

**Universidad CEU - Cardenal Herrera**

**Departamento de Fisioterapia**



**RELACIÓN ENTRE LAS DISFUNCIONES DE MOVIMIENTO  
DEL ÁREA LUMBOPÉLVICA Y LAS LESIONES DE SOBREUSO  
ASOCIADAS EN JUGADORES DE BALONMANO DE LIGA  
ASOBAL.**

**TESIS DOCTORAL**

**Presentada por: Dña. Noemí Valtueña Gimeno**

**Dirigida por: Dr. D. Carlos Barrios Pitarque**

**Dr. D. Francisco Javier Montañez Aguilera**

**Valencia**

**2016**



El **Dr. CARLOS BARRIOS PITARQUE**, Director del Instituto Universitario de Investigación en Enfermedades Músculo-esqueléticas de la Universidad Católica de Valencia.

**INFORMA:**

Que la Tesis doctoral titulada **“Relación entre las disfunciones de movimiento del área lumbopélvica y las lesiones de sobreuso asociadas en jugadores de balonmano de Liga Asobal.”** de la que es autora Dña. Noemí Valtueña Gimeno, ha sido realizada bajo mi dirección, en el departamento de Fisioterapia, en el marco del programa de doctorado de Investigación en Ciencias de la Salud, y que reúne las condiciones científicas y formales para ser presentada ante el tribunal correspondiente a fin de obtener el Grado de Doctora.

Y para que conste firmo la presente en Valencia a 13 de diciembre de 2016

Fdo. Carlos Barrios Pitarque

El **Dr. FRANCISCO JAVIER MONTAÑEZ AGUILERA**, Profesor del Departamento de Fisioterapia.

**INFORMA:**

Que la Tesis doctoral titulada **“Relación entre las disfunciones de movimiento del área lumbopélvica y las lesiones de sobreuso asociadas en jugadores de balonmano de Liga Asobal.”** de la que es autora Dña. Noemí Valtueña Gimeno, ha sido realizada bajo mi dirección, en el departamento de Fisioterapia, en el marco del programa de doctorado de Investigación en Ciencias de la Salud, y que reúne las condiciones científicas y formales para ser presentada ante el tribunal correspondiente a fin de obtener el Grado de Doctora.

Y para que conste firmo la presente en Valencia a 12 de diciembre de 2016



Fdo. Francisco Javier Montañez Aguilera

## AGRADECIMIENTOS

A mis directores de tesis, Carlos y Javier, y a mi compañero y colega Michal, por su inestimable ayuda y dirección en este trabajo, y ante todo, por su confianza al darme libertad para equivocarme, aprender de mis errores y reinventarme como profesional de la fisioterapia.

*“Un buen maestro tiene una continua preocupación:  
enseñar a prescindir de él.”*

André Gide

Al Fertiberia Balonmano Puerto de Sagunto por la oportunidad laboral que se me ofreció en su momento, y en especial a los jugadores que participaron en el estudio por su paciencia durante la toma de datos de este trabajo.

A mi familia y amigos más cercanos, por su resignación en mis malos días y por infundirme confianza cuando no la tenía. Y en especial a mi madre, por las horas y horas de tareas domésticas que me ha ahorrado para poder dedicarme a este trabajo. Ese apoyo y cariño cotidiano que los padres muestran a sus hijos haciéndoles la vida más fácil nunca debería pasar desapercibido, y merece el más sincero de nuestros agradecimientos.

*“Sin una familia, el hombre,  
solo en el mundo, tiembla de frío.”*

André Maurois

A mi marido, Andrés, porque es mi gran compañero de viaje, y sin él este trabajo no sólo no sería posible, sino que no habría sido ni la mitad de divertido.

*“Todo el mundo tiene cosas que puede y que no puede hacer. Yo haré lo que tú  
no puedas y tú harás lo que yo no pueda. Por eso somos nakamas.”*

Sanji Pierna Negra, en One Piece de Eiichiro Oda

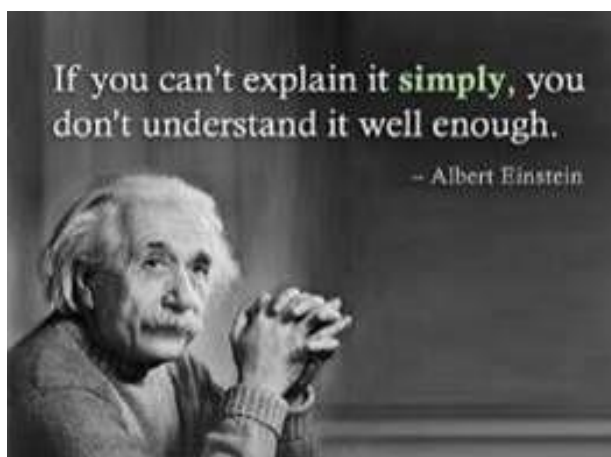
## PRÓLOGO

Pienso que este trabajo, como muchos otros que humildemente realizamos tantos y tantos profesionales de la salud, nacen en numerosas ocasiones de nuestra frustración al no saber muy bien qué respuesta dar a nuestros pacientes. ¿Por qué me sigue doliendo después de tantos años? ¿A qué se debe mi dolor? ¿Por qué a pesar de estar bien durante algunas temporadas siempre recaigo en la misma lesión?

Durante 5 años de trabajo en el equipo de balonmano me enfrentaba diariamente a estas preguntas. Di las mejores respuestas que tenía a mi alcance, algunas más acertadas que otras, pero ninguna de ellas era lo que los jugadores esperaban. Una respuesta clara y concisa.

Creo sinceramente que un buen entendimiento de una patología y su causa lleva a una explicación sencilla de su mecanismo. No está en mi ánimo en la realización de este trabajo simplificar una respuesta a una pregunta tan compleja como por qué existen las lesiones de sobreuso en el deporte, pero sí me gustaría haber puesto la primera piedra a un largo proceso que espero guíe mi carrera profesional. Un proceso de estudio y comprensión de las patologías musculoesqueléticas que me permita algún día dar una respuesta entendible y certera para mis pacientes.

No va a ser un camino sencillo, y puede que yo misma no sea la que llegue a la meta, pero sin duda será un viaje de lo más interesante.



## ÍNDICES

---

## ÍNDICE

GLOSARIO .....	2
GLOSARIO DE ABREVIATURAS EMPLEADAS.....	3
INTRODUCCIÓN .....	7
El balonmano y sus demandas físicas. ....	7
La liga ASOBAL. ....	11
Epidemiología en el balonmano.....	11
Definición de lesión y recogida de datos.....	11
Datos epidemiológicos y la evolución del concepto de lesión.....	13
Lesiones de sobreuso y su registro.....	15
La disfunción del movimiento y su relación con el dolor lumbar de origen mecánico. ....	16
La clasificación muscular.....	21
La propiocepción y su disfunción. Afectaciones del sistema muscular estabilizador. .	23
Disfunción muscular del sistema global.....	24
Disfunción muscular del sistema local.....	26
Disfunción del movimiento en la cadera y la pelvis y su relación con el dolor lumbar y el área de la rodilla. ....	28
Valoración y evaluación de movimientos mediante softwares gratuitos y cámaras de vídeo no profesionales. El programa Kinovea®. ....	29
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	33
MATERIAL Y MÉTODOS .....	37
Selección y descripción de los participantes en el estudio. ....	37
Realización del informe antropométrico.....	38
Registro de la epidemiología. ....	41
Registro de historial relacionado. ....	41
Registro de lesiones agudas.....	41
Qué y cómo se registraban el total de los datos epidemiológicos. ....	43
Realización de los test de disfunción del movimiento. ....	45
Patrón de movimiento lumbopélvico.....	49
Test control de la región anatómica lumbopélvica.....	51
Test control de la región anatómica de la cadera.....	57
Evaluación de los test.....	60
RESULTADOS .....	71
VARIABLES OBTENIDAS DE LA MUESTRA. ....	71
Histogramas de Edad, Peso, Talla e Índice de Masa Corporal. ....	71

Índices de Faulkner, Durning and Womersley, Rocha y Lee.....	73
Histogramas de somatotipo.....	75
COMPARACIÓN DE LAS MUESTRA DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO CON LA SELECCIÓN ESPAÑOLA Y EUROPEAS DE BALONMANO MASCULINO PARTICIPANTES EN EL CAMPEONATO DEL MUNDO DE 2013. ....	77
RESULTADOS DE LA EPIDEMIOLOGÍA.....	79
DATOS EPIDEMIOLÓGICOS GENERALES .....	79
Datos epidemiológicos generales.....	79
Estadísticos descriptivos de la epidemiología. Porcentajes.....	79
RESULTADOS DE LOS FALLOS DE LOS TEST. ....	98
TABLAS CONTINGENCIA DOLOR LUMBAR Y FALLO EN LOS TEST .....	98
TABLAS CONTINGENCIA DOLOR RODILLA IZQUIERDA Y FALLO EN LOS TEST.....	103
TABLAS CONTINGENCIA DOLOR RODILLA DERECHA Y FALLO EN LOS TEST .....	108
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS RANGOS ARTICULARES.....	113
RESULTADOS DE LA CORRELACIÓN INTEREVALUADORES.....	121
TABLAS DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN INTRACLASE.....	121
DISCUSIÓN.....	127
Breve comparativa de la muestra .....	127
Discusión de los datos epidemiológicos.....	129
Discusión de los datos obtenidos durante los test de movimiento.....	139
Discusión de los datos obtenidos en los rangos articulares y stabilizers®.....	145
Discusión sobre de la evaluación visual y los datos del ICC entre evaluadores.....	149
Limitaciones del estudio.....	149
Recomendaciones.....	151
CONCLUSIONES.....	154
BIBLIOGRAFÍA.....	158
ANEXOS.....	170
ANEXO 1.....	171
ANEXO 2.....	173
ANEXO 3.....	176
ANEXO 4.....	178
ANEXO 5.....	179
Datos generales totales del registro epidemiológico.....	179



## ÍNDICE DE TABLAS

• Tabla 1 - Funciones de los músculos según su clasificación.....	22
• Tabla 2 – Disfunciones asociadas a cada clasificación muscular.....	27
• Tabla 3 - Material para la realización de medidas antropométricas. ....	39
• Tabla 4 - Correspondencia entre motivo de la ausencia y código de colores. .....	44
• Tabla 5 - Test de movimiento realizados y sus especificaciones de zona anatómica a evaluar, rango articular y dirección del movimiento. ....	46
• Tabla 6 –Ítems a evaluar en los test de movimiento. Especificaciones de evaluaciones correctas e incorrectas.....	61
• Tabla 7 - Puntos de referencia para la evaluación del rango en las articulaciones a evaluar. ....	66
• Tabla 8 - Comparativa de las variables edad, estatura, peso e IMC de los sujetos de estudio con la selección española y la media de selecciones europeas participantes en el Campeonato del Mundo de balonmano masculino de 2013.....	77
• Tabla 9 – Porcentaje de horas entrenadas. ....	80
• Tabla 10 – Porcentaje de horas jugadas. ....	80
• Tabla 11 - Porcentaje de horas perdidas por lesión.....	81
• Tabla 12 - Porcentaje de horas entrenadas con dolor.....	81
• Tabla 13 - Porcentaje de horas perdidas por otros motivos.....	82
• Tabla 14 - Índice lesional durante el entrenamiento.....	83
• Tabla 15- Índice lesional en partido.....	83
• Tabla 16 - Valores de los índices lesionales calculados por 1000 horas de exposición. ....	84
• Tabla 17 - Tabla con porcentajes de lesiones agudas y de sobreuso. ....	84
• Tabla 18 - Distribución de lesiones traumáticas y no traumáticas que causaron baja en partidos y entrenamientos. ....	87
• Tabla 19 - Total de lesiones de sobreuso por zona anatómica.....	88
• Tabla 20 - Horas entrenadas con dolor. Estadísticos Descriptivos para el total de la muestra. ....	89
• Tabla 21 - Horas entrenadas con dolor. Estadísticos descriptivos de los sujetos afectados.....	90
• Tabla 22 - Prevalencia de las lesiones de sobreuso.....	90
• Tabla 23 - Correlaciones estadísticas de las distintas variables de horas e índices lesionales de la epidemiología. ....	95
• Tabla 24 - Tabla de contingencia Dolor lumbar * FT.....	98
• Tabla 25 - Tabla de contingencia Dolor lumbar * CSB.....	99
• Tabla 26 - Tabla de contingencia Dolor lumbar * CSMD.....	99
• Tabla 27 - Tabla de contingencia Dolor lumbar * CSMI.....	100
• Tabla 28 - Tabla de contingencia Dolor lumbar * CUAD.....	100

• Tabla 29 - Tabla de contingencia Dolor lumbar * DERS .....	101
• Tabla 30 - Tabla de contingencia Dolor lumbar * DFRP .....	101
• Tabla 31 - Tabla de contingencia Dolor lumbar * DEP .....	102
• Tabla 32 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla Izquierda * FT .....	103
• Tabla 33 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda * CSB.....	104
• Tabla 34 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda * CSMD .....	104
• Tabla 35 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda * CSMI .....	105
• Tabla 36 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda * CUAD.....	105
• Tabla 37 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda * DERS .....	106
• Tabla 38 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda * DFRP .....	106
• Tabla 39 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda * DEP .....	107
• Tabla 40 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha * FT.....	108
• Tabla 41 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha * CSB.....	109
• Tabla 42 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha * CSMD.....	109
• Tabla 43 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha * CSMI .....	110
• Tabla 44 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha * CUAD.....	110
• Tabla 45 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha * DERS .....	111
• Tabla 46 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha * DFRP .....	111
• Tabla 47 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha * DEP .....	112
• Tabla 48 - Estadísticos descriptivos rangos articulares .....	113
• Tabla 49 - Coeficiente de correlación intraclase FT .....	121
• Tabla 50 - Coeficiente de correlación intraclase CSB.....	121
• Tabla 51 - Coeficiente de correlación intraclase CSMD. ....	122
• Tabla 52 - Coeficiente de correlación intraclase CSMI .....	122
• Tabla 53 - Coeficiente de correlación intraclase CUAD.....	122
• Tabla 54 - Coeficiente de correlación intraclase DERS .....	123
• Tabla 55 - Coeficiente de correlación intraclase DFRP .....	123
• Tabla 56 – Porcentaje de masa libre de grasa e índice de Lee de los jugadores de primera división de balonmano de la liga portuguesa según Massuça <i>et al</i> 2015.....	127
• Tabla 57 - Resumen de los índices lesionales y porcentajes de lesiones obtenidos de otras publicaciones de estudios epidemiológicos en balonmano.....	131
• Tabla 58 - Medidas tomadas para la realización de la antropometría .....	174
• Tabla 59 - Datos generales de la epidemiología. Horas totales entrenadas por el equipo en ambas temporadas y horas de las distintas variables por jugador.....	179
• Tabla 60 - Lesiones agudas que causaron baja (>1 día) durante la temporada de liga Asobal 2013-2014 .....	181
• Tabla 61 - Lesiones agudas que han causado baja (>1día) durante la temporada de liga Asobal 2014-2015 .....	185
• Tabla 62 - Distribución de las horas entrenadas con dolor por sujeto .....	188

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Posiciones de juego en el campo durante la acción de ataque. Los jugadores rojos son atacantes y los verdes defensores. Los jugadores defensores están numerados de los extremos al centro del área. Los atacantes son CB center back o central, GB goalkeeper o portero, LB left back o lateral izquierdo, LW left wing o extremo izquierdo, P pivot o pivote y RB right back o lateral derecho..... 7
- Figura 2. Factores determinantes para el rendimiento en balonmano..... 10
- Figura 3- Tabla mostrando la correspondencia entre el comportamiento de los síntomas y las consideraciones sobre el movimiento o alineación que los provoca..... 19
- Figura 4 - Diagrama de tensión longitud muscular..... 25
- Figura 5 - Sujetos iniciales y finales participantes en el estudio. .... 37
- Figura 6 - EVA empleada en el estudio. .... 43
- Figura 7 - Unidad de monitorización de presión. Stabilizer. .... 49
- Figura 8 - Posición inicial del test de flexión de tronco. .... 50
- Figura 9- Test de flexión de tronco, posición final ..... 51
- Figura 10 - Posición inicial del test de cuadrupedia..... 52
- Figura 11 – Posición final del test de cuadrupedia ..... 52
- Figura 12 - Posición inicial del test de doble extensión de rodilla en sedestación..... 53
- Figura 13 – Posición final del test de doble extensión de rodilla en sedestación..... 54
- Figura 14 – Test de doble flexión de rodilla en prono..... 55
- Figura 15 - Test de doble elevación de piernas en supino. .... 56
- Figura 16 - Visión frontal y lateral del cuarto de sentadilla bipodal. .... 58
- Figura 17 - Vista frontal y lateral del cuarto de sentadilla monopodal izquierda..... 60
- Figura 19 - Histograma de estatura (cm)..... 71
- Figura 20 - Histograma de edad (años) ..... 71
- Figura 21 - Histograma de peso (kg) ..... 72
- Figura 22 - Histograma IMC ponderal..... 72
- Figura 23 - Histograma de porcentaje masa grasa de Faulkner ..... 73
- Figura 24 - Histograma de porcentaje de masa grasa de Durning and Womersley..... 73
- Figura 25 - Porcentaje de masa ósea de Rocha..... 74
- Figura 26 - Porcentaje masa muscular de Lee..... 74
- Figura 27 - Histograma de endomorfia..... 75
- Figura 28 - Histograma de mesomorfia..... 75
- Figura 29 - Histograma de ectomorfia ..... 76

• Figura 30 - Diagrama de somatotipo medio obtenido en la hoja de cálculo Excel de FEMEDE.....	76
• Figura 31 – Porcentaje de horas entrenadas. ....	80
• Figura 32 – Porcentaje de horas jugadas. ....	80
• Figura 33 - Porcentaje de horas perdidas por lesión .....	81
• Figura 34 - Porcentaje de horas entrenadas con dolor .....	81
• Figura 35 – Porcentaje de horas perdidas por otros motivos .....	82
• Figura 36 - Índice lesional durante el entrenamiento .....	83
• Figura 37 - Índice lesional en partido.....	83
• Figura 38 - Diagramas de barras de error con porcentajes de horas.....	85
• Figura 39 - Diagramas de barras de error con los índices lesionales jugador/1000 horas.....	86
• Figura 39 - Diagrama de barras de error de las horas jugadas con dolor. Muestra total.....	91
• Figura 41 - Diagrama de barras de error de las horas jugadas con dolor. Sujetos afectados. ....	92
• Figura 42 - Diagrama de barras de error de la EVA. Muestra total. ....	93
• Figura 43 - Diagrama de barras de error de la EVA. Sujetos afectados.....	94
• Figura 44 - Diagramas de dispersión de las variables presentadas en la tabla de correlaciones.....	97
• Figura 45- Diagrama de barras de error del rango de flexión de la cadera en FT .....	115
• Figura 46 – Diagrama de barras de error de los rangos de flexión de tronco en los test de cuarto de sentadilla .....	116
• Figura 47 – Diagrama de barras de error de las rotaciones de cadera en los test de cuarto de sentadilla.....	117
• Figura 48 – Diagrama de barras de error del rango de flexión de rodilla en el test DFRP .....	118
• Figura 49 –Diagrama de barras de error de los valores del estabilizer en el test DFRP .....	119
• Figura 50 – diagrama de barras de error de los valores del estabilizer en el la elevación, posición final y descenso de piernas del test DEP.....	120
• Figura 51 - Informe de recogida de datos antropométricos.....	173
• Figura 52 - Plantilla de resultados del informe antropométrico del grupo. ....	175
• Figura 53 - Ejemplo de tabla de recogida de datos correspondiente al mes de noviembre de la temporada ASOBAL 2013-2014. ....	178



## GLOSARIO DE ABREVIATURAS EMPLEADAS

**ASOBAL** La Asociación de Clubes de Balonmano

**CCI** Coeficiente de Correlación Intraclase

**CSB** Cuarto de sentadilla bipodal

**CSMD** Cuarto de sentadilla monopodal derecha

**CSMI** cuarto de sentadilla monopodal izquierda

**COI** Comité Olímpico Internacional

**CUAD** Cuadropedia

**DEP** Doble elevación de piernas

**DERS** Doble extensión de rodillas en sedestación

**DFRP** Doble flexión de rodilla en prono

**EVA** Escala Visual Analógica

**FEMEDE** Federación Española de Medicina del Deporte

**FIFA** Federación Internacional de Fútbol Asociación

**FT** Flexión de tronco

**GREC** Grupo Español de Cineantropometría

**ISAK** International Society for Advancement in Kineanthropometry

**UEFA** Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol

## INTRODUCCIÓN

---

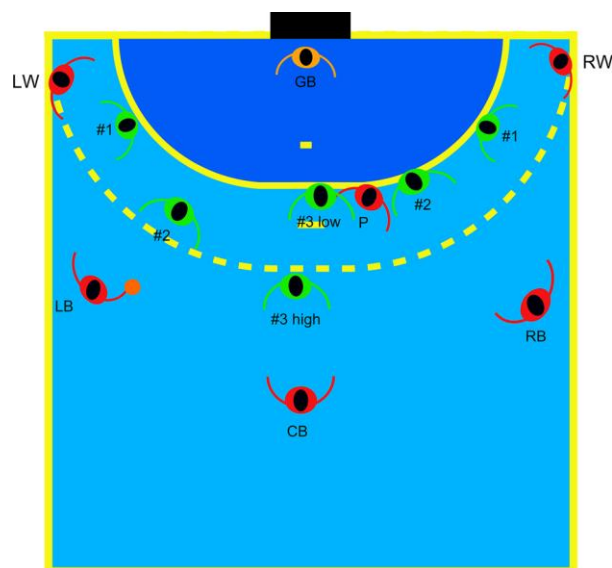
## INTRODUCCIÓN

### El balonmano y sus demandas físicas.

El balonmano es un deporte de equipo, que consiste en el enfrentamiento entre dos grupos de 7 jugadores cada uno (un portero y 6 jugadores de línea). El encuentro tiene lugar en una cancha rectangular de 40 x 20 metros en la que se hallan dos líneas de gol, y dicho juego dura una hora. Éste se divide en dos partes de 30 minutos. El equipo que consigue realizar el máximo de anotaciones al final del partido vence. (1)

Las distintas posiciones de los jugadores se dividen en central, extremos, laterales, pivote y portero. Excepto este último, todas las posiciones participan en jugadas de ataque y defensa. (2) Su distribución en el campo es como expresa la Figura 1.

