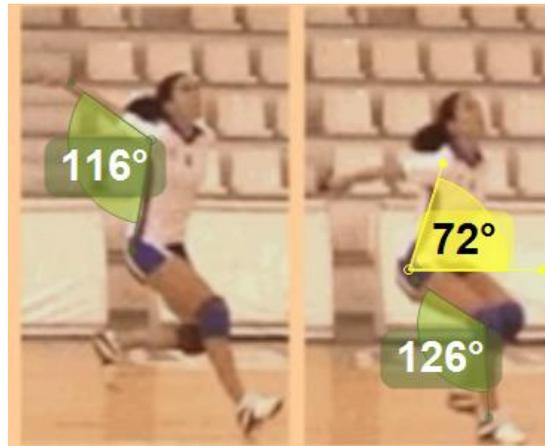
 x) El tronco se flexiona hacia delante? CÁMARA LATERAL

Error(1)  No error(0)

### 12.11.1. INFORMACIÓN ADICIONAL

Las imágenes que se muestran a continuación servirán de ejemplo y apoyo para el análisis de vídeo. Las ilustraciones 25-27 y 29-31 son las tendrán relevancia para este estudio.

*Ilustración 23: Impulso de frenado.*



Adaptado de (26)

*Ilustración 24: Transición impulso de frenado a impulso de aceleración.*

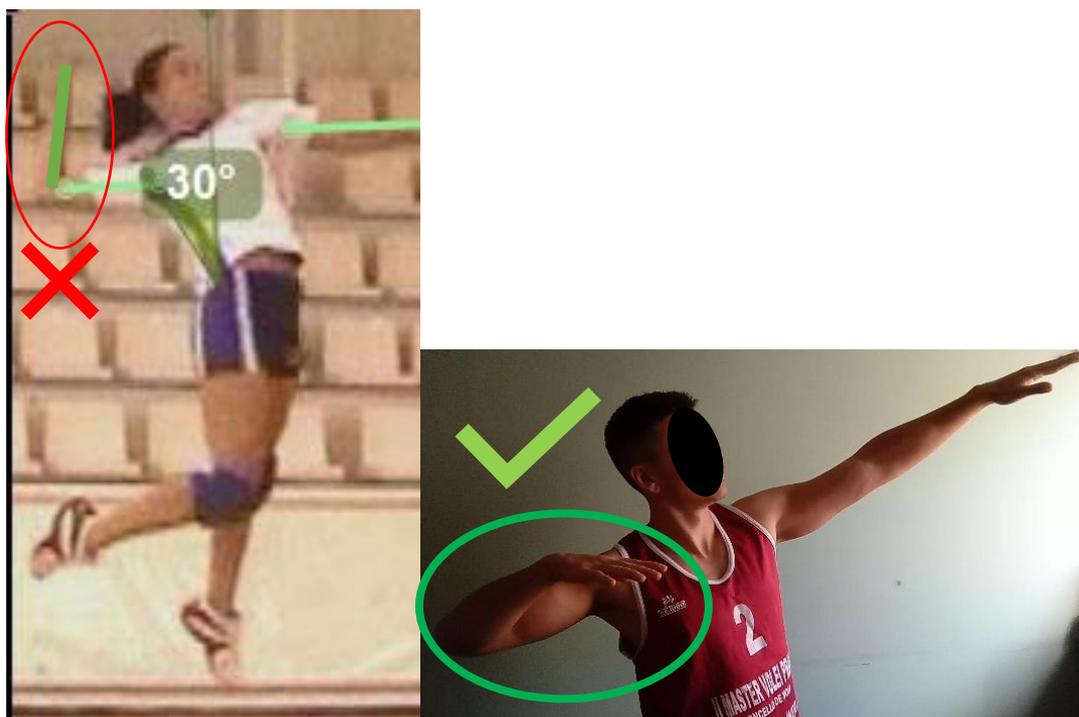


*Transición del impulso de frenado (primera foto) al impulso de aceleración y la posición correcta de los pies. La posición de los pies se observaría con la cámara frontal*

Adaptado de (26)

En la Ilustración 25 se observa un error común que es la rotación externa de hombro en el armado temprano. En este momento el hombro debería encontrarse en una posición neutra en cuanto a la rotación. Esta ilustración corresponde a la pregunta “k”.