Figura 1. Posiciones de juego en el campo durante la acción de ataque. Los jugadores rojos son atacantes y los verdes defensores. Los jugadores defensores están numerados de los extremos al centro del área. Los atacantes son CB center back o central, GB goalkeeper o portero, LB left back o lateral izquierdo, LW left wing o extremo izquierdo, P pivot o pivote y RB right back o lateral derecho.



Karcher C, *et al*, On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. Sports Med 2014.



Los jugadores de balonmano deben de coordinar bien sus movimientos para correr, saltar, empujar, cambiar de dirección y realizar movimientos específicos de transmisión del balón. También deben ser diestros atrapando pases, lanzando el balón, controlándolo y bloqueando al contrario. (3)

Este es un deporte que se puede considerar de alta intensidad a pesar de que el 70% del tiempo del juego se permanece de pie o caminando. La gran cantidad de repeticiones de actividades de alta intensidad como esprintar, saltar, fintar, batirse con los jugadores de la línea de defensa o contactar directamente contra ellos, convierten a este deporte en una actividad de alta demanda física. (2,3)

El trabajo de Wagner *et al* del 2014 resume los factores determinantes para la práctica y óptimo rendimiento en el balonmano en dos grupos:

### 1. Factores individuales:

- a. Coordinación: El rendimiento y la velocidad del tiro en balonmano está fuertemente influenciado por la coordinación de los distintos segmentos que aportan velocidad angular al lanzamiento para su aceleración. La rotación de la pelvis y la flexión del tronco deben iniciar el movimiento. A continuación se debe realizar la flexión de codo y hombro y acabar con una flexión de hombro y extensión de codo. La adaptación de diferentes situaciones de salto para mejorar el rendimiento (bloqueo del tiro, salto con uno o dos piernas, con o sin previa carrera) y acciones específicas como la agilidad (en ataque y defensa, cortas aceleraciones, cambios en dirección) son necesarias.
- b. Fuerza: La fuerza de miembros superiores e inferiores es fundamental para la realización de movimientos específicos de balonmano, y para mantener el rendimiento durante el final de la temporada competitiva.
- c. Resistencia: Los jugadores de balonmano necesitan una alta capacidad aeróbica para recuperarse durante los momentos de baja intensidad de juego. De este modo aseguran un alto nivel de rendimiento físico durante las fases de alta intensidad del mismo

(VO<sub>2</sub> máx de 55 a 60 ml · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>; Concentración de Lactato en Sangre Pico de 8 a 12 mmol · l<sup>-1</sup>) durante todo el partido (2 partes × 30 minutos).

- d. Constitución: la altura es un factor determinante para realizar lanzamientos ofensivos y bloqueos defensivos de manera efectiva. La masa corporal es importante durante las acciones de uno contra uno. Una masa corporal superior permite conseguir una mayor velocidad de la pelota en el lanzamiento de salto. La posición de cada jugador también determina las características físicas adecuadas. Los extremos son menores en estatura y pesan menos comparados con los pivotes o los laterales. (4)

### 2. Factores de equipo:

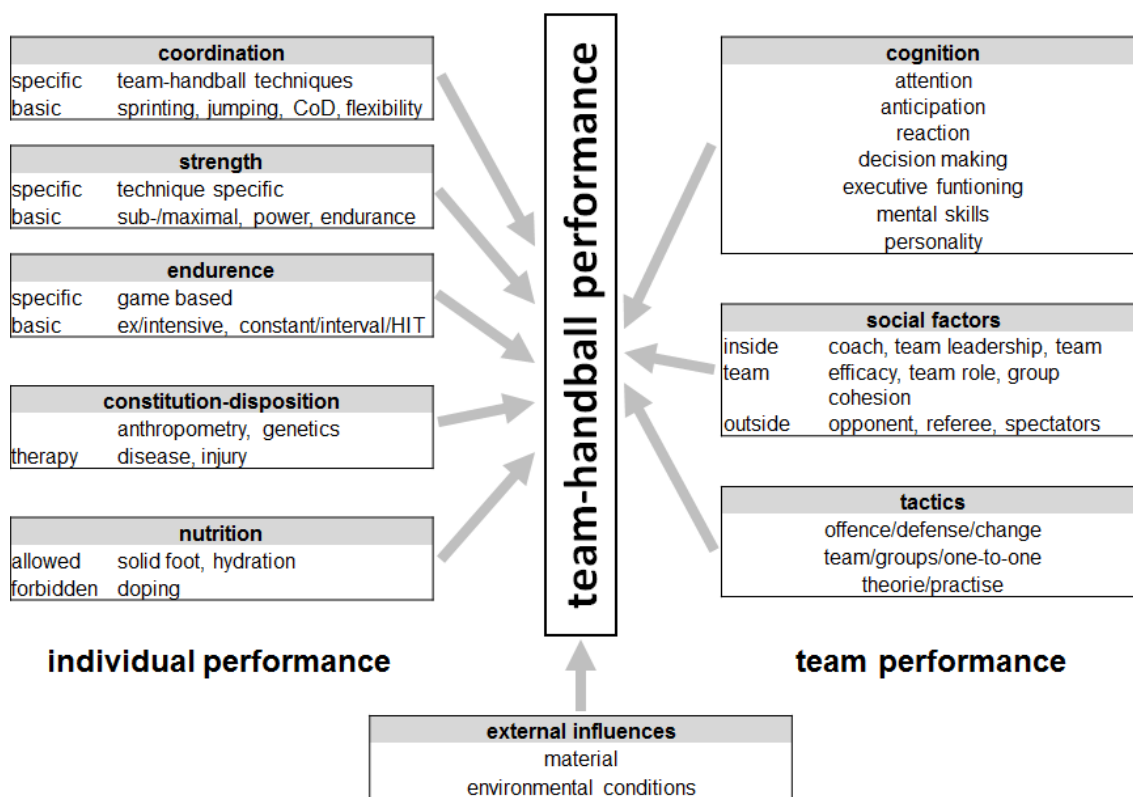
- a. Factores cognitivos: Los rasgos psicológicos necesarios en un jugador equilibrado son:
  - i. Alta capacidad para gestionar situaciones de estrés físico y psicológico.
  - ii. Gran estabilidad emocional en situaciones críticas, como decisiones adversas o rigurosas por parte de los árbitros o provocaciones de los oponentes. (4)
  - iii. Alta tolerancia al dolor. Los jugadores de balonmano suelen competir con niveles de leves a moderados de dolor. (5)
  - iv. Alto sentido de la disciplina y paciencia. Las jugadas pueden prolongarse en el tiempo y es necesario mantener el control de esta hasta el final.
  - v. Capacidad para cambiar de una actitud individualista a una de equipo. A veces el jugador debe ser capaz de tomar decisiones unilaterales que puedan ayudar al equipo. Por el contrario, debe ser capaz de ponerse al servicio del juego de equipo para las jugadas ofensivas y defensivas.
  - vi. Inteligencia de juego. Se puede definir como la capacidad de saber qué y cómo hacerlo en cada momento. Además se

complementa con capacidades como buena percepción espacial y anticipación.

- b. Factores sociales: la capacidad de cohesionar e integrar un grupo con todos sus componentes en un aspecto básico de un deporte de equipo. El entrenador como figura integradora y jerárquica tiene la función de potenciar tanto el trabajo de equipo como las habilidades individuales, evitando rivalidades entre jugadores.
- (4)

A continuación se representa en la Figura 2 un diagrama resumen con los factores determinantes para obtener un rendimiento adecuado en la práctica del balonmano.

Figura 2. Factores determinantes para el rendimiento en balonmano.



Wagner H, *et al*, Individual and team performance in team-handball: A review. J. Sports Sci. 2014.

### **La liga ASOBAL.**

La liga ASOBAL (Asociación de Clubes de Balonmano de España) es el nombre que mediáticamente se da a la División de Honor Masculina de dicho deporte. ASOBAL fue fundada en el año 1984, y dicha Liga no tiene la consideración de Liga Profesional, por lo que únicamente puede organizar la competición por delegación expresa y bajo la supervisión y control de la Real Federación Española de Balonmano (RFEBM), que es quien ostenta la titularidad legal de las competencias y la única que le otorga el carácter de competición oficial.(6,7)

### **Epidemiología en el balonmano.**

#### **Definición de lesión y recogida de datos.**

Debido a las características de alta intensidad y contacto del deporte del balonmano, se han realizado numerosos estudios epidemiológicos para una mejor comprensión de qué tipo de lesiones ocurren con mayor frecuencia y por qué.

La definición de lesión y recogida de datos de la presente trabajo se basa en el trabajo de la Federación Internacional de Federaciones de Fútbol (FIFA) Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries.(8) Dicho protocolo ha probado ser eficaz en otros deportes de equipo como el rugby(9). En dicho trabajo ya se apunta que este sistema de registro puede ser válido para deportes de equipo como el balomano. Por último cabe destacar que ya hay un precedente de estudio realizado para un trabajo doctoral de un seguimiento epidemiológico de un club de balonmano de liga ASOBAL en España, el cual emplea las normas UEFA para la recogida de estos datos(10). Dichas normas están contenidas y revisadas en el consenso anteriormente citado.

Es fundamental estudiar con atención la revisión de la definición de lesión en estos trabajos. En las normas de la Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol (UEFA) se define como lesión “todo daño físico que ocurre durante la práctica deportiva, entrenamiento o partido, y que genera la incapacidad del jugador para participar completamente en un entrenamiento o partido”. Se excluyen las lesiones producidas fuera de la práctica deportiva y las enfermedades comunes.(11)

Sin embargo en el trabajo de Fuller *et al* del 2007 se define lesión como “cualquier dolor físico que refiera un jugador como resultado de un partido o entrenamiento, independientemente de que necesite atención médica o provoque una pérdida de actividades deportivas (entrenamientos o partidos)”. (9) Dicho cambio hace variar el tipo de registro llevado a cabo por el personal al cargo, siendo este más exhaustivo.

Respecto al resto de términos como horas de exposición, gravedad de la lesión y al factor de exposición al riesgo o índice lesional ambos trabajos coinciden en la definición, que se apunta a continuación:

- Horas de exposición: Suma del tiempo dedicado a partidos (oficiales y amistosos) y entrenamientos o cualquier actividad física individual o colectiva bajo el control del equipo técnico con el objetivo de mantener o mejorar la condición física de los jugadores.
- Gravedad de la lesión: Viene determinada por el número de días de ausencia a entrenamientos. Los niveles considerados de lesión son: leve (de 1 a 7 días), moderada (de 8 a 28 días) y grave (más de 28 días). En caso de que la lesión no cause pérdida de actividad se registrara como Severidad 0.
- Factor de exposición al riesgo: El riesgo de padecer una lesión debe ser considerado por dicho factor, por lo que realizamos el cálculo del índice de incidencia lesional según el número de lesiones por 1.000 h de exposición al riesgo, que está basada en el tiempo real e individual a entrenamientos y partidos.

Los dos trabajos mencionados con anterioridad también coinciden en la clasificación de lesiones como traumática y de sobreuso:

- Traumática: es aquella que se produce tras una acción específica e identificable. Se puede clasificar en:
  - Esguince
  - Distensión
  - Contusión
  - Fractura

- Luxación
- Otros: no clasificado en los anteriores. Ejemplo: herida.
- **Sobreuso:** síndrome de dolor musculoesquelético originada por microtraumas repetitivos pero sin una causa única identificable como responsable de dicho dolor.

### **Datos epidemiológicos y la evolución del concepto de lesión.**

Existen publicaciones de epidemiología en balonmano tanto en periodos de competición como de seguimiento longitudinal durante una o varias temporadas.

En los estudios epidemiológicos realizados durante las olimpiadas de verano del 2004, 2008 y 2012, se registraron todas las lesiones que precisaron de atención médica independientemente de si causaron baja o no de la actividad deportiva. Dichos trabajos recogen los datos de los diferentes deportes olímpicos, y el balonmano aparece en todas las ediciones como uno de los cuatro deportes donde la incidencia de lesiones por 1000 horas de juego es de las más altas (12-14), siendo más del 40% de dichas lesiones por contacto con otro jugador (14). Asimismo dicho trabajo es el primero que incluye el registro de enfermedades comunes.

En los trabajos realizados en las olimpiadas de 2008 y de 2012 ya se incluye el registro de lesiones de sobreuso, aunque de manera general para todos los deportes. No se dan datos específicos sobre balonmano, y éste no aparece como uno de los deportes más afectados por este tipo de problema.(14,15)

En el estudio epidemiológico realizado por Bere *et al* en 2015 durante el 4º Campeonato del Mundo de Balonmano Masculino que tuvo lugar en Qatar, se hace especial hincapié en el nuevo protocolo de supervisión de lesiones y enfermedades propuesto por el Comité Olímpico Internacional (COI). El COI pretende alentar a las federaciones internacionales a establecer dichos protocolos de registro con la intención de implementar medidas preventivas fundamentadas en la información obtenida. En resumen, la finalidad de dicho estudio era definir el patrón lesional y de enfermedades acaecidas durante el campeonato. (16)

En dicho estudio se concluye que solo el 12% de las lesiones son de sobreuso siendo más del 61% por contacto. (16). En ese trabajo se apunta que probablemente esta cifra esté siendo subestimada debido a la escasa madurez de los sistemas de registro empleados para dicho fin, especialmente para emplearlo durante competiciones. Pero por primera vez se deja patente la preocupación por este tipo de lesiones y su seguimiento.

Cabría preguntarse entonces si la incidencia de dichas lesiones difiere durante los registros prospectivos a largo plazo y si hay estudios que recojan las lesiones de sobreuso en dichos periodos, ya que por ser más prolongados en el tiempo se podrían prestar a un registro más exhaustivo.

En el trabajo prospectivo de seguimiento de Seil *et al* en 1998, el cual sigue siendo una referencia a día de hoy, se realiza el registro de lesiones de dieciséis equipos masculinos de alto nivel no profesional durante un año. En este estudio ya se recogen las lesiones de sobreuso, y se apunta que del 66% de los jugadores de la muestra (n=123) se registraron 183 síntomas de sobreuso, cuya distribución en porcentaje fue 35% en el hombro 31% en la columna lumbar 30% en la rodilla.(17)

En cambio, el estudio de Mónaco *et al* en 2014 sólo se recogieron las lesiones que causaban baja.

Se podría presumir entonces que las lesiones por sobreuso en los deportes de contacto como el balonmano aparecían ya en los estudios epidemiológicos, pero sin un peso específico ni un protocolo adecuado para su recogida. Por ello probablemente se ha situado el foco de atención en este tema en los últimos años. La bibliografía nos muestra que en numerosas ocasiones los atletas siguen entrenando y compitiendo a pesar de padecer lesiones de sobreuso, y su nivel de tolerancia a dichas lesiones antes de dejar de participar en su actividad deportiva es alto, especialmente en atletas de nivel alto o élite(18). El reto actualmente está en cómo registrar dichas lesiones.

### **Lesiones de sobreuso y su registro.**

Las lesiones de sobreuso han sido ya ampliamente definidas pero escasamente cuantificadas. (18-20)

Bahr *et al* en 2009 realizaron el seguimiento de un equipo de Voleibol playa durante 8 semanas. (18) Se llevaba a cabo el registro mediante cuestionarios del dolor experimentado en hombros, zona lumbar y rodillas. En estos cuestionarios se les pedía que puntuasen su dolor mediante la escala visual analógica (EVA). Se les indicaba a los sujetos que registrasen su dolor sin tener en cuenta su efecto en su participación o desempeño de actividades deportivas. Obviamente, en comparación con registros anteriores en los que se registraban sólo las lesiones que producían pérdida de horas de entrenamiento y juego, dicho estudio obtuvo un porcentaje mayor de lesiones por jugador.

En este trabajo se apuntan varias dificultades a tener en cuenta para el registro de dichas lesiones. Ante todo, el autor plantea que lo ideal sería llevar un seguimiento continuo de la plantilla, incluso en pausas entre temporadas. Es decir, los estudios deberían ser prospectivos. Pero conseguirlo es complicado debido a la gran variabilidad de sistemas y personal sanitario entre los distintos clubes deportivos.

También apunta que los estudios deberían emplear el término de prevalencia en vez del de incidencia para informar sobre el riesgo de lesión. En las lesiones de sobreuso no es tan interesante saber cuántos casos nuevos aparecen como cuantos casos se dan durante un periodo de tiempo definido, para intentar establecer relaciones entre la lesión y otras variables del deporte.(18)

Clarsen *et al* en 2014 realizaron un estudio prospectivo en 5 disciplinas deportivas: esquí de fondo, esquí, unihockey, voleibol y balonmano. (20) Para la recogida de datos se empleó el cuestionario Oslo Sports Trauma Research Center Overuse Injury Questionnaire.(21) El estudio se llevó a cabo durante 13 semanas. Éste trabajo concluye que el porcentaje de lesiones de sobreuso en diversas áreas anatómicas en los diferentes deportes está siendo subestimado en los estudios epidemiológicos tradicionales. En dicho estudio se calcula la prevalencia total (número de lesiones registradas en una zona anatómica concreta por el número



total de participantes en el estudio) y la prevalencia de las lesiones de sobreuso fundamentales. Ésta se calcula igual que en el caso anterior, pero en el numerador se incluyen solo los problemas que suponían una imposibilidad de moderada a severa en la participación deportiva. Todo ello se calcula mediante la puntuación de discapacidad obtenida por cada lesión en el cuestionario. Por distribución anatómica, en el caso concreto de balonmano, se registraron un 20% del total de las lesiones de sobreuso en la rodilla, un 12% en la zona lumbar y un 22% en el hombro.

Respecto a lo que podemos concluir con la información que nos ofrecen estos estudios, las lesiones de sobreuso y por su causa el dolor experimentado por los atletas durante su práctica deportiva, debe ser tenido en cuenta.

Pero no sólo se debe emplear el registro de lesiones de sobreuso como dato estadístico en sí. Como se ha apuntado anteriormente en este texto el objetivo es conocer cuáles son las causas y con ello poder realizar un plan preventivo para evitarlas. En el siguiente apartado expondremos cómo los dolores prolongados en el tiempo a veces tienen relación con los patrones de movimiento alterados.

### **La disfunción del movimiento y su relación con el dolor lumbar de origen mecánico.**

Se ha estudiado la influencia de la posición estática lumbopélvica en el dolor lumbar, y su correlación con la estabilidad. Danis *et al* en 1998 compararon un grupo de personas con hipofunción vestibular con un grupo de sujetos sanos y comprobó que no había influencia en la posición lumbopélvica estática respecto a la estabilidad.(22) Norton *et al* en 2004, perteneciente al grupo de investigación de Shirley Sahrmann, investigadora de referencia en el campo de la disfunción del movimiento, realizaron un estudio para objetivar si existía diferencia entre las curvaturas lumbares por géneros y entre sujetos con dolor lumbar o sin él. Hallaron que no existía diferencia en dichas curvatura entre sujetos con y sin dolor lumbar. (23)

Visto que el estudio de la estática no contribuye a dilucidar el origen del dolor lumbar, se apunta al estudio del movimiento del área lumbopélvica para conocer

mejor las causas del dolor de origen mecánico de dicha zona anatómica. El trabajo realizado por O'Sullivan *et al* en 1996 recoge los distintos modelos de diagnóstico existentes para el dolor lumbar y apunta la existencia de tres subgrupos principales de pacientes cuyo dolor está relacionado con la disfunción del movimiento y el control de este:

1. Pacientes que presentan desordenes con un alto nivel de dolor y discapacidad y sus movimientos incontrolados son adaptativos a un proceso patológico subyacente, como podría ser el caso de un prolapso del disco intervertebral, una estenosis de canal con compresión radicular, una espondilolistesis, etc.
2. Un pequeño grupo de pacientes donde el origen del dolor de sus desordenes está en el lóbulo frontal del cerebro, y es secundario a la prevalencia de factores psicológicos o sociales, es decir, no son de origen orgánico.
3. Un tercer gran grupo que estaría formado por pacientes que realizan movimientos maladaptativos o no son capaces de controlar el movimiento que les causa dolor. Esto se traduce en una excesiva sobrecarga de los tejidos blandos, con la consecuente lesión de estos, discapacidad y estrés mecánicos de las estructuras. (24)

En el último subgrupo se incluirían los pacientes que tienen disfunción del movimiento, es decir, emplean una conducta evitativa del movimiento que les provoca dolor, o, en su defecto, son incapaces de evitar y controlar el movimiento que les provoca dicho dolor. Estas serían a las causas originarias de su dolor lumbar.

Dentro del tercer grupo, al cual pertenecen los sujetos de nuestro trabajo, se han establecido categorías de disfunción del movimiento. Los trabajos de Van Dillen y Sahrman consisten en el desarrollo y validación de un sistema de clasificación de la disfunción del movimiento para un mejor diagnóstico y tratamiento de los pacientes. (25-29)

El fundamento de dicho sistema es identificar las posturas o movimientos que provocan el dolor. Si el paciente asume una posición o movimiento alejado del

biomecánicamente adecuado, puede acabar desarrollando dolor lumbar mecánico, siempre dependiendo de factores como la repetición del movimiento, su intensidad y la antropometría del sujeto. Para identificar esta relación entre movimiento anómalo y dolor se propone un sistema de evaluación basado en correlacionar la historia actual y pasada del paciente con su exploración física.

El diagnóstico clínico en el área lumbopélvica se lleva a cabo correlacionando los síntomas de dolor lumbar con distintas posiciones y movimientos. La reproducción de síntomas o falta de control en los movimientos nos indica la dirección de fallo en la columna lumbar del paciente, permitiéndonos clasificarlo en una de los 5 grupos según la dirección de dicha falta de control. Estos grupos son:

1. Extensión lumbar.
2. Flexión lumbar.
3. Rotación lumbar.
4. Rotación lumbar con extensión.
5. Rotación lumbar con flexión.

A continuación presentamos la Figura 3, en la que se presenta la tabla realizada por Van Dillen y Cols en la que se especifica la correlación entre síntomas, movimientos y correcciones.

**Figura 3- Tabla mostrando la correspondencia entre el comportamiento de los síntomas y las consideraciones sobre el movimiento o alineación que los provoca.**

**TABLE 1.** Items from original examination<sup>31</sup> proposed important for classification of mechanical low back pain organized by test position, symptom behavior with variations of the test position or movements within the test position, and clinical judgments of quality of alignment or movement.

Test Position	Symptom Behavior With	Judgments of Alignment or Movement
Standing	• Standing	• Shape of the lumbar curve (with and without flexible ruler) • Asymmetry of the lumbar curve • Regularity of the lumbar curve (with and without flexible ruler) • Swayback posture
	• Posterior pelvic tilt against wall • Forward bending	• Lumbar flexion • Lumbar extension • Relative flexibility*
	• Corrected <sup>†</sup> forward bending • Return from forward bending	• Hip extension • Lumbar extension • Pelvic and shoulder sway
	• Corrected return from forward bending • Side bending	• Asymmetrical lumbar region movement
	Sitting	• Sitting with lumbar region flat • Sitting with lumbar region flexed • Sitting with lumbar region extended • Knee extension • Corrected knee extension
Supine		• Hips and knees flexed • Hips and knees extended
	Hook lying	• Hip abduction with lateral rotation • Corrected hip abduction with lateral rotation
Prone		• Prone • Corrected prone • Knee flexion
	• Hip rotation	
	• Hip extension	
	Quadruped	• Natural alignment
• Corrected alignment • Arm lifting • Rocking backward		• Asymmetrical lumbar region rotation • Relative flexibility • Pelvic rotation or tilt
• Corrected rocking backward • Rocking forward		

\* A judgment of relative flexibility refers to a judgment made by the examiner about the relative timing of movement of the lumbar region and the proximal joints when the patient performs a trunk or a limb movement. In general, a patient exhibits a relative flexibility impairment if the lumbar region moves in the first 50% of the range of the overall movement or excessively during the overall movement.

<sup>†</sup> Corrected test items are follow-up items in which the lumbar region is repositioned to achieve a neutral alignment, or movement of the lumbar region is restricted relative to what was observed with the previous symptomatic test item. The effect of the changes in alignment and movement on symptoms is assessed.

<sup>‡</sup> Because rotation and side bending are coupled motions in the lumbar region, items that refer to judgments of alignment and movement of lumbar region rotation or pelvic rotation include side-bending alignment or movement.

**Van Dillen, et al, Movement system impairment-based categories for low back pain: stage 1 validation. J. Orthop. Sports Phys. Ther. 2003**

Cabe destacar que a día de hoy sólo se ha llegado al segundo estadio de valoración en los grupos de extensión lumbar y rotación lumbar con extensión. No se encontraron suficiente número de sujetos que se pudiesen clasificar como flexión lumbar y rotación lumbar con flexión como para obtener una estadística significativa.

En el trabajo de Van Dillen *et al* de 2009 se propone un estudio de distintos test de movimiento donde se permite al paciente realizar la estrategia o movimiento deseado para a continuación informar de su sintomatología. Tras los test que provocaban síntomas, se realizaban test secundarios donde se modifica la alineación de la columna lumbar y el movimiento para comprobar si la sintomatología disminuía o desaparecía. En el 82% de los test secundarios se mejoró la sintomatología del paciente y en el 54% de estos fue necesario modificar más de una dirección de movimiento de la columna lumbar.(29)

Estas modificaciones confirman la clasificación para este tipo de pacientes como sujetos que padecen dolor lumbar mecánico por una disfunción del movimiento del área lumbopélvica, y también permite proporcionar estrategias para controlar su dolor.

En cuanto al tema deportivo que nos ocupa, otros autores en colaboración con los anteriores han apuntado la posible disfunción del movimiento en deportes asimétricos que implican rotación de la cadera y el tronco de forma repetida. Harris-Hayes *et al* en 2009 postulaban que en los deportistas que padecen dolor lumbar mecánico pueden presentar una falta de coordinación entre el movimiento de la cadera y el de rotación lumbopélvica, sin que ésta presente limitaciones en el rango de movimiento de ninguna índole. Esta falta de coordinación apuntaría a que estos deportistas mueven de manera temprana e incontrolada la pelvis cada vez que mueven el miembro inferior. Si aumenta la frecuencia e intensidad de este movimiento mal realizado se sobrecargan los tejidos de la zona lumbar, sometidos a estrés mecánico y con ello produciéndose dolor. La disfunción principalmente observada en sujetos que presentan excesiva rotación y extensión lumbar es la falta de extensión y el retraso en la rotación de la cadera.

En el caso específico del test de rotación de cadera, varios autores postulan que en pacientes con dolor lumbar mecánico la pelvis comienza el movimiento de rotación antes de que la cadera llegue a unos 45º de rotación externa (27,30), o bien son pacientes que por ver limitada su rotación en la cadera compensan realizando más movimiento de rotación en la zona lumbar.(31)

A pesar de la valiosa información que proporcionan estos trabajos, no se explica cuál es el motivo de la falta de control del movimiento. Comerford y Mottram (Comerford *et al* 2001) publicaron un trabajo analizando los motivos de la disfunción de movimiento y el control. Este trabajo es la base de los fundamentos de evaluación y tratamiento de Kinetic Control®, y de los test de movimiento empleados en esta tesis.(32) Kinetic Control® es un amplio sistema de evaluación y reentrenamiento del control del movimiento que cuenta con 25 años de evolución. El movimiento incontrolado se puede identificar mediante test de control del movimiento. Los sujetos con dolor demuestran patrones de movimiento aberrantes durante la realización de dichos test, lo que les diferencia de los sujetos sin dolor.(33) Para comprender mejor que causa el patrón de movimiento anómalo, en los siguientes apartados procederemos a explicar con mayor profundidad la clasificación muscular según Kinetic Control y los posibles motivos de fallo del sistema muscular que llevan a un fallo en el movimiento.

### **La clasificación muscular.**

Los músculos son los encargados de realizar el movimiento humano, tanto movimientos amplios, como lanzar una pelota, como los menos obvios, como puede ser el que realizan los multifidos para estabilizar la columna lumbar cuando elevamos un brazo para levantar un peso. Sería lógico pensar que un fallo en la función, activación o reclutamiento de uno o varios músculos conlleva un fallo en el movimiento.

Existen tres características principales a tener en cuenta en la acción muscular, o dicho de otro modo, podemos clasificar los músculos en tres grupos. En la Tabla 1, presentada a continuación, se resume dicha catalogación:(34-37)

Tabla 1 - Funciones de los músculos según su clasificación.

Estabilizador Local	Estabilizador Global	Movilizador Global
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta la rigidez para controlar la estabilidad segmentaria.</li> <li>• Controla la posición neutra de la articulación.</li> <li>• Contracción=no hay cambio en la longitud, no produce aumento de RMA*</li> <li>• Actividad independiente de la dirección del movimiento</li> <li>• Responden a inputs propioceptivos. Posición articular, rango y cantidad de movimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera fuerzas para controlar el rango de movimiento</li> <li>• Contracción= cambio de longitud excéntrica. Control en el rango interno y rango externo hipermóvil.</li> <li>• Deceleración del momento en plano axial : rotación.</li> <li>• La actividad es dependiente de la dirección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genera el par para producir rango de movimiento.</li> <li>• Contracción= cambio de longitud concéntrico.</li> <li>• Aceleración concéntrica del movimiento especialmente en plano axial.</li> <li>• Absorción de impactos.</li> <li>• Su actividad es dependiente de a dirección.</li> <li>• No tienen una actividad continua (comportamiento fásico on/off)</li> </ul>

\*RMA: Rango de movimiento articular.

Debido a que cada grupo muscular tiene una función, habrá un fallo o disfunción característica en cada uno de ellos. Los estabilizadores locales tienen tendencia a fallar en su reclutamiento y propiocepción, sin embargo los estabilizadores globales tienen mayor porcentaje de fallo en el control excéntrico dentro del rango articular y en el control de la rotación. Por último los

movilizadores globales suelen restringirse en su longitud y aumentar su rigidez, disminuyendo el rango disponible de movimiento articular. A continuación ampliaremos brevemente en que consiste cada disfunción.

### **La propiocepción y su disfunción. Afectaciones del sistema muscular estabilizador.**

No sólo la fuerza es importante para una buena calidad del movimiento, también debe existir una activación muscular en un orden concreto para un correcto patrón motor. Esta acción coordinada debe llevarse a cabo no solo por los sinergistas, sino por los agonistas y antagonistas.

Hay tres características o capacidades que indican una buena propiocepción.

1. En las articulaciones una buena propiocepción nos da una buena sensación de posición. Una alteración de la propiocepción de la posición articular lleva a una mala aferencia de la motoneurona gamma y con ello una disminución de la activación voluntaria. Esto produce un cambio en el reclutamiento muscular. Es decir, se reclutan ineficientemente las fibras tónicas musculares, disminuyendo de la dominancia de éstas a favor de las fásicas que se vuelven más preponderantes.(38)
2. La propiocepción correcta modula la sensación de esfuerzo ante las cargas. En múltiples ocasiones los movimientos de baja carga son percibidos con una sensación de esfuerzo mayor a la que se debería sentir para ese tipo de gestos (por ejemplo, realizar una flexión de la cadera sin realizar una antroversión pélvica). Esto puede deberse a una debilidad de los músculos solicitados en baja carga, a cambios en la tensión longitud de dicho tejido, bloqueos neuromusculares de dichos músculos o problemas del sistema nervioso central.(39) La sensación de que es más fácil realizar un movimiento en alta carga que en baja carga se debe a una mayor facilidad de reclutamiento de las fibras musculares de tipo fásico. De hecho, si durante la readaptación cada vez se experimenta menor sensación de esfuerzo al realizar movimientos de baja carga, esto es un buen indicador de



un mayor reclutamiento de las fibras tónicas, y con ello una mejora de la estabilidad en la función.

3. La propiocepción nos proporciona la coordinación en el tiempo de la contracción muscular. Hogdes *et al* en 1996 ya apuntaron que un retraso en la activación del transverso abdominal se correlacionaba con individuos con dolor lumbar. (40) O'Sullivan *et al* en 2000 remarcan la importancia de la activación previa de los multifidos lumbares para evitar inestabilidades segmentarias en los niveles lumbares durante los movimientos de dicha zona anatómica. (41)

### **Disfunción muscular del sistema global.**

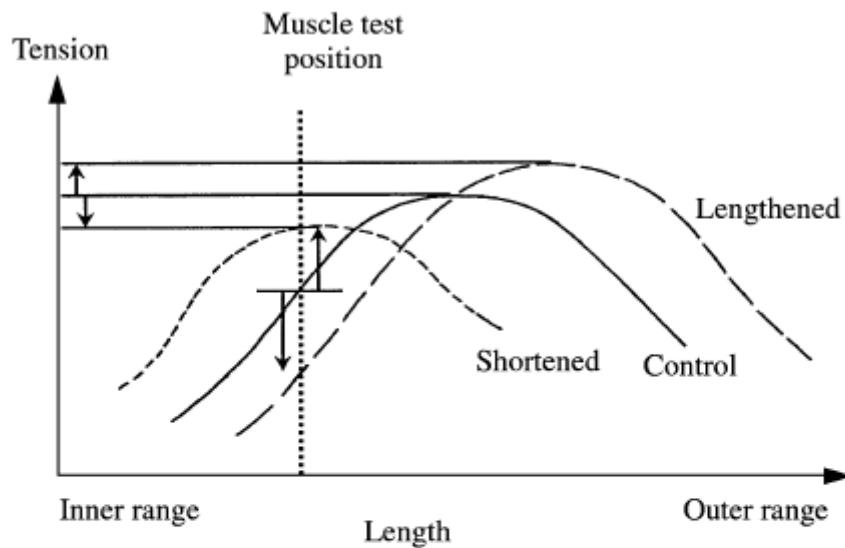
1. Cambios asociados con la longitud y la función muscular.

Como se ha explicado previamente, la musculatura poliarticular tiene una función de trabajo principalmente concéntrico, con lo que tiene tendencia a trabajar en rango interno, esto hace que en ocasiones tenga tendencia a adoptar una longitud pasiva menor que la que debería presentar de forma normal. Por ello son músculos que suelen presentarse fuertes a la contracción concéntrica en posiciones acortadas en su rango de trabajo.

Sin embargo la musculatura estabilizadora global tiene una función principalmente de control excéntrico, aumentando funcionalmente su longitud, es decir, tiene tendencia a trabajar en rango externo. Presentan mayor fuerza a la sollicitación concéntrica siempre y cuando se les posicionen en una posición alargada en su rango de acción.(42-44)

En la Figura 4 a continuación se muestra dicho fenómeno.

Figura 4 - Diagrama de tensión longitud muscular.



**Fig. 1**—Length associated change (adapted Gossman et al.). The lengthened muscle is stronger if strength is measured at the point in range that peak torque can be generated. However, if strength were measured at an inner to mid range position (normal muscle testing position) then the long muscle would test weaker than the control (position weakness). The short muscle is weaker when strength is measured at the point in range that peak torque can be generated. However, if strength were measured at an inner to mid range position it tests relatively stronger than the long synergist. *Reproduced with kind permission of Kinetic Control.*

Comerford MJ, et al, *Movement and stability dysfunction—contemporary developments*. Man Ther 2001.

2. Desequilibrio en el reclutamiento entre los músculos sinergistas o los antagonistas. Se refiere a que patrón de activación de músculos se realiza en cada movimiento. Janda y Cols. han sido unos de los principales autores en dilucidar la diferencia entre los patrones de activación muscular de pacientes con dolor y sin dolor. Si se activan los músculos estabilizadores antes que los poliarticulares o de aceleración del movimiento se evita el patrón de dolor. (35) La lesión y el dolor suelen venir dados por la tendencia de los músculos estabilizadores a una excesiva longitud de los mismos o un retraso en su activación.

### 3. Rigidez relativa dependiendo de la musculatura dependiendo de la dirección del movimiento.

El aumento de la rigidez de la musculatura poliarticular en la dirección del movimiento en ocasiones produce una disminución en el rango de movimiento normal de una articulación. Para poder seguir realizando dicho patrón se pueden producir compensaciones en tejidos blandos adyacentes, es decir, se llega a una elongación de los estabilizadores sinergistas.(37,45)

### **Disfunción muscular del sistema local.**

La disfunción del sistema local se puede dividir en dos grupos y cuatro subgrupos:

#### 1. Control segmentario anormal:

- a. *Translación excesiva o incontrolada de un segmento.* La zona neutra anatómica fue definida por Panjabi y Cols. en 1992. Es una zona o rango donde el movimiento intervertebral se produce con la mínima resistencia interna, y por ello con mínimo estrés para los tejidos. (46) Un aumento anormal de la tensión pasiva de los tejidos en esa zona puede conllevar una excesiva translación entre niveles vertebrales provocando dolor articular.
- b. *Perdida de grosor de la sección transversal del músculo en la zona afectada por dolor.* La disminución del grosor del tejido muscular conlleva una pérdida de soporte mecánico de la articulación y una reducción del input propioceptivo, lo que predispone a una sensibilización neural y con ello a un estado de dolor crónico.(47-50)

#### 2. Déficits en el reclutamiento motor:

- a. *Patrones alterados de reclutamiento.* El dolor altera de manera negativa el reclutamiento de la musculatura estabilizadora tanto global como local.(51,52)
- b. *Retraso en el orden de reclutamiento.* La única evidencia consistente del fallo de los músculos estabilizadores es su

incapacidad de regular su tensión o rigidez muscular para controlar la traslación articular segmentaria, y su capacidad o incapacidad para reclutarse previamente a un movimiento en un sistema articular. Durante este movimiento deben proporcionar estabilidad.(40,49)

Como resumen de lo anteriormente expuesto, en la Tabla 2 se muestran las disfunciones asociadas a cada categoría muscular:(33)

**Tabla 2 – Disfunciones asociadas a cada clasificación muscular.**

Estabilizador Local	Estabilizador Global	Movilizador Global
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déficit de control motor debido a un retraso o deficiencia en el reclutamiento.</li> <li>• Reacciona al dolor ya patología con inhibición.</li> <li>• Pérdida del control de la posición neutra articular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acortamiento activo muscular.</li> <li>• Pérdida de control en el rango interno.</li> <li>• Si se vuelve hipermóvil pierde el control en las zonas de hipermovilidad articular.</li> <li>• Pobre reclutamiento tónico en baja carga</li> <li>• Pobre control excéntrico.</li> <li>• Pobre disociación de la rotación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de extensibilidad miofascial. Limita la movilidad que puede provocar compensaciones.</li> <li>• Reclutamiento hiperactivo o reclutamiento en baja carga.</li> <li>• Reacciona al dolor y la patología con espasmo.</li> </ul>

Como resumen de este apartado, podemos concluir que el fallo en la función de uno o varios músculos provoca un patrón de movimiento anómalo, lo que repetido a lo largo del tiempo y con la suficiente intensidad, conllevaría la sobrecarga de los tejidos blandos. Esto acabaría provocando microtraumatismos de repetición y estrés en los tejidos.(53) Los sistemas de diagnóstico de disfunción del movimiento ayudan a conocer los patrones de movimiento anómalos y los músculos implicados en dicho fallo, pudiendo proporcionar una estrategia de control y corrección para los pacientes que padecen dolores mecánicos, tanto del área lumbopélvica como de otras zonas anatómicas.