Ilustración 25: "Early cooking" o armado temprano



En la imagen de la izquierda se observa una buena posición del brazo no dominante, ya que se encuentra en línea con el contralateral. Presenta una buena posición tronco, con ligera extensión y rotación hacia el lado dominante. En este caso presenta rotación externa de hombro lo que lo marcamos como error en la pregunta “k” del cuestionario. En la imagen de la derecha se observa cómo debería de ser la posición correcta del hombro, en rotación neutra y alineado con el hombro no dominante.

Adaptado de (26)

En las Ilustración 26 se observa la fase de armado tardío, correspondiente a la pregunta “m”. En la Ilustración 27 también correspondiente a esta fase, se observa una disminución de la oblicuidad pélvica mientras el tronco permanece rotado lo que se considera como la secuencia correcta. Se recomienda ver el video a cámara lenta para poder analizar bien esta secuencia.

Ilustración 26: Late cooking.



Adaptado de (26)

Ilustración 27: Secuencia hombro-cadera



Tomado de (54)

Ilustración 26: El codo se encuentra elevado, se extiende la rodilla, el brazo no dominante desciende y se alcanza la rotación externa máxima. \*La hiperextensión lumbar demuestra que el tronco se encuentra en una posición erguida.

Ilustración 27: En esta imagen se observa como la oblicuidad pélvica ha disminuido pero el tronco se encuentra aún rotado hacia el lado dominante. Esta secuencia sería correcta. Esto es similar en jugadores de voleibol.

Ilustración 28: Fase de aceleración

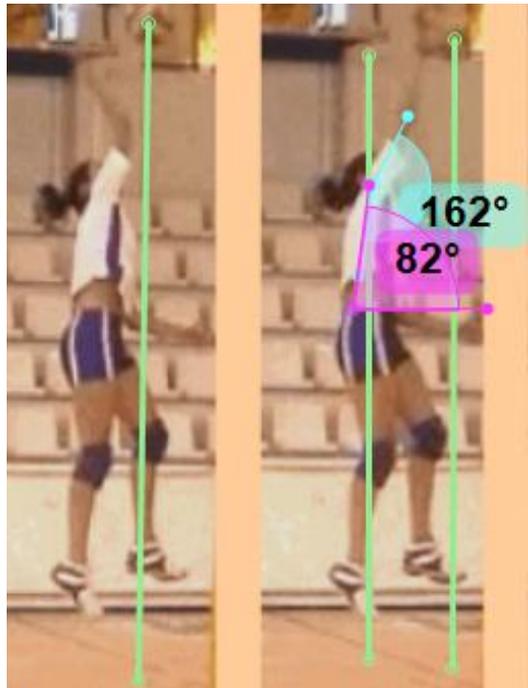


A) Azul (ángulo flexión de codo), amarillo (ángulo tronco-horizontal), verde (ángulo flexión de hombro), B) verde (ángulo tronco-horizontal). Se observa como el hombro se extiende y se mantiene la flexión de codo. También se observa cómo se flexiona el tronco con respecto a la imagen de la izquierda (A).

Adaptado de(26)

En la ilustración 29 se observa la flexión de hombro dentro de los valores que se consideran correctos (140-170 grados). Esta ilustración corresponde a la pregunta "s".

Ilustración 29: El Golpeo



Se observa ligero posicionamiento por detrás del balón. Se observa buena alineación. \*El color azul marca la flexión de hombro y el rosa la flexión de tronco.