### **Disfunción del movimiento en la cadera y la pelvis y su relación con el dolor lumbar y el área de la rodilla.**

La cadera es una articulación que influye en el dolor lumbar. Desde hace años se postula que un aumento de rotación de cadera en un sentido (medial o lateral) unido a la consecuente disminución de rotación en el sentido contrario puede provocar dolor lumbar.(31) El inicio temprano de rotación lumbopélvica en el momento inicial de la rotación de la cadera es fuente de dolor lumbar.(54)

También se ha hallado correlación entre los grados de flexión de rodilla y los grados de rotación de cadera en el test de extensión de la musculatura flexora femoral y los grados de extensión total de la cadera en pacientes con dolor lumbar.(26) Esto nos indica la relación entre la falta de extensibilidad de dicha musculatura y las disfunciones en la columna.

Obviamente se han establecido también relaciones entre las disfunciones a nivel de la rodilla y la falta de control de la cadera. En la literatura se ha establecido dicha relación a través de test de movimiento funcional que reproducen o emulan gestos cinéticos en cadena cerrada. El test de sentadilla, principalmente el unipodal, se ha empleado para evidenciar la falta de control de rotación de la cadera en relación al síndrome femoropatelar(55). También se han estudiado los parámetros del salto unipodal como predictores de la lesión del tendón cuadricepsital.(56)

En todos los estudios se concluye la importancia del factor de la rotación de la cadera, en particular en sentido medial, con el dolor en la zona de la rodilla. También se relaciona la falta de control neuromuscular en el tronco como factor predictivo de lesiones en la rodilla. En especial la falta de control del desplazamiento lateral del tronco es indicativa de posibles lesiones ligamentosas, en especial del ligamento cruzado anterior. (57)

La evidencia hasta la fecha parece apuntar a que una falta de control muscular en los rangos de movimiento de la articulación coxofemoral, bien por debilidad, bien por falta de control neuromuscular, o bien por excesiva restricción del movimiento, pueden provocar lesiones en el área lumbar y/o en la rodilla. Cabe prestar especial atención al plano transversal de dicha articulación, el cual evaluaremos en alguno de los test planteados en este trabajo.

### **Valoración y evaluación de movimientos mediante softwares gratuitos y cámaras de vídeo no profesionales. El programa Kinovea®.**

Los test de disfunción de movimiento son evaluados por terapeutas formados y entrenados en dichas evaluaciones. Se ha demostrado que la evaluación de diversos test grabados en vídeo por diversos evaluadores ha ofrecido una fiabilidad entre evaluadores de 0.24-0.71. La fiabilidad intraevaluadores fue de 0.51-0.96. En otro estudio se entrenó a terapeutas en la definición y procedimiento de los test. Para dicho entrenamiento se emplearon grabaciones, prácticas y un examen escrito. Los valores Kappa de fiabilidad inter evaluadores fueron de  $\geq 0.75$  para los 28 ítems evaluados en función de los síntomas evocados, y de  $\geq 0.40$  para el 72% de los 25 ítems evaluados en relación a la alineación articular y el movimiento. (25)

Sin embargo para una mayor facilidad y fiabilidad de evaluación, cada vez se emplean más los softwares de análisis de imagen. En el ámbito clínico los softwares gratuitos como Kinovea se emplean constantemente para el análisis de movimientos complejos como el salto o el lanzamiento. En el análisis de movimientos sencillos como la evaluación de la longitud de la musculatura isquiotibial mediante el test de doble extensión de pierna ha mostrado una alta

correlación entre los valores obtenidos por el evaluador *in situ* y el obtenido en la evaluación con Kinovea®. El índice de estimación de fiabilidad de Cronbach fue de 0.97 para la pierna izquierda y de 0.98 para la derecha. También se han obtenido resultados satisfactorios en la evaluación de la flexibilidad del movimiento pélvico y de los isquiotibiales en la evaluación con dicho software en el test de sedestación.(58)

Asimismo se ha empleado Kinovea® para medidas de ángulos en rodilla y cadera en corredores recreacionales dando un buen resultado de fiabilidad intra e inter usuario. Hay que apuntar que la variación de medidas en una evaluación de una grabación realizada el mismo día fue de 3-8 grados y en días diferentes de 9-14 grados. (59) Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre esta medida y sus errores respecto a un sistema de análisis 3D o de un goniómetro convencional. Todos estos sistemas de medida presentan error y variabilidad, muy probablemente atribuible al error humano.(60)

Respecto a las cámaras empleadas para las grabaciones, el empleo de una cámara comercial de alta velocidad como la Casio EXILIM FH25 junto con Kinovea® ha probado ser tan fiable como sistemas más costosos económicamente para la evaluación del salto vertical. Además también se ha mostrado que no es necesario tener un entrenamiento previo para el empleo correcto de dicha tecnología por ser muy intuitiva para el usuario evaluador. (61)

Por los motivos anteriormente citados, hemos considerado incluir en este trabajo las medidas mediante grabaciones de video y software además de las realizadas por los evaluadores. Proponemos que puede ser un modo de reafirmar las evaluaciones puramente observacionales, y además demuestra ser perfectamente trasladable al ámbito clínico.

## **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

---



## HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La hipótesis planteada en este trabajo es que podría existir una correlación entre el dolor provocado por las lesiones de sobreuso del área lumbopélvica y rodilla de un grupo de jugadores de balonmano de Liga ASOBAL con los fallos en el patrón de movimiento de dichas zonas. Concretamente, dicha correlación se establecería entre el dolor provocado por gestos característicos del balonmano como el lanzamiento a puerta o el bloqueo alto en defensa con la falta de control de la extensión de la columna lumbar. También se establecería una correlación entre la falta de control de rotación de la articulación coxofemoral y el dolor en el área anatómica de la rodilla.

El objetivo principal del presente trabajo es comprobar si hay relación entre el dolor experimentado en ciertas regiones anatómicas por lesiones de sobreuso y la falta de control de movimiento en dichas zonas. Para ellos se realizará una batería de test de disfunción del movimiento del área lumbopélvica a los sujetos en cuestión y se buscará evidenciar si existen fallos en uno o varios planos del movimiento.

Los objetivos secundarios a cumplir serán:

- Realizar un estudio antropométrico de la muestra y compararlo con otras muestras similares. Con esto se busca demostrar que la muestra empleada en este trabajo sea representativa en su ámbito.
- Realizar el registro de la epidemiología de dos temporadas de la plantilla del Club Balonmano Fertiberia Puerto de Sagunto de liga ASOBAL, tanto de las lesiones traumáticas como de sobreuso.
- Evaluar el dolor experimentado durante la práctica deportiva mediante la escala visual analógica (EVA).
- Realizar, evaluar y grabar una batería de 7 test de disfunción del movimiento del área lumbopélvica a cada jugador participante en este estudio.

- Evaluar y cuantificar los rangos de cada articulación implicada en los test de movimiento mediante el software Kinovea®.
- Comparar las evaluaciones del control del movimiento en cada test realizadas por dos terapeutas diferentes. Dichas evaluaciones serán comparadas para obtener el índice de fiabilidad interevaluador de estos test de movimiento.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

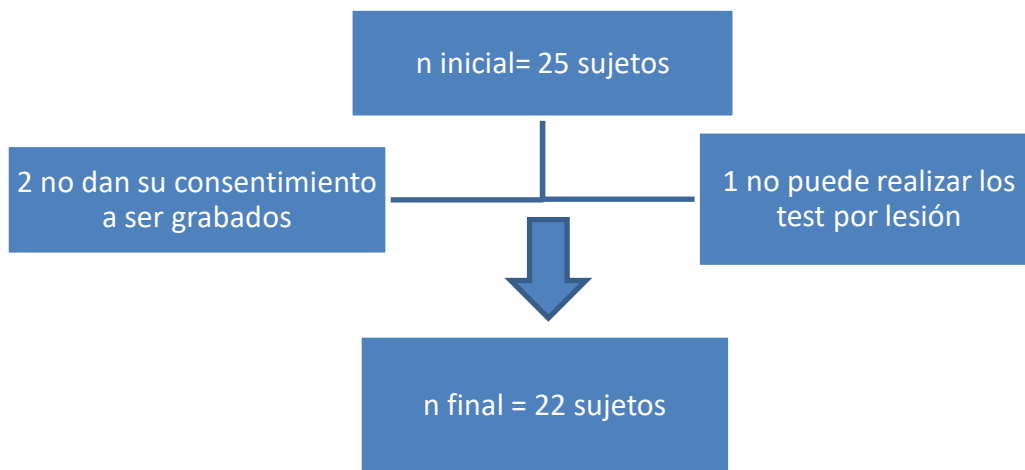
---

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Selección y descripción de los participantes en el estudio.

La muestra empleada para este trabajo está compuesta por jugadores de balonmano masculino de Liga Asobal del Fertiberia Balonmano Puerto de Sagunto. Los jugadores incluidos han sido aquellos que han participado en las temporadas de Liga Asobal 2013-2014 y 2014-2015. Sólo se eligieron jugadores miembros del primer equipo, para asegurar las mismas condiciones de competición y exigencia en los entrenamientos. Del total de jugadores disponibles inicialmente para el estudio se descartaron aquellos que no consintieron participar por diferentes motivos o aquellos que por lesiones no podría realizar los test necesarios para la realización del trabajo. La Figura 5 muestra el diagrama de flujo de los sujetos participantes en este trabajo.

Figura 5 - Sujetos iniciales y finales participantes en el estudio.



Finalmente se consiguió una muestra de 22 jugadores. Las características medias antropométricas de la muestra se encuentran en el apartado de resultados.

Todos los sujetos participaron voluntariamente en el estudio y dieron su consentimiento para el empleo de las grabaciones con fines de investigación. Los métodos seguidos han cumplido los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial para las investigaciones

médicas en seres humanos en su última versión del 2013. Además se ha establecido un modelo de consentimiento informado para todos los participantes seleccionados. En el Anexo 1 de esta tesis se presenta el modelo de consentimiento informado empleado.

Todos los individuos que son invitados a participar en el estudio, recibieron información sobre los aspectos generales y específicos relacionados con la investigación, así como los beneficios y los posibles riesgos de las intervenciones.

Este trabajo de investigación ha sido aprobado por el Comité de ética del Universidad Cardenal Herrera CEU.

### **Criterios de inclusión y exclusión de la muestra.**

Los criterios de inclusión eran que los sujetos fuesen miembros del primer equipo de la plantilla del Club Balonmano Fertiberia Puerto de Sagunto en activo durante las temporadas que se llevase a cabo el estudio, y no padecer ninguna lesión que les impidiese realizar los test de movimiento.

Los criterios de exclusión fueron lesiones medulares o tumorales, mielopatías, neuropatías y espondilitis o espondilolistesis en la columna lumbar. Asimismo se descartó la presencia de tumores o lesiones mayores en el área de la rodilla o cadera. Tampoco se incluyó en el estudio sujetos que por alguna lesión reciente o alteración estructural no pudiesen realizar los test.

### **Realización del informe antropométrico**

Para realizar el perfil antropométrico de la muestra se utilizó como referencia el trabajo de Alvero-Cruz *et al* de 2009 y Moreno *et al* en 2004. (62,63) La Tabla 3 muestra los materiales empleados para llevar a cabo las medidas necesarias.

Tabla 3 - Material para la realización de medidas antropométricas.

Material antropométrico	Medida (Unidad)	Precisión	Modelo
<b>Báscula</b>	Peso (Kg)	100 g	CHARDER'S MS4202L 
<b>Tallímetro de pared o estadiómetro</b>	Altura (cm)	1 mm	ASIMED Modelo VITA A 
<b>Cinta métrica</b>	Perímetros (cm)	1 mm	
<b>Medidores de pliegues Holtain</b>	Pliegue cutáneo (mm)	0,2 mm	HOLTAIN Ltd. 
<b>Paquímetros de diámetros óseos pequeños</b>	Diámetro (cm)	1 mm	HOLTAIN Ltd. 

Todas las medidas han sido realizadas según lo estipulado en el trabajo de Norton *et al* de 1996. Dicho texto recoge los métodos de medida respaldados por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cinesiantropometría (International Society for Advancement in Kinanthropometry ISAK). Esta sociedad es un grupo internacional y lleva años trabajando en recomendaciones para la realización de antropometrías a deportistas específicamente.(64)

Los pliegues y medidas realizadas fueron sólo las necesarias para obtener los resultados de las ecuaciones adecuadas para el cálculo del porcentaje de masa grasa y ósea de un grupo de deportistas masculinos. En la Tabla 58 del Anexo 2 se presentan los pliegues y medidas obtenidos.

### **1. Medidas realizadas para el cálculo del informe antropométrico.**

La ecuación elegida para el cálculo del porcentaje de masa grasa fue la de Faulkner. Se eligió dicha ecuación debido a que es la más frecuente en la práctica de la cinesiantropometría en España y países latinoamericanos para atletas masculinos. La medida de la masa ósea se ha realizado mediante el índice de Rocha, ya que es el adecuado para un grupo de adultos. También se ha realizado el índice de Lee para el estudio del porcentaje de masa músculoesquelética.

Cada medida de diámetro y pliegues se realizó tres veces, y el valor final obtenido era la mediana como está indicado en la bibliografía consultada. Se realizaban las medidas siguiendo el listado de principio a fin y volviendo a repetir desde el comienzo. La recomendación del ISAK de hacerlo de este modo se debe a que así damos tiempo a que el pliegue cutáneo recupere su espesor normal tras la presión ejercida con el plicómetro. Si realizásemos las medidas muy seguidas, el tejido no recuperaría a tiempo su consistencia inicial y obtendríamos cada vez un pliegue más delgado, sesgando el resultado.

Los datos fueron tomados por dos fisioterapeutas, uno realizaba las medidas y las enunciaba en voz alta y el otro las repetía en voz alta a la vez que las apuntaba. Así se cotejaba cada dato para evitar errores en el registro.

Se realizó la antropometría en ambas temporadas en el inicio de la temporada competitiva debido a que es el momento en que el equipo médico realiza dichos registros.

Por último, se introdujeron los datos en la página Excel que el Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE) ha habilitado en su página web para la realización de estudios antropométricos de acuerdo con los métodos establecidos por el GREC y la ISAK. Esta aplicación permitió obtener de forma rápida y segura tanto el informe antropométrico de cada sujeto como el de la muestra general.

En el Anexo 2 se muestra las plantillas de recopilación y obtención de datos, así como una tabla resumen de las medidas realizadas.

### **Registro de la epidemiología.**

El registro de la epidemiología se realizó durante las temporadas de liga Asobal 2013-2014 y 2014-2015. El registro se llevaba a cabo con una frecuencia diaria tanto en los entrenamientos como en los partidos dado que los fisioterapeutas prestaban servicio diario en el club.

### **Registro de historial relacionado.**

Antes de comenzar el registro, se apuntaba si los jugadores tenían algún tipo de lesión o cirugía anterior que pudiese influir en las zonas anatómicas que se fuesen a evaluar. Quedaron descartadas lesiones medulares, tumorales, nerviosas y espondilolistesis.

### **Registro de lesiones agudas.**

Las lesiones agudas, como define Clarsen *et al* en 2014 (20), son aquellas asociadas con un evento lesional claro y conocido, pudiendo causar baja o no del entrenamiento. También se pueden definir como lesiones traumáticas, como se expuso en la introducción.



Los sujetos siempre eran remitidos para su diagnóstico al médico del equipo, y el seguimiento de los mismos se realizaba de modo consensuado entre el médico y los fisioterapeutas. La hoja de registro siempre era cumplimentada por el fisioterapeuta con las indicaciones del médico y con la información aportada por el jugador.

La epidemiología se llevó a cabo según lo indicado en el trabajo Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for studies of injuries in rugby unión.(9)

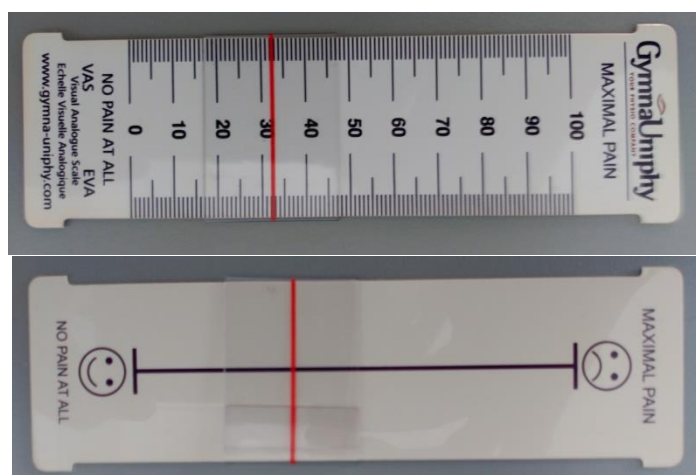
La hoja de registro empleada se encuentra en el Anexo 3.

### **Registro de lesiones por sobreuso.**

También Clarsen *et al* en 2014 definen las lesiones de sobreuso como todas aquellas que no son clasificadas como agudas.(20) En caso de que un jugador tuviese dolor o molestia no asociada a un impacto o situación deportiva concreta, o que no pudiese identificar su origen, pero si lo asociase con su práctica deportiva habitual, acudía al área de fisioterapia. Se anotaba toda la información sobre la lesión, incluida la localización, y se registraban los gestos, movimientos y situaciones deportivas que provocaban la sintomatología del jugador. Por último se registraba el dolor que el jugador experimentaba en ese momento utilizando una EVA. Se ha empleado este sistema por haber mostrado fiabilidad en la medida del dolor.(65,66) Se le pedía al sujeto que marcara en dicha escala la sensación de dolor experimentada en el momento de acudir a ser atendido por su lesión en el área de fisioterapia. Dicha escala aparece representada en la

En caso de que la lesión produjese una impotencia funcional importante en el sujeto o se sospechase de una afectación más allá de sobrecarga de las estructuras por sobreuso, como por ejemplo una fractura o rotura muscular o ligamentosa, era inmediatamente derivado al médico del equipo. De este modo se valoraba la posibilidad de una intervención médica o quirúrgica.

Figura 6 - EVA empleada en el estudio.



El registro de los datos se llevó a cabo en la misma hoja que la de registro de lesiones del Anexo 3. Recordemos que las lesiones por sobreuso están definidas como síndrome de dolor musculoesquelético originado por microtraumas repetitivos pero sin una causa única identificable como responsable de dicho dolor.

#### Qué y cómo se registraban el total de los datos epidemiológicos.

Para dicho propósito se creó una hoja Excel con una tabla. Esta puede ser vista en el Anexo-4. Cada fila correspondían a un jugador y cada columna a un día del mes. Para cada jugador se apuntaban los siguientes datos diariamente:

##### Registro de los días de entrenamiento:

- Si había asistido o no al entrenamiento. Con un 1 se marcaba la asistencia, con un 0 la ausencia.
- Motivo de la ausencia: este se marcaba en las casillas con un código de colores. En la Tabla 4 se representa la correspondencia entre los motivos y el código de colores:

Tabla 4 - Correspondencia entre motivo de la ausencia y código de colores.

Motivo	Color
<b>Lesión que causa baja</b>	Amarillo
<b>Enfermedad</b>	Gris
<b>Día libre</b>	Verde
<b>Otros motivos (laborales, familiares o personales)</b>	Azul

- Si el jugador había asistido al entrenamiento y lo había completado, pero había realizado la práctica deportiva con dolor se apuntaba un 1 en la casilla pero se marcaba dicha casilla con color rojo.
- Se empleaban la herramienta de comentarios de Excel para incluir globos de conversación en las casillas que indicaban la causa concreta de la ausencia, y en caso de lesión de sobreuso la zona anatómica de dolor y la EVA registrada ese día.

El final de horas entrenadas se ha obtenido sumando el total de entrenamientos completados durante la temporada multiplicado por la media de horas de entrenamiento, que daba como resultado 1,75 horas por día.

Las horas de entrenamiento de pesas y gimnasio no se han incluido en el registro, ya que no todos los jugadores las realizaban, y los que las realizaban lo hacían sin supervisión alguna por parte del equipo técnico. El preparador físico del club enviaba el plan de pesas cada semana por correo electrónico a cada jugador. El horario y días de realización de las sesiones de gimnasio dependía del tiempo disponible de cada jugador, si este trabajaba o tenía una dedicación exclusiva al balonmano. No existían horarios ni sesiones controladas acordadas para todo el equipo en conjunto.

#### **Registro de los días de partido:**

En esa misma hoja Excel también se apuntaba la participación o no en un partido, tanto de liga (granate), de copa (magenta) o amistoso (verde oscuro). Fue imposible realizar un registro ajustado de cuanto minutos jugaba cada jugador por partido. Dado que es un deporte con innumerables cambios es imposible para el

fisioterapeuta en banquillo realizar el registro de las entradas y salidas de los jugadores relacionadas con el tiempo. Tampoco existen registros de minutos jugados por ASOBAL, por lo que se realizó una media de partidos jugados por cada jugador dividiéndolos por la duración de media parte de un partido. Debido a los cambios constantes entre los jugadores que atacan y los jugadores que defienden, y a que la mitad de las acciones del partido son de ataque o defensa, normalmente los jugadores que desempeñan una función u otra juegan aproximadamente la mitad del tiempo total del juego.

En caso de que el jugador sufriese una lesión durante el partido se apuntaba y se realizaba el registro de la misma en la hoja de registro (Anexo 4.)

### **Realización de los test de disfunción del movimiento.**

Se realizaron 7 test de movimiento a cada uno de los sujetos. Los test están indicados para las regiones anatómicas de la columna lumbar y la cadera.

Son test de baja sollicitación o carga, es decir, se busca observar la capacidad de control de la musculatura estabilizadora. La musculatura movilizadora debería tener un papel no dominante en dichos test. Advertimos que no se realizaron test que evaluaran el factor de rotación lumbar por la dificultad de realizar vídeos con el sistema empleado donde se pudiese observar correctamente a posteriori.

Cada uno de estos test evalúa dos aspectos:

1. **Rango:** El rango de una articulación o grupo de articulaciones en una dirección en concreto. Dicho rango articular se mide en grados y debe conseguir un número concreto para que se considere que el test está realizado correctamente. Ej: en la flexión de tronco se considera que el rango de flexión de cadera para hombres es de 70°. (33)
2. **Control:** se considera que existe el control en la dirección del movimiento de un área anatómica concreta cuando el paciente es capaz
3. de ejecutarlo en el orden y secuencia temporal adecuada, en otras palabras, se evalúa la calidad del movimiento. Ej: en la flexión de tronco se inicia el movimiento desde la pelvis pivotando sobre las caderas hasta los 30° de flexión de la misma, y en los siguientes grados se debe

continuar una flexión concurrente de toda la columna dorsal junto con la pelvis hasta el final del movimiento.

En la Tabla 5 se especifican el área anatómica, los rangos y la dirección a evaluar en cada uno de los test.

**Tabla 5 - Test de movimiento realizados y sus especificaciones de zona anatómica a evaluar, rango articular y dirección del movimiento.**

Test	Zona anatómica	Rango	Dirección
<b>Inclinación o flexión de tronco (FT)</b>	Lumbar	70° flexión de cadera	Flexión Extensión
<b>Cuarto de sentadilla bipodal (CSB)</b>	Cadera	10° rotación externa o interna de cadera desde la posición inicial. 0° de inclinación pélvica	Rotación y flexión
<b>Cuarto de sentadilla monopodal (CSMD, CSMI)</b>	Cadera	10° rotación externa o interna de cadera desde la posición inicial. 0° de inclinación pélvica	Rotación y flexión (ambos lados)
<b>Cuadrupedia (CUAD)</b>	Lumbar	120° de flexión de cadera	Flexión
<b>Doble flexión de rodillas en prono (DFRP)</b>	Lumbar	120° de flexión de rodilla. Stabilizer en abdomen: 70 mm Hg±10	Extensión

<b>Doble extensión de rodillas en sedestación (DERS)</b>	Lumbar	-10° de extensión de rodillas	Flexión
<b>Doble elevación de piernas (DEP)</b>	Lumbar	90° de flexión de cadera Stabilizer en lumbar: 40 mm Hg±10	Extensión

Cabe destacar que la flexión de tronco no es un test de control motor en sí, es una evaluación de un movimiento o patrón motor muy frecuente, como lo es agacharse e incorporarse después, pero se ha incluido en la tabla para especificar los rangos y direcciones que deben tenerse en cuenta en dicho patrón motor para su mejor comprensión.

Las sesiones de evaluación eran siempre llevadas a cabo por dos fisioterapeutas. Uno de ellos grababa la sesión y el otro realizaba las explicaciones y la sesión de evaluación. Todos los vídeos se grababan en la misma habitación (la sala de Fisioterapia) y en la misma ubicación. Se colocaron marcas en el suelo para que el trípode de la cámara estuviese siempre en la misma posición. La cámara se situaba a 2,2 metros del sujeto a grabar. Esta era la distancia desde la que se conseguía un encuadre lo suficientemente amplio y nítido para abarcar a los sujetos durante los movimientos. La cámara empleada fue una Canon PowerShot SX500 IS. Es una cámara accesible y de características similares a las empleadas en otros trabajos.(61)

Se realizaba siempre la sesión de test en un día en que el sujeto no presentase dolor en reposo en ninguna de las zonas evaluadas, y que por lo tanto le permitiese realizarlos correctamente. Para comenzar la sesión se pedía al sujeto que se quedase en ropa interior o pantalón corto. A continuación se marcaban con marcadores circulares las espinas ilíacas antero y posterosuperiores, el trocánter mayor y los cóndilos externos de las rodillas y los maléolos externos, con el

objetivo de ubicar las zonas anatómicas en el vídeo. (67-69) Se marcó la línea del segundo metatarsiano del pie hasta la base del mismo para una mejor visualización del mismo en el plano frontal. También se colocó una cinta adhesiva que unía las espinas ilíacas posterosuperior y anterosuperior homolaterales para poder visualizar mejor la inclinación de la pelvis a lo largo de los movimientos.

Una vez se marcaba al sujeto se le explicaba que iba a realizar unos test con unos movimientos sencillos. Se le indicaba en cada test la ubicación concreta donde debía realizarlo y que movimiento se le exigía llevar a cabo. En la ubicación del sujeto se colocó un aislante con líneas adhesivas que demarcaban la posición inicial de los pies tanto en el plano frontal como en ambos planos laterales. Antes de cada test, se realizaba una explicación verbal del movimiento que debía hacer. Si no lo entendía correctamente en la primera ocasión, se repetía la misma explicación, para descartar que la mala realización del test pudiera deberse al hecho de que el sujeto no entendiese correctamente o de manera completa como debía llevar a cabo el mismo. Si aún no fuese suficiente, el fisioterapeuta a cargo de la evaluación realiza el test correctamente para que el sujeto obtenga un feedback visual de lo que debe realizar.

A todos los sujetos se les dio la misma explicación en cada test y se les permitía realizar un par de repeticiones del mismo antes de la grabación para que se familiarizasen con dicho movimiento.

La vista de la realización de los test siempre se hace desde el lado derecho por un motivo de uniformidad. En la bibliografía no existe indicación de que se deba realizar con preferencia de lado dominante.(28,70) En el caso de la sentadilla unipodal se realizaron los test con ambos miembros inferiores.

En los test de doble flexión de rodilla en prono (DFRP) y doble elevación de pierna (DEP) se precisó una unidad de biofeedback de presión o stabilizer® para monitorizar el movimiento lumbopélvico.(53,71-73) La unidad de presión empleada fue el Chatanooga® Stabilizer Pressure Biofeedback. En la Figura 7 aparece representado el stabilizer empleado.

Figura 7 - Unidad de monitorización de presión. Stabilizer.



A continuación realizaremos un resumen de en qué consiste cada test, la explicación dada a cada sujeto y el patrón ideal de movimiento que deberíamos esperar en cada uno de ellos, si se realizase correctamente.

En las imágenes aparecen también marcados los grados de las posiciones medidas mediante Kinovea® a modo de ejemplo. La metodología empleada con este software se explica en el siguiente apartado.

### Patrón de movimiento lumbopélvico.

#### 1. Flexión de tronco (FT).

Vista: lado derecho.

Órdenes dadas al sujeto para la realización del test: Se le indica al sujeto que se coloque en el área aislante con las líneas marcadas. Se le pide que coloque los pies a la anchura de las caderas en posición natural, los dedos por detrás de la línea. Los brazos se cruzan en el pecho para una mejor visibilidad del área lumbopélvica por parte del evaluador y el operador que maneja la cámara. Las ordenes son “agáchate realizando una flexión completa del tronco, bajando hasta el máximo que sea posible, y a continuación vuelve a la posición inicial. Realiza todo el movimiento con un ritmo pausado”

Lugar anatómico: lumbar

Dirección: flexión durante la inclinación de tronco.

Patrón ideal: Inicialmente debe partir el movimiento desde una flexión de cadera totalmente dissociada del movimiento lumbar hasta 30º de la misma.



A continuación el movimiento de cadera y lumbar debe ser concurrente. El rango final de flexión de cadera debe alcanzar los 70°. Al final del movimiento debe realizar una flexión lumbar y torácica regular. Los puntos sobresalientes de excesiva flexión segmentaria de la columna vertebral provocarían una falta de simetría en la observación del perfil del paciente. En el retorno del movimiento las caderas y la pelvis deben liderar la vuelta a la posición neutral. Se debe alcanzar la posición final sin avanzar la pelvis por delante de la línea de plomada.

En la Figura 8 y la Figura 9 se pueden apreciar las posiciones iniciales y finales del test de flexión de tronco.



**Figura 8 - Posición inicial del test de flexión de tronco.**



Figura 9- Test de flexión de tronco, posición final

### Test control de la región anatómica lumbopélvica.

#### 2. Test en cuadrupedia. (CUAD)

Vista: lado derecho.

Órdenes dadas al sujeto para la realización del test: el sujeto se coloca en cuadrupedia sobre la camilla, con los pies por fuera de la misma. Las piernas del sujeto deben estar juntas y los brazos deben estar separados a la altura de los hombros y con los codos extendidos. El apoyo de las manos se realiza con los puños cerrados sobre la camilla. Se le indica que mantenga la espalda en una posición neutra, manteniendo la pelvis en un punto medio entre la anteroversión y retroversión y sus curvas lumbar y torácica alineadas. Si no es capaz de colocarla o tiene una pobre propiocepción de su posición, el fisioterapeuta evaluador le coloca dándole estímulos manuales. A continuación le indica al sujeto: “siéntate sobre tus talones sin despegar las manos de la camilla, manteniendo la alineación de la espalda. A la vuelta del movimiento debes recuperar la alineación original de la espalda con la que has comenzado”.

Lugar anatómico: lumbar

Dirección: flexión.

*Patrón ideal:* el sujeto debe disociar la flexión lumbar de flexión de cadera hasta los 120° de flexión de la articulación coxofemoral. A partir de 120° la pelvis debe realizar una retroversión y flexionar ligeramente la columna lumbar baja de manera concurrente. El sujeto debe realizar una vuelta correcta realizando el patrón inverso.

La Figura 10 y la Figura 11 representan las posiciones inicial y final de un test de cuadrupedia.



Figura 10 - Posición inicial del test de cuadrupedia.



Figura 11 - Posición final del test de cuadrupedia

### 3. Doble extensión de rodillas en sedestación. (DERD)

Vista: lateral derecha.

Órdenes dadas al sujeto para la realización del test: el sujeto debe estar sentado en la camilla con los pies sin tocar el suelo, con la mayor parte del fémur apoyado sobre la misma. Las piernas deben permanecer juntas a la anchura de las caderas. Es sujeto debe mantener la lumbar y la pelvis en posición neutra. Se le pide al sujeto: “extiende las rodillas totalmente sin modificar la posición de tu pelvis”.

Lugar anatómico: lumbar.

Dirección: flexión.

Patrón ideal: el sujeto debe realizar el test sin modificar la posición neutra de la pelvis y conseguir un rango de  $-10^{\circ}$  de extensión completa de las rodillas.

La Figura 12 y la Figura 13 se representan la posición inicial y final del test de doble extensión de rodilla en sedestación.



Figura 12 - Posición inicial del test de doble extensión de rodilla en sedestación.

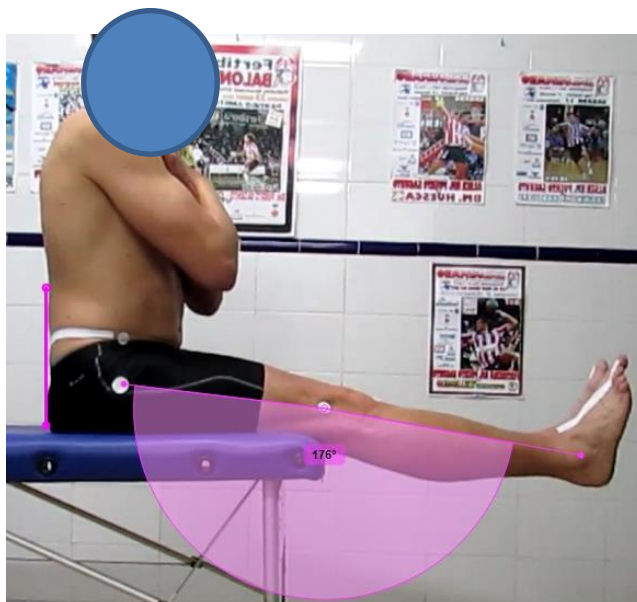


Figura 13 – Posición final del test de doble extensión de rodilla en sedestación.

#### 4. Doble flexión de rodilla en prono (con stabilizer®) (DFRP).

Vista: lateral derecha.

Órdenes dadas al sujeto para la realización del test: Se pide al sujeto que se coloque en prono en la camilla. Se indica que coloque la pelvis neutra, aplanando ligeramente la lordosis lumbar. A continuación se le da la orden “flexiona las rodillas al máximo que puedas sin modificar tu posición pélvica”

Lugar anatómico: lumbar

Dirección: extensión.

Patrón ideal: realizarlo el movimiento hasta el umbral de 120° de flexión de rodilla sin modificar la pelvis.

Colocación y rangos del stabilizer: se coloca el stabilizer® extendido bajo el abdomen del sujeto, centrado en el ombligo. La presión standard para este test es de 70 mm Hg. Se le pide al paciente que mantenga la tensión abdominal (inspira y expira) mientras está en posición neutra. Idealmente la presión del manguito durante la respiración puede variar entre 8 y 10 mm Hg, por ello se le pide al sujeto que mantenga la pared abdominal estable. Una vez se ha conseguido el punto de presión adecuado se puede iniciar el test.

A lo largo de todo el movimiento de flexión de rodillas la presión del manguito debe variar menos de 10 mm Hg respecto a la posición inicial para considerarse válido.

La Figura 14 representa la posición final del test de doble flexión de rodilla en prono. La posición inicial no se añade por no aportar información necesaria.



Figura 14 - Test de doble flexión de rodilla en prono.

##### 5. Doble elevación de piernas (con stabilizer®) (DEP).

*Vista:* lateral derecha.

*Órdenes dadas al sujeto para la realización del test:* se pide al sujeto que se tumbe en la camilla boca arriba con las rodillas y caderas flexionadas, y con las plantas de los pies apoyadas en la camilla. Los brazos del paciente pueden estar cruzados sobre el pecho o extendidos a lo largo del tronco, siempre que permitan ver la línea interespinal. La explicación del movimiento que se le da al sujeto es “eleva las dos piernas a la vez hasta un flexión de cadera de 90º, una vez llegado a esa posición mantenlas durante 5 segundos, yo te avisaré, y a continuación podrás bajarlas. Tus tibias deben seguir el movimiento, de modo que cuando vuelvas a apoyar los pies estés



de nuevo en la posición de partida. Procura que tu pelvis y columna lumbar se mantengan estables a lo largo de todo el movimiento” La indicación respecto a la posición de partida es para asegurarnos que el test se realiza en el rango de 45° a 90° de flexión de cadera.

Colocación y rangos del stabilizer®: Se coloca el cojín del stabilizer® extendido y centrado en L3. Se hincha el manguito hasta una presión base de 40 mm Hg. Se coloca la columna lumbar y la pelvis en una posición neutra. El evaluador controlará que a lo largo de todo el movimiento de flexión y extensión de cadera no haya una variación mayor de  $\pm 10$  mm Hg.

Lugar anatómico: lumbar

Dirección: Extensión.

Patrón ideal: el sujeto debe poder realizar la flexión desde unos 45° a 90° de cadera, sin perder la posición neutra de la pelvis ni desplazarla a anteroversión o retroversión.

En la Figura 15 se pueden apreciar la posición del test de doble elevación de piernas en supino. La posición inicial no se añade por no aportar información necesaria.



**Figura 15 - Test de doble elevación de piernas en supino.**

## Test control de la región anatómica de la cadera.

### 6. Cuarto de sentadilla bipodal. (CSB)

Vista: frontal y lateral derecha.

Órdenes dadas al sujeto para la realización del test: el sujeto se coloca de frente con sus pies en paralelo a la altura de las caderas, los brazos permanecen cruzados en el pecho para una mejor visibilidad de la pelvis. Los bordes internos de los pies paralelos y las líneas del segundo dedo del pie deben estar en la línea neutra, es decir, perpendicular a la línea marcada en el aislante. La explicación dada al sujeto es “realiza una sentadilla sin despegar los talones del suelo hasta unos 45° de flexión de rodilla. Tu tronco debe permanecer erecto en todo momento y tus rodillas deben bajar en línea con los segundos dedos de tus pies.”

Lugar anatómico: cadera.

Dirección: Cadera: flexión y rotación.

Patrón ideal: durante todo el movimiento el tronco permanece erecto, es decir, se desliza verticalmente. Asimismo los polos inferiores de la rótula van en línea con el segundo dedo del pie correspondiente. Las dos extremidades inferiores se flexionana simétricamente y no hay rotaciones en el fémur ni inclinaciones ni rotaciones en la pelvis. Las rodillas se flexionan hasta que las articulaciones tibioperoneoastagalinas lo permiten, sin que el sujeto despegue del suelo los talones. El polo inferior de las rótulas debe sobrepasar entre 3 y 8 centímetros la línea anterior definida por los extremos de los dedos de los pies.

En la Figura 16 se representan las vistas frontal y lateral de la sentadilla bipodal.