Adaptado de (26)

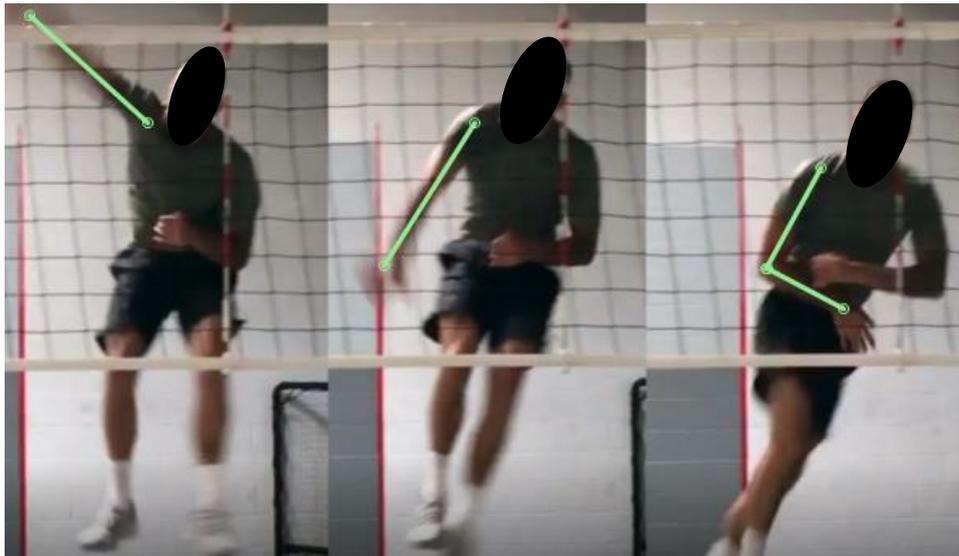
*Ilustración 30: Inclinación de tronco*



*En esta imagen se observa la inclinación de tronco, con respecto a la horizontal con el suelo que se encuentra dentro de los límites que se considerarían correctos.*

En la Ilustración 31 se observa como el hombro sigue su trayectoria después del golpeo extendiéndose y rotando internamente hasta el final del movimiento lo que sería correcto. Es frecuente observar que el hombro se frena en el momento de golpear el balón, lo que se marcaría como error. Esta ilustración corresponde con la pregunta “w”, la pregunta “x” se observaría desde la cámara lateral donde se apreciaría la flexión de tronco.

Ilustración 31: Follow through



*Follow through: Se observa como el hombro sigue su trayectoria hasta la extensión completa después del contacto con el balón al igual que la flexión de tronco. La flexión de tronco se vería con la cámara lateral.*

#### 12.11.1.1. EJEMPLO DE CAPTURA DE VIDEO DESDE DIFERENTES PLANOS

Ilustración 32: Ejemplo de secuencia de video para análisis

##### Cámara lateral



##### Cámara frontal posterior



Cámara frontal anterior



## 12.12. TABLA DE RESULTADOS

Tabla 8: Tabla de resultados

DATOS PERSONALES						
EQUIPO				NÚMERO DE SUJETO	<input type="text"/>	
EDAD				AÑOS JUGANDO		
PESO (kg)				POSICIÓN DE JUEGO		
ALTURA (cm)				H.P.LESIÓN DE HOMBRO		
LONGITUD EXT.SUP (cm)				H.P.LESIÓN DE ARTICULACIÓN		
EDAD DE COMIENZO				DOMINANCIA DEL BRAZO		
MEDICIONES						
TÉCNICA UTILIZADA				Puntuación <b>FAST</b>	<input type="text"/>	
Y BALANCE TEST	SUPEROLATERAL			Puntuación <b>EVBRV</b>	<input type="text"/>	
	MEDIAL			PREGUNTAS	RESULTADO	
	INFEROLATERAL			4.1. Pregunta "k"		
ROM	PARÁMETRO	H.DOM	H.N.DOM	4.2. Pregunta "m"		
	RIG			6. Pregunta "s"		
	REG			7. Pregunta "w"		
	ROMRTG			7. Pregunta "x"		
	DRIG			<b>FUERZA</b>	RI	
	DREG				RE	
	DROMRTG				RE/RI	