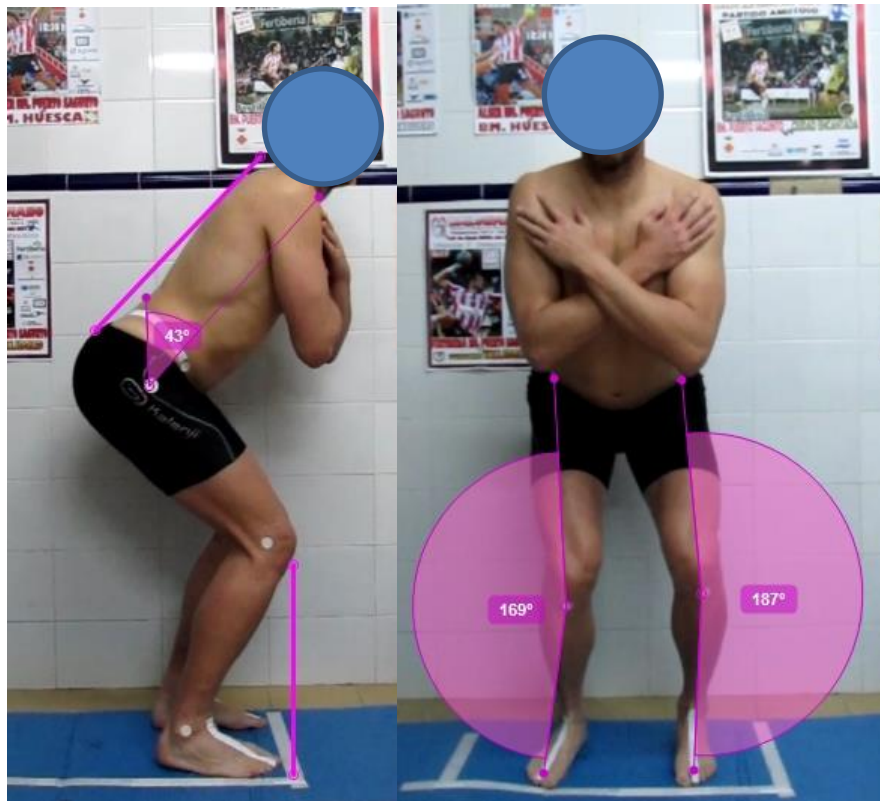


Figura 16 - Visión frontal y lateral del cuarto de sentadilla bipodal.

## 7. Cuarto de sentadilla monopodal izquierda y derecha (CSMI,CSMD)

Vista: frontal y lateral derecha o izquierda.

Órdenes dadas al sujeto para la realización del test: el sujeto se coloca de frente con sus pies en paralelo a la altura de las caderas, los brazos permanecen cruzados en el pecho para una mejor visibilidad de la pelvis. Los bordes internos de los pies paralelos y las líneas del segundo dedo del pie deben estar en la línea neutra, es decir, perpendicular a la línea marcada en el aislante. La explicación dada al sujeto es “vas a despegar una pierna del suelo para permanecer apoyado sobre la otra. Procura que la transferencia de peso sea suave para no perder la estabilidad. Una vez en esa posición, con la pierna de apoyo, realiza una sentadilla sin despegar el talón del suelo hasta unos 45° de flexión de rodilla. Tu tronco debe permanecer erecto en todo momento y tus rodillas deben bajar en línea con los segundos dedos de tus pies. “

Lugar anatómico: cadera.

Dirección: Cadera: flexión y rotación.

Patrón ideal: durante todo el movimiento el tronco permanece erecto, es decir, se desliza verticalmente. Asimismo, el polo inferior de la rótula de la extremidad que se flexiona va en línea con el segundo dedo del pie correspondiente. Dicha extremidad se flexiona con un movimiento suave evitando rotaciones en el fémur o inclinaciones o rotaciones en la pelvis. La rodilla se flexiona hasta que la articulación tibioperoneoastragalina lo permite sin que el sujeto despegue del suelo los talones. El polo inferior de la rótula debe sobrepasar entre 3 y 8 centímetros la línea anterior definida por los extremos de los dedos de los pies.

En la Figura 17 se representan las vistas lateral y frontal del cuarto de sentadilla monopodal izquierda.

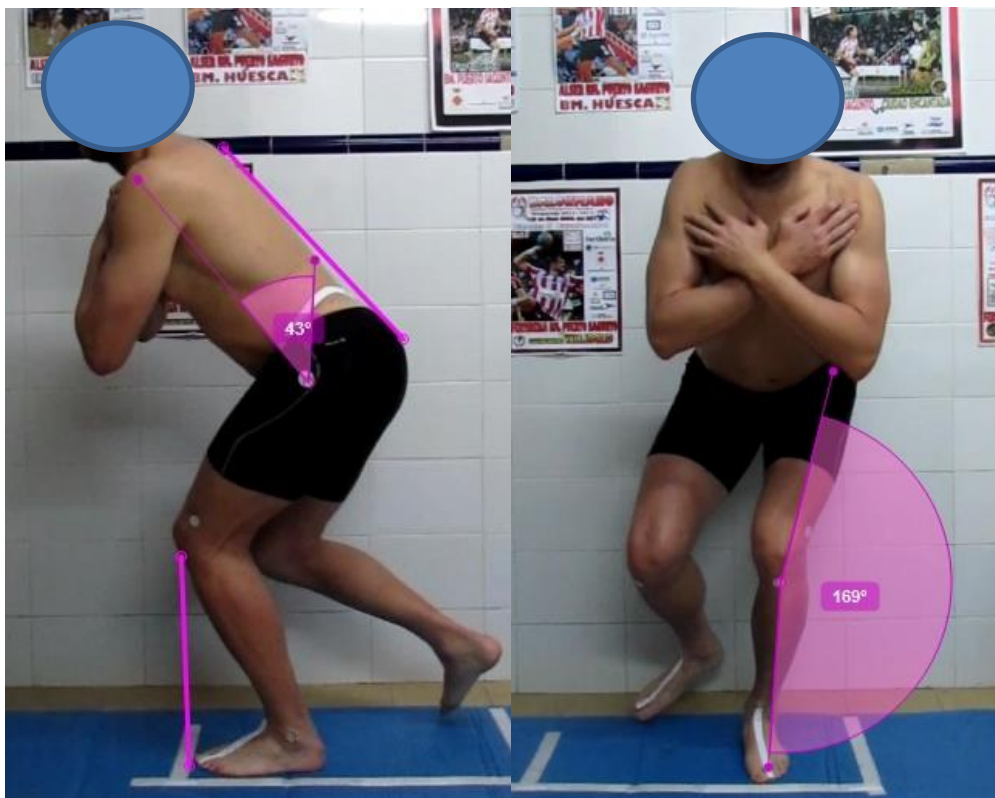


Figura 17 - Vista frontal y lateral del cuarto de sentadilla monopodal izquierda.

#### Evaluación de los test.

Los test se evaluaban en cada uno de sus ítems como correcto y no correcto. Correcto se identifica con un tick o visto ( $\checkmark$ ) e incorrecto con una equis (X). Los ítems a evaluar en cada test son el rango y el control. A continuación se presentan en la Tabla 6 los ítems a evaluar, y los criterios para calificarlos como correctos o incorrectos.

Tabla 6 –Ítems a evaluar en los test de movimiento. Especificaciones de evaluaciones correctas e incorrectas.

Test	Rango correcto (✓)	Control correcto (✓)	Rango incorrecto (X)	Control incorrecto (X)
<b>Inclinación de tronco (FT)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexión de cadera de 70º o mayor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inicio del movimiento desde la cadera para ser posteriormente acompañado por la columna lumbar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexión de cadera menor a 70º.</li> <li>Flexión de rodilla para conseguir el rango de flexión de cadera.</li> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inicio del movimiento desde la columna lumbar.</li> <li>La pelvis permanece fija en algún tramo del movimiento.</li> </ul>
<b>Cuarto de sentadilla bipodal (CSB)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las rodillas sobrepasan la línea anterior de los dedos (entre 3 y 8 cm).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0º de flexión o extensión de tronco,</li> <li>Rotación de cadera menor a 10º (pelo inferior de la rótula alineado con el segundo dedo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las rodillas NO sobrepasan la línea anterior de los dedos (entre 3 y 8 cm).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incapacidad de mantener la verticalidad del tronco.</li> <li>Rotación de las caderas por encima del rango.</li> <li>Caída de la línea de la pelvis. La línea de plomada del ombligo caer más externa que el cóndilo interno de la rodilla.</li> </ul>

## MATERIAL Y MÉTODOS

Test (continuación)	Rango correcto (✓)	Control correcto (✓)	Rango incorrecto (X)	Control incorrecto (X)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>La rodilla sobrepasa la línea anterior de los dedos (entre 3 y 8 cm).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0° de flexión o extensión de tronco.</li> <li>Rotación de cadera menor a 10° (pelo inferior de la rótula alineado con el segundo dedo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las rodillas NO sobrepasan la línea anterior de los dedos (entre 3 y 8 cm).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incapacidad de mantener la verticalidad del tronco.</li> <li>Rotación de las caderas por encima del rango.</li> <li>Caída de la línea de la pelvis. La línea de plomada del ombligo caer más externa que el maléolo interno de la rodilla.</li> </ul>
<b>Cuadrupedia (CUAD)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexión completa de rodilla. El sujeto debe poder sentarse sobre sus talones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disociación del movimiento de la columna lumbar hasta los 120° de flexión de cadera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incapacidad de sentarse sobre los talones, limitación en la flexión de rodilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incapacidad de mantener la alineación inicial en pelvis y columna.</li> <li>Inicio de la retroversión pélvica y flexión lumbar antes de los 120° de flexión de caderas.</li> </ul>

## MATERIAL Y MÉTODOS

Test (continuación)	Rango correcto (✓)	Control correcto (✓)	Rango incorrecto (X)	Control incorrecto (X)
<b>Doble flexión de rodillas en prono (DFRP)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flexión de rodillas hasta 120°.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausencia de anterversión pélvica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incapacidad de conseguir los 120° de flexión de rodilla.</li> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anterversión pélvica.</li> <li>Flexión de cadera.</li> </ul>
<b>Doble extensión de rodillas en sedestación (DERS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-10° de extensión de rodilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Columna lumbar y pelvis neutras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incapacidad de llegar al umbral de -10° de extensión de rodilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retroversión pélvica.</li> <li>Flexión lumbar.</li> <li>Flexión lumbar y dorsal.</li> </ul>
<b>Doble elevación de piernas (DEP)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>90° de flexión de cadera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Columna lumbar y pelvis neutras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incapacidad para flexionar la articulación de la cadera a 90°.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anterversión pélvica al inicio y al final del movimiento.</li> <li>Retroversión pélvica en la elevación máxima de caderas.</li> </ul>

Evaluación del control: la forma habitual de evaluar dichos test es mediante la observación de un evaluador experimentado, al igual que hicieron Van Dillen y Cols. (28) En esta tesis, la fisioterapeuta evaluadora tenía dos años de experiencia en este tipo de trabajo. Evaluó los test *in situ* y después revisó las grabaciones de cada uno de los test para confirmar los resultados.

Reevaluar las grabaciones utilizando un software permite utilizar una visión a cámara lenta de los movimientos del sujeto. De este modo se puede realizar una evaluación más precisa del control de las acciones. También permite evaluar de manera más objetiva el rango. A simple vista, se puede ver claramente si hay una falta de control, pero no siempre se puede ver la falta o exceso en el rango de la articulación observa. Aun si se ve un fallo en el rango de manera evidente, el software permite cuantificarlo en grados, de manera objetivable. Por ello se realizó esta medida a posteriori.

La fisioterapeuta evaluadora (evaluador 1) revisó cada uno de los vídeos de los test 2 veces para registrar una puntuación concreta de cada test en los apartados de rango y control.

A continuación se pasaron los videos a un tutor de Kinetic Control® Internacional para que realizase la evaluación del rango y el control sin el empleo del software (evaluador 2). Se trata de un profesional con más de 12 años de experiencia en la disfunción del movimiento. Con esta doble evaluación se puede comprobar si hay coincidencia en los resultados interevaluador. Para ello en la estadística se ha realizado un análisis del coeficiente de correlación intraclase (CCI) de los resultados de evaluación entre los dos fisioterapeutas y la realizada mediante software.

En ningún momento se permitió acceder al evaluador 2 a la información sobre las lesiones y sintomatología de los jugadores, de manera que fuese ciego respecto a las direcciones y zonas anatómicas donde el sujeto experimentase sintomatología.

Evaluación del rango mediante software: mediante el programa Kinovea® una evaluación de los ángulos para verificar si se cumplían los rangos requeridos en cada test. La herramienta Kinovea® tiene varias funciones útiles para este tipo

de grabaciones, como la reproducción a cámara lenta y obviamente la posibilidad de pausar, retroceder o adelantar la visión del vídeo. La sensibilidad de la herramienta de medida de ángulos del programa es de 1°.

La utilidad de reevaluar con Kinovea® es comprobar la veracidad de una observación en un caso dudoso. Es decir, con Kinovea® se puede revisar el control del movimiento, pero principalmente es útil para cotejar si el rango que se ha dado o no por válido a simple vista es correcto. Es relevante realizar estas medidas porque en múltiples ocasiones en clínica se realiza una evaluación puramente visual, y queremos conocer si esa aproximación es equiparable a una realizada con una herramienta. Con la herramienta de medida de ángulos de Kinovea® nos aseguramos que un rango que hemos dado por válido en la inspección visual es correcto. Si durante la evaluación con el software no se cumplía el rango se daba el test por fallado en dicho ítem. (X).

La medida de los ángulos se hizo posicionando la herramienta adecuadamente usando los marcadores como referencia.

Respecto a la medida del ángulo de la rotación de cadera y rodilla respecto a la posición inicial, se realizó la resta desde la posición inicial a la final equiparando después la posición inicial a 180° y realizando la diferencia equivalente, de tal manera que todas las desviaciones se equiparasen desde un rango de referencia inicial. Por lo tanto recordemos que la medida final presentada en resultados es la desviación frente a una línea horizontal corregida, no el valor real, pero si nos permite ver si hay una diferencia relativa mayor de 10° desde la posición inicial a la final.

En la siguiente Tabla 7 se resumen los criterios de posición de ángulos. El test de cuadrupedia no está incluido dado que el rango es que el sujeto consiga sentarse sobre sus propias rodillas, lo cual es observable y no cuantificable en grados. El test de elevación de piernas en supino es difícilmente objetivable simplemente observando, por ello se empleó el stabilizer® para su evaluación.



Tabla 7 - Puntos de referencia para la evaluación del rango en las articulaciones a evaluar.

Test	Articulación	Punto central	Línea craneal	Línea Caudal	Referencia
<b>FT</b>	Cadera	Trocánter mayor	Hacia el acromion	Cóndilo externo de la rodilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Levinger et al 2007</b></li> <li>• <b>Perry et al 2008</b></li> <li>• <b>Rosen et al 2015</b></li> </ul>
<b>CSB</b>	Cadera (inclinación del tronco)	Trocánter mayor	Hacia el acromion de la posición inicial	Hacia el acromion de la posición final	
	Rodilla	Polo inferior de la rótula	Espina ilíaca anterosuperior	Línea del segundo dedo	
<b>CSMI, CSMD</b>	Cadera (inclinación del tronco)	Trocánter mayor	Hacia el acromion de la posición inicial	Hacia el acromion de la posición final	
	Rodilla	Polo inferior de la rótula	Espina ilíaca anterosuperior	Línea del segundo dedo	
<b>DERS</b>	Rodilla	Cóndilo externo	Trocánter mayor	Maléolo externo tobillo	
<b>DFRP</b>	Rodilla	Cóndilo externo	Trocánter mayor o línea de la camilla	Maléolo externo tobillo	

### **Análisis estadístico de los resultados.**

El análisis estadístico de los resultados se realizó con el programa SPSS 15.0 para Windows (IBM Corporation©, Armonk, Nueva York).

En primer lugar, con los datos epidemiológicos se ha realizado una estadística descriptiva. Las medias y las desviaciones estándar se han calculado, además de las medianas, dado que en ocasiones los datos estudiados no representan una distribución normal.

Se representan también los histogramas de la distribución de cada variable para una mejor visualización de la distribución.

A continuación, a fin de estudiar la consistencia de los resultados con otras muestras, se presenta una comparativa de las variables antropométricas de la muestra de sujetos de este estudio con las de la selección española de balonmano que se presentó al campeonato del mundo de 2013 y con el total de la media europea de dicho campeonato.<sup>(74)</sup> Se compara con las muestras de ese año debido a que las antropometrías se tomaron en dicha fecha excepto en el caso de un jugador. La comparación de medias se usa empleando la prueba *t* test de muestras independientes.

Para evidenciar si existe relación estadísticamente significativa entre las variables porcentajes de horas y los índices lesionales se ha empleado la Correlación de Spearman con un error  $\alpha=0.05$ . Además se ha presentado un gráfico de dispersión para una mejor visualización de los resultados.

Por último, se ha realizado un cruce de datos entre las variables dolor y fallo. Se valora el dolor como 1 y la ausencia de este como 0, y en el caso de los test de movimiento se valora el fallo como 1 y el no fallo como 0. Se han realizado tablas de contingencia para cruzar las variables fallo en un test en concreto con dolor en un área anatómica específica. De esta manera se podría evidenciar si existe significatividad estadística entre el dolor de una región anatómica con el

fallo en el patrón motor observado en uno o varios test. Se ha empleado la correlación de Pearson con un error  $\alpha=0.05$ .

Por último se han comparado las calificaciones obtenidas por los dos evaluadores más las obtenidas por la reevaluación con Kinovea® empleando el coeficiente de correlación intraclase (CCI) con un  $\alpha=0.05$ . Los valores adjudicados a los test eran de 1 en caso de fallo y 0 en caso de no existir fallo. Con este test se busca evidenciar si existe fiabilidad interevaluadores a la hora de evaluar a un sujeto con dichos test.

## RESULTADOS

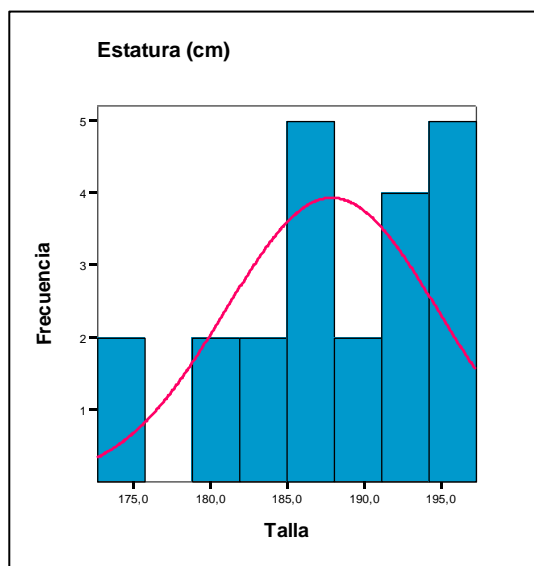
---

## RESULTADOS

### VARIABLES OBTENIDAS DE LA MUESTRA.

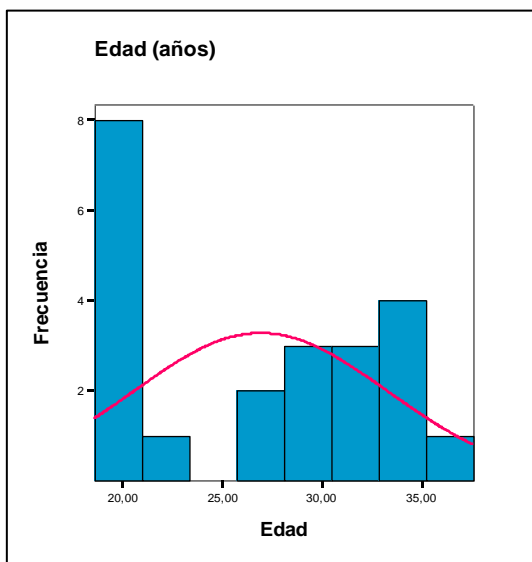
En este apartado en las Figuras de la 18 a la 29, se muestran los histogramas de los resultados sobre las variables antropométricas y los valores en media y desviación estándar generados mediante la página Excel del FEMEDE. La plantilla de resultados obtenida se presenta en el Anexo·2.

#### Histogramas de Edad, Peso, Talla e Índice de Masa Corporal.



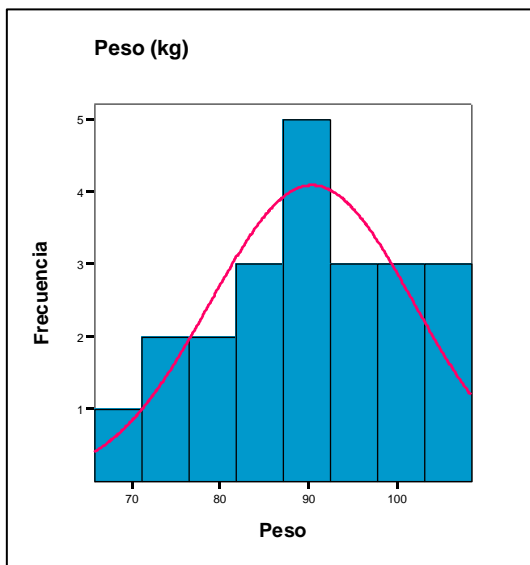
Media ± SD	
<b>Estatura (cm)</b>	<b>187,9 ± 6,9</b>

Figura 18 - Histograma de estatura (cm)



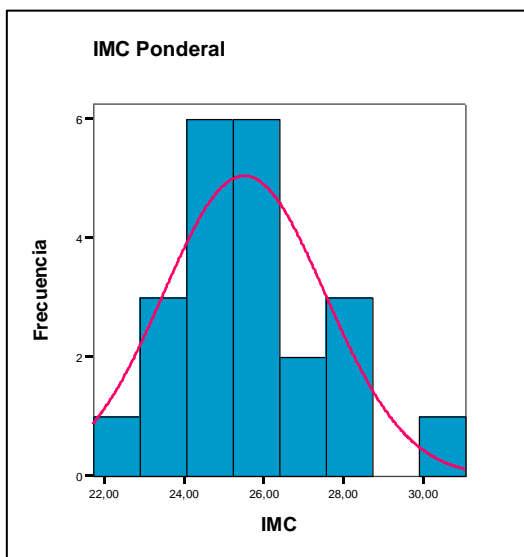
Media ± SD	
<b>Edad (años)</b>	<b>26,9 ± 6,4</b>

Figura 19 - Histograma de edad (años)



**Media ± SD**  
**Peso (Kg)** 90,4 ± 11,4

Figura 20 - Histograma de peso (kg)

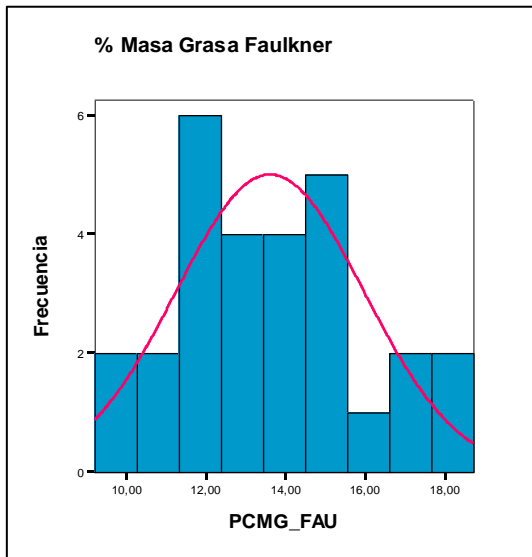


**Media ± SD**  
**IMC\* ponderal** 25,5 ± 2,0

\*Índice de Masa Corporal.

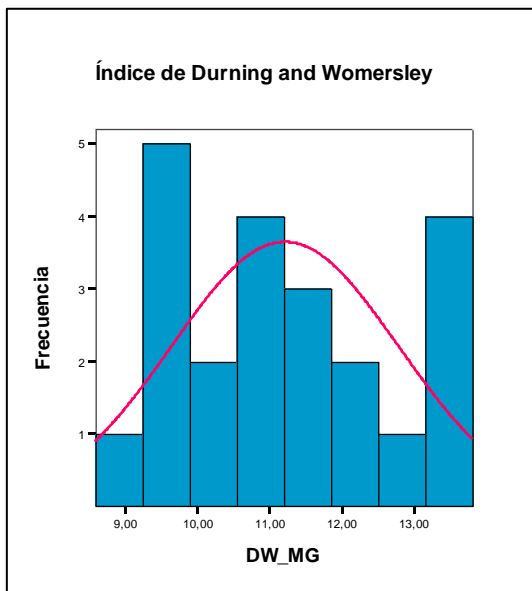
Figura 21 - Histograma IMC ponderal

Índices de Faulkner, Durning and Womersley, Rocha y Lee.



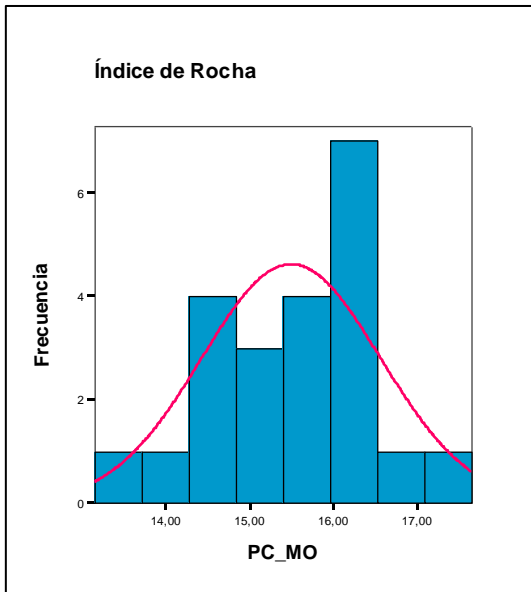
Media ± SD	
% Masa grasa Faulkner	25,5 ± 2,0

Figura 22 - Histograma de porcentaje masa grasa de Faulkner



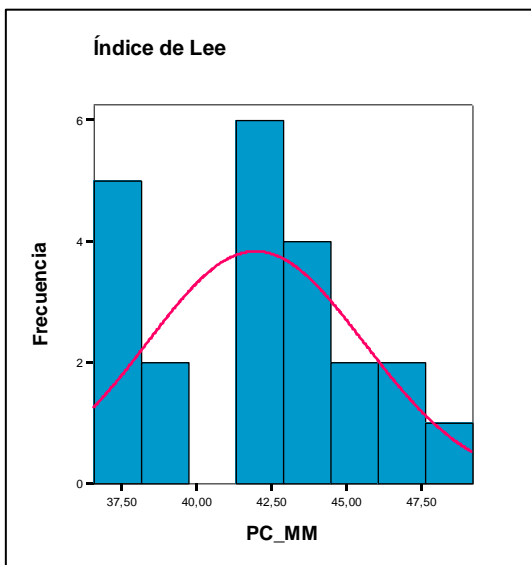
Media ± SD	
% Masa Grasa DW	11,2 ± 1,57

Figura 23 - Histograma de porcentaje de masa grasa de Durning and Womersley



Media ± SD	
% Masa ósea Rocha	15,5 ± 1,1

Figura 24 - Porcentaje de masa ósea de Rocha.

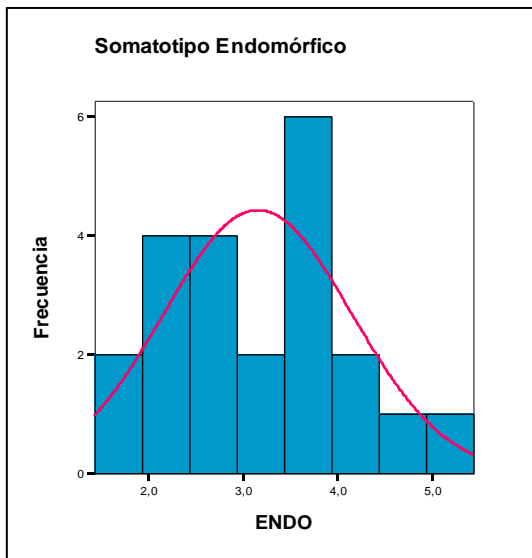


Media ± SD	
% Masa muscular Lee	42,0 ± 3,6

Figura 25 - Porcentaje masa muscular de Lee.

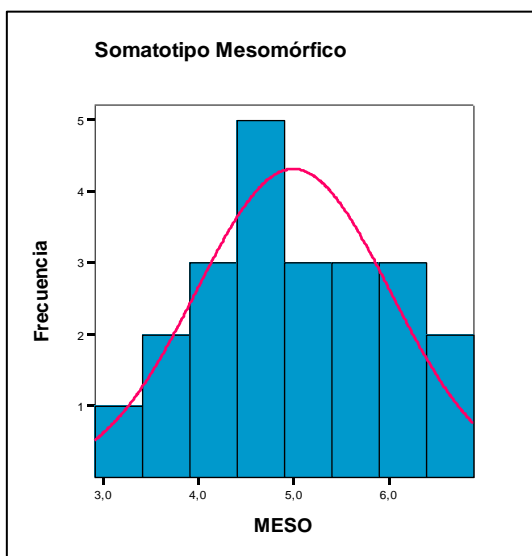


Histogramas de somatotipo.



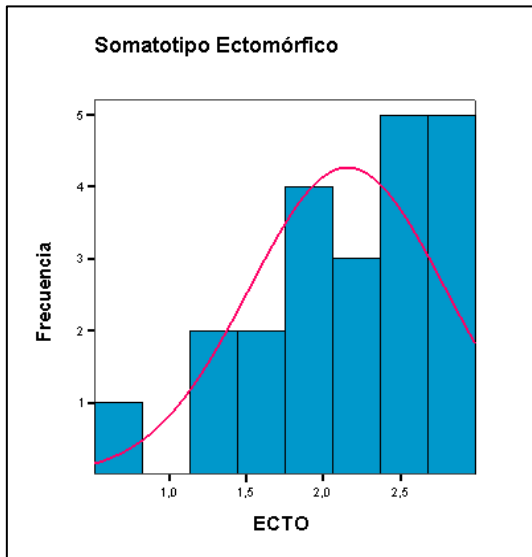
Media ± SD	
<b>Endomorfia</b>	<b>3,0 ± 1,0</b>

Figura 26 - Histograma de endomorfia



Media ± SD	
<b>Mesomorfia</b>	<b>5,0 ± 1,0</b>

Figura 27 - Histograma de mesomorfia.



Media ± SD	
<b>Ectomorfia</b>	<b>2,2 ± 0,6</b>

Figura 28 - Histograma de ectomorfia

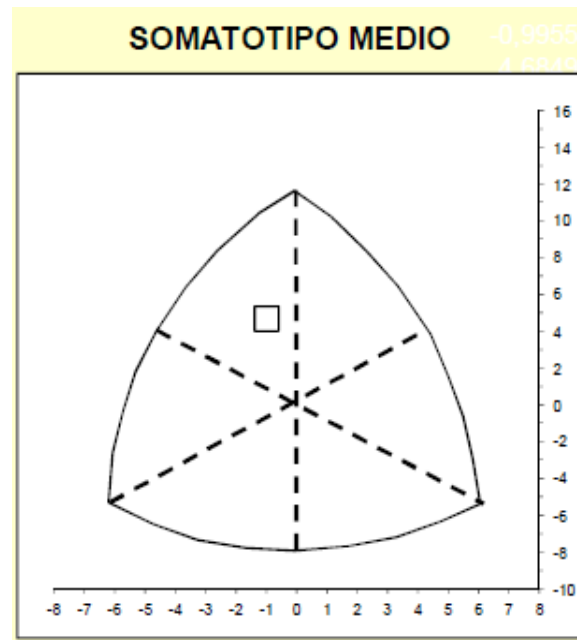


Figura 29 - Diagrama de somatotipo medio obtenido en la hoja de cálculo Excel de FEMEDE.

**COMPARACIÓN DE LAS MUESTRA DE LOS SUJETOS DE ESTUDIO CON LA SELECCIÓN ESPAÑOLA Y EUROPEAS DE BALONMANO MASCULINO PARTICIPANTES EN EL CAMPEONATO DEL MUNDO DE 2013.**

En la Tabla 8 se presenta la comparativa realizando la prueba t test para muestras relacionadas con un  $P < 0.05$ . Se busca rechazar la hipótesis nula de que las muestras son diferentes. La P se refiere a la comparativa entre los sujetos de estudio y la muestra en la casilla en la que se encuentra dicho dato.

**Tabla 8 - Comparativa de las variables edad, estatura, peso e IMC de los sujetos de estudio con la selección española y la media de selecciones europeas participantes en el Campeonato del Mundo de balonmano masculino de 2013.**

	n	Edad (años)	t-test Sig.	Estatura (cm)	t-test Sig.	Estatura (cm)	t-test Sig.	IMC	t-test Sig.
<b>Sujetos</b>	22	26,9±6,4		187,9±6,9		90,4±11,4		25,5±2	
<b>Muestra España CM 2013</b>	16	28,2±4,05	P=0,45	19,9±7,6	P=0,04	96,9±11,2	P=0,09	26,02±2,4	P=0,49
<b>Muestra Europea CM 2013</b>	236	27,8±4.21	P=0,55	192,4±6,7	P=0,007	94,7±1,0	P=0,1	25,6±2,0	P=0,91

Sólo se han hallado diferencias significativas en la variable estatura. La diferencia entre nuestros sujetos y la selección española tiene una significatividad cercana a 0.05, pero la diferencia es evidente con la media europea. Tengamos en cuenta que las grandes selecciones europeas de balonmano que se clasifican para estos campeonatos son de procedencia nórdica y germana, países que presentan una mayor estatura promedio en la población.

Con estos datos podemos asumir que nuestra muestra es equiparable a otros equipos de ámbito nacional, con lo que se podrían extrapolar posibles resultados a otras muestras de otros equipos.

## RESULTADOS DE LA EPIDEMIOLOGÍA

### DATOS EPIDEMIOLÓGICOS GENERALES

#### Datos epidemiológicos generales.

En el Anexo 5 se presentan las tablas con los datos generales totales de las variables registradas en la epidemiología.

#### Estadísticos descriptivos de la epidemiología. Porcentajes.

A continuación de la Figura 30 a la Figura 36 se presentan cada uno de los histogramas de las variables de horas en porcentaje, y de la Tabla 9 a la Tabla 15 se presentan las medias y medianas correspondientes. Debido a que no todos los jugadores entrenaban las mismas horas ni durante todas las temporadas (por ejemplo, en el caso de dos fichajes no entrenaron en el equipo más de una temporada), el porcentaje representado es lógicamente por jugador.

Figura 30 – Porcentaje de horas entrenadas.

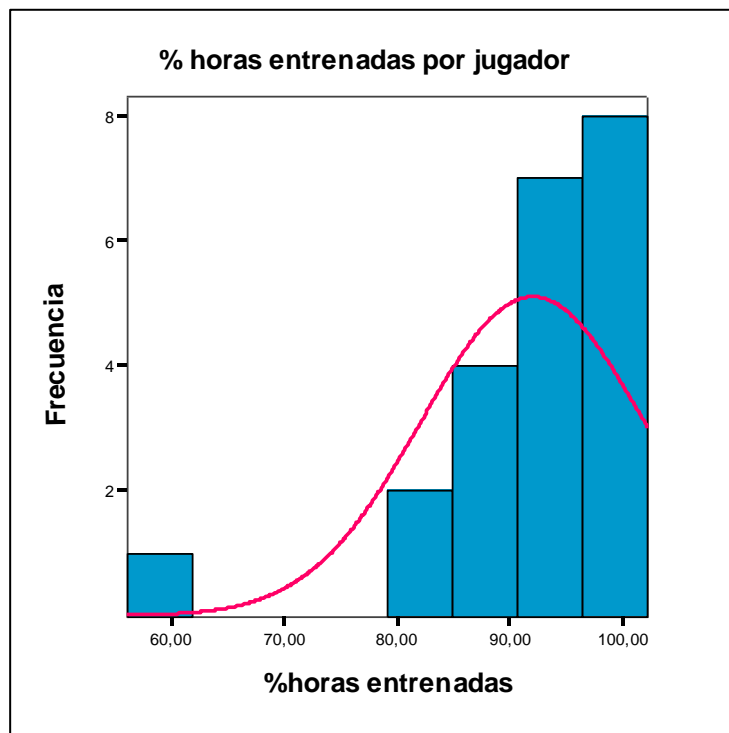


Tabla 9 – Porcentaje de horas entrenadas.

	Mín.	Máx.	Mediana	Rango IQ	Media	SD
<b>% horas entrenadas</b>	56,1	100,0	94,3	10,8	91,9	9,8

Figura 31 – Porcentaje de horas jugadas.

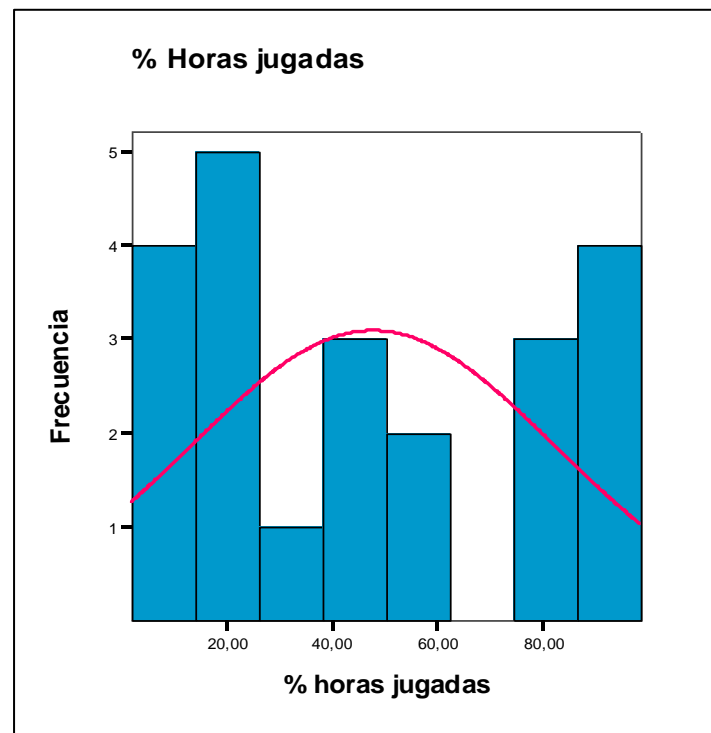


Tabla 10 – Porcentaje de horas jugadas.

	Mín.	Máx.	Mediana	Rango IQ	Media	SD
<b>% horas jugadas</b>	1,7	98,3	22,5	35	47,6	34,3

Figura 32 - Porcentaje de horas perdidas por lesión

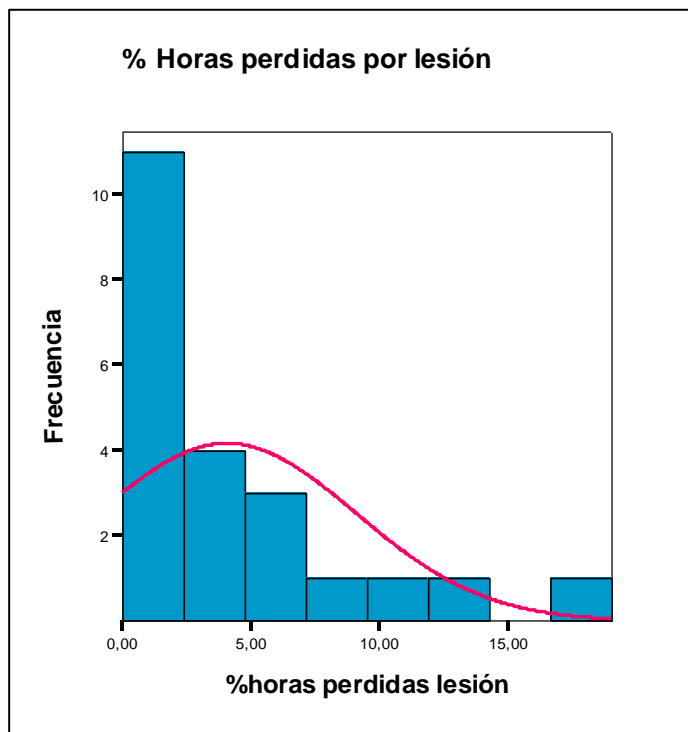


Tabla 11 - Porcentaje de horas perdidas por lesión

	Mín.	Máx.	Mediana	Rango IQ	Media	SD
<b>% horas perdidas lesión</b>	0,0	19,0	2,5	6,1	4,08	5,01

Figura 33 - Porcentaje de horas entrenadas con dolor

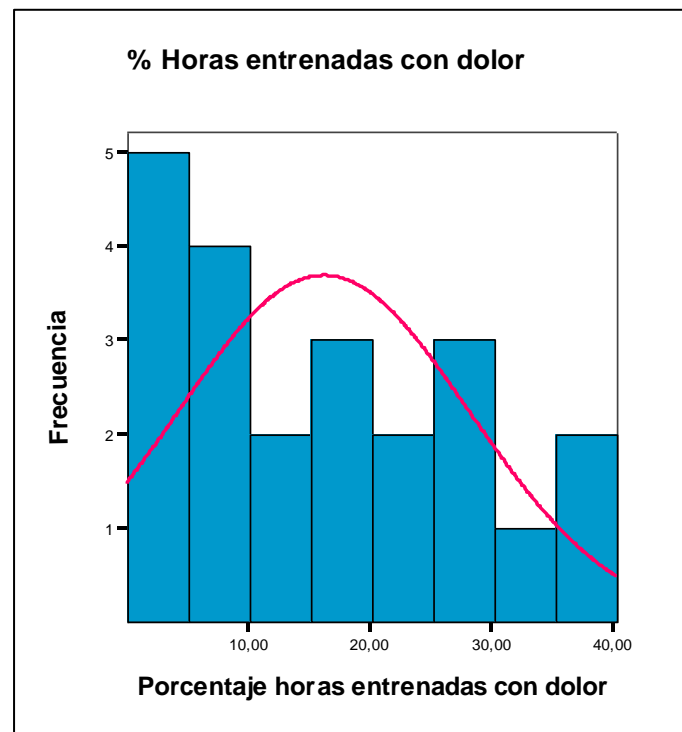


Tabla 12 - Porcentaje de horas entrenadas con dolor

	Mín.	Máx.	Mediana	Rango IQ	Media	SD
<b>% horas entrenadas con dolor</b>	0,0	40,2	14,4	21,1	16,2	11,9

Figura 34 - Porcentaje de horas perdidas por otros motivos

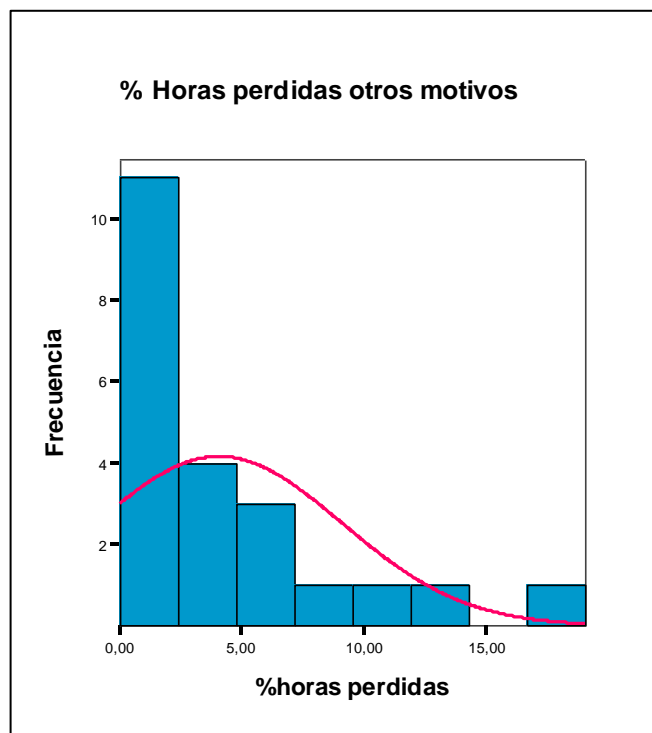


Tabla 13 - Porcentaje de horas perdidas por otros motivos

	Mín.	Máx.	Mediana	Rango IQ	Media	SD
<b>% horas perdidas</b>	0,0	75,8	1,0	3,6	6,5	16,7



Figura 35 - Índice lesional durante el entrenamiento

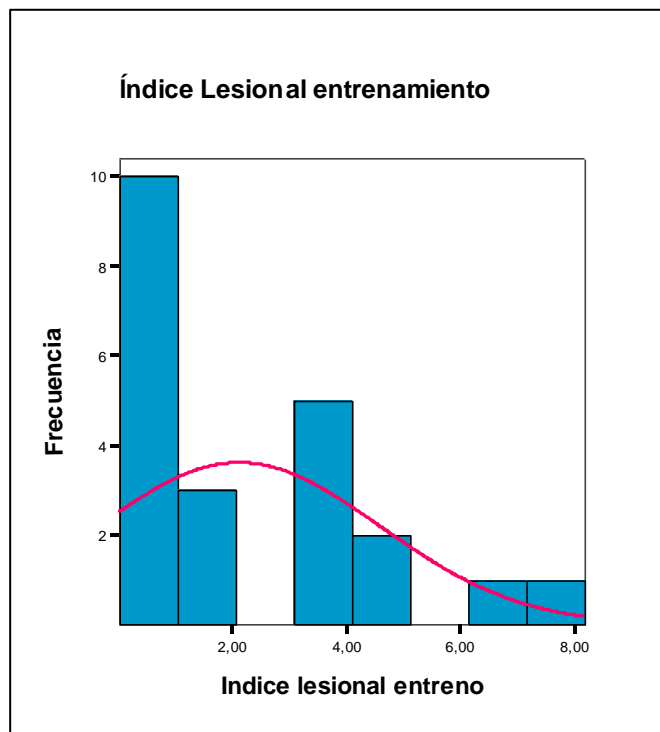


Tabla 14 - Índice lesional durante el entrenamiento

	Mín.	Máx.	Mediana	Rango IQ	Media	SD
<b>IL Entreno</b> (jugador/1000 h)	0,0	8,2	1,6	3,6	2,1	2,5

Figura 36 - Índice lesional en partido

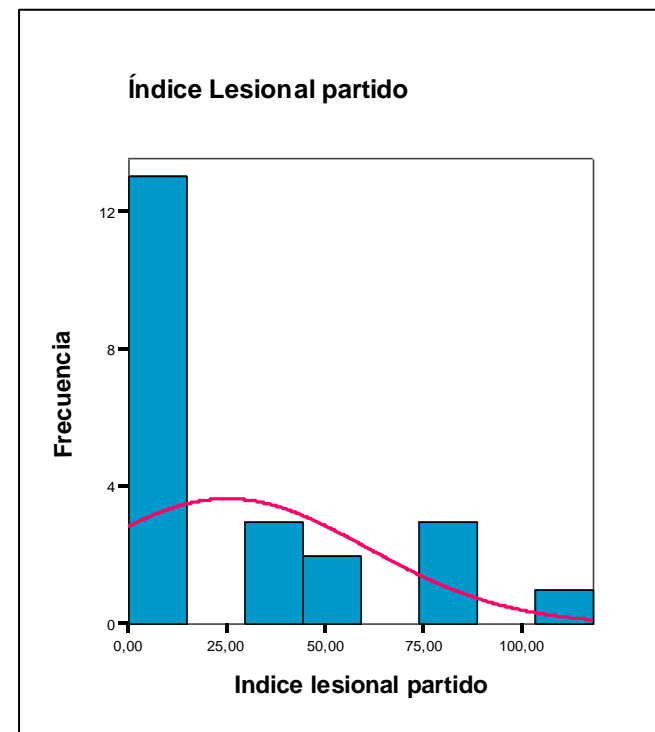


Tabla 15- Índice lesional en partido

	Mín.	Máx.	Mediana	Rango IQ	Media	SD
<b>IL Partido</b> (jugador/1000 h)	0,0	117,6	0,0	54,4	25,3	35,4

A continuación en la Tabla 16 se muestran los valores totales para la toda la muestra de los índices lesionales.

**Tabla 16 - Valores de los índices lesionales calculados por 1000 horas de exposición.**

Valores totales	Índice lesional entrenamientos (lesiones/1000h entrenamiento)	Índice lesional partido (lesiones/1000h de juego)
	33,4	164,7

Y en la Tabla 17 se muestra el total de lesiones registradas a lo largo de las dos temporadas de recogida de datos, tanto si causaban baja como si no.

**Tabla 17 - Tabla con porcentajes de lesiones agudas y de sobreuso.**

Total lesiones	agudas	de sobreuso
65	28	37
100%	43,1%	57,9%

En la Figura 37 y la Figura 38 se representan los diagramas de barra de error mostrando las medias de las distintas variables de porcentajes de horas y los índices lesionales por jugador/1000 horas.

Figura 37 - Diagramas de barras de error con porcentajes de horas.

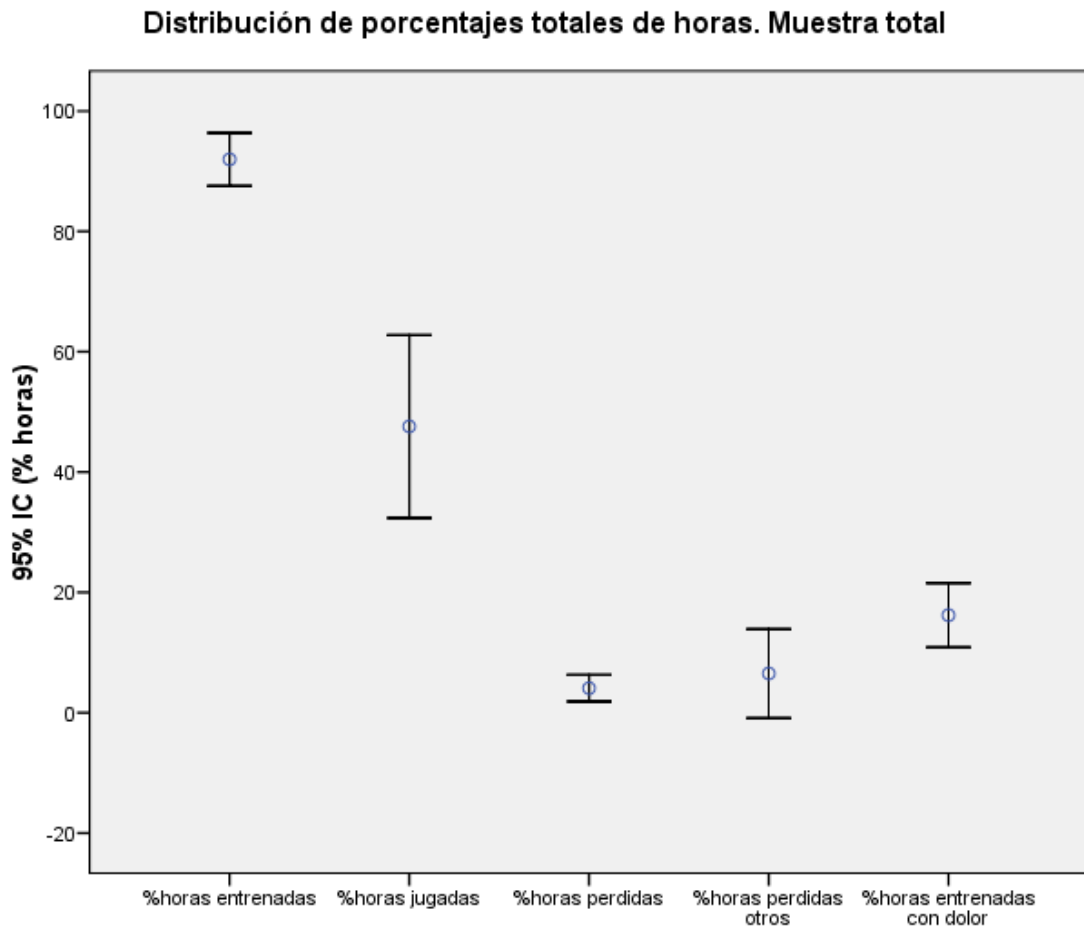
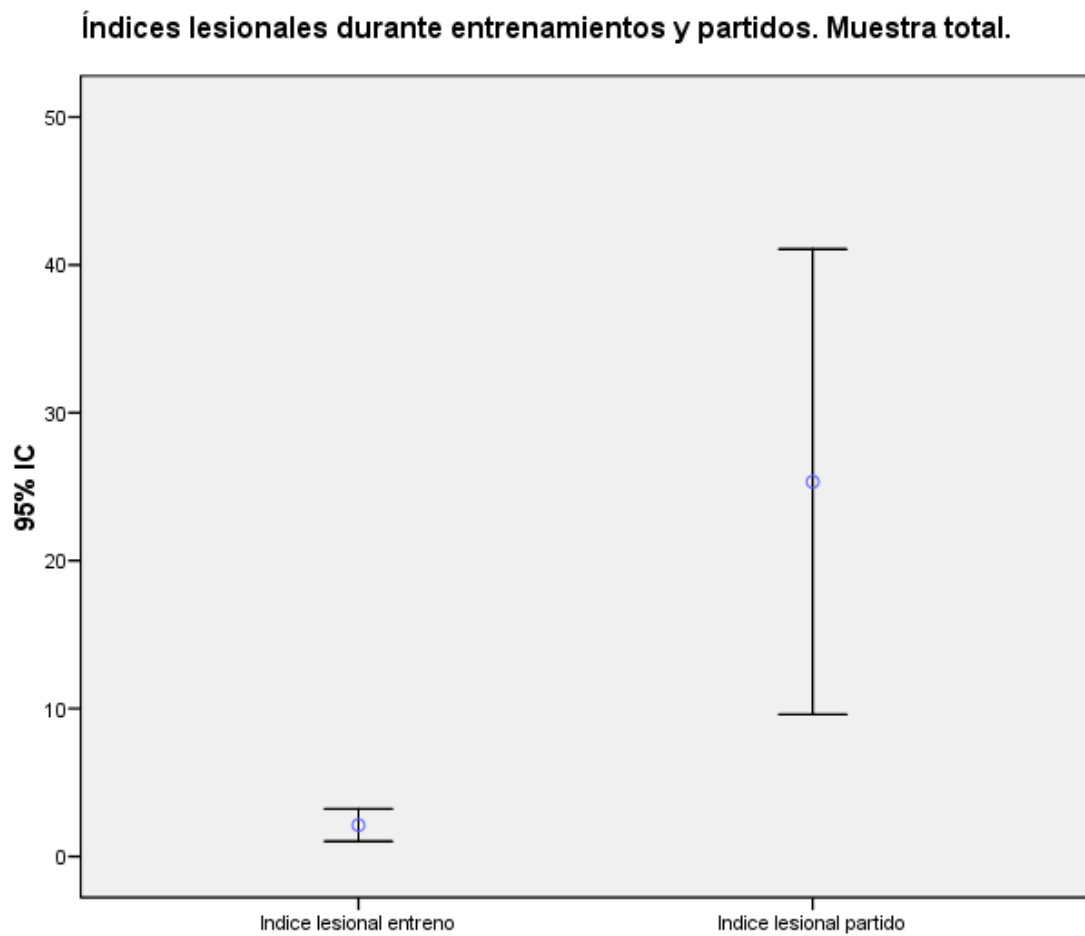


Figura 38 - Diagramas de barras de error con los índices lesionales jugador/1000 horas.



En la Tabla 18 se representa la distribución de las lesiones que causaron baja durante las dos temporadas, diferenciando entre traumáticas o agudas y no traumáticas o de sobreuso.

**Tabla 18 - Distribución de lesiones traumáticas y no traumáticas que causaron baja en partidos y entrenamientos.**

Tipo de lesión	No traumática		Traumática		Totales
	SÍ	NO	SÍ	NO	
<b>Recidiva</b>	SÍ	NO	SÍ	NO	
<b>Lesiones durante entrenamiento</b>	1	5	9	7	22
<b>Lesiones durante partido</b>	1	1	4	8	14
<b>Lesión por contacto</b>	0	0	4	11	15
<b>Porcentaje de lesiones entrenamiento</b>	4,5%	22,7%	40,9%	31,8%	
<b>Porcentaje de lesiones partidos</b>	7,1%	7,1%	28,6%	57,1%	

Inesperadamente se observa un mayor número de lesiones que causan baja en entrenamientos respecto a las que causan baja en partido. Sin embargo las que causaron baja en entrenamiento fueron principalmente leves y las que causaron baja en partido fueron de moderadas a mayoritariamente graves. Se puede ver dicha información en las Tabla 60 y Tabla 61 del Anexo 5.

En la Tabla 19 se hace un resumen del total de lesiones de sobreuso por zona anatómica durante las dos temporadas, y los gestos deportivos que causaban esta sintomatología.

**Tabla 19 - Total de lesiones de sobreuso por zona anatómica.**

n=22	Zona lumbar	Rodilla derecha	Rodilla izquierda	Otros (cuadrante superior)
<b>Lesiones de sobreuso</b>	9	12	4	12
<b>Acciones que causan los síntomas</b>	<p><b>8 sujetos:</b> lanzamientos y acciones de bloqueo.</p> <p><b>1 sujeto:</b> acción de incorporarse tras la recogida de balones</p>	<b>12 sujetos:</b> carrera y salto	<b>4 Sujetos:</b> carrera y salto.	<p><b>8 sujetos:</b> acto de armado en los lanzamientos.</p> <p><b>4 sujetos:</b> acto de lanzamiento del balón (fase final)</p>

En la Tabla 20 se presentan los estadísticos descriptivos de media y mediana de las horas entrenadas con dolor para el total de la muestra de sujetos.

**Tabla 20 - Horas entrenadas con dolor. Estadísticos Descriptivos para el total de la muestra.**

n=22	Mínimo	Máximo	Mediana	Rango IQ	Media	SD
<b>Horas dolor total</b>	0,0	189,0	69,1	93,7	73,4	56,7
<b>Horas dolor lumbar</b>	0,0	76,3	0,0	42,8	19,6	26,9
<b>Horas dolor rodilla izquierda</b>	0,0	178,5	8,1	48,1	28,0	42,6
<b>Horas dolor rodilla derecha</b>	0,0	75,5	0,0	0,0	6,2	18,5
<b>Horas dolor otros</b>	0,0	102,0	4,3	32,4	19,7	29,7
<b>EVA lumbar (mm)</b>	0,0	58,0	0,0	43	19,2	22,5
<b>EVA rodilla izquierda (mm)</b>	0,0	43,0	0,0	0,0	3,1	10,4
<b>EVA rodilla derecha (mm)</b>	0,0	67,0	16,0	45,3	22,8	24,7

En la Tabla 21 Se establecen las horas entrenadas con dolor sólo para los sujetos afectados para lesión de sobreuso.

**Tabla 21 - Horas entrenadas con dolor. Estadísticos descriptivos de los sujetos afectados.**

	n	Mínimo	Máximo	Mediana	Rango IQ	Media	SD
<b>Horas dolor lumbar</b>	9	20,5	76,3	47,5	31,9	48,0	19,07
<b>Horas dolor rodilla izquierda</b>	12	3,3	75,5	28,4	63,4	33,9	33,7
<b>Horas dolor rodilla derecha</b>	3	5,0	178,5	41,9	40,4	51,3	46,4
<b>Horas dolor otros</b>	12	3,5	102,0	26,0	43,7	36,04	32,3
<b>EVA lumbar (mm)</b>	9	28,0	58,0	43,0	18,3	42,3	10,1
<b>EVA rodilla izquierda (mm)</b>	12	29,0	43,0	30,5	10,8	33,3	6,5
<b>EVA rodilla derecha (mm)</b>	3	20,0	67,0	42,0	26,3	41,4	18,1

En la Tabla 22 se presentan las prevalencias de las lesiones de sobreuso, calculadas como número de afectados por número total de participantes en el estudio.

**Tabla 22 - Prevalencia de las lesiones de sobreuso.**

	Prevalencia (%)
<b>Dolor lumbar</b>	41
<b>Dolor rodilla izquierda</b>	55
<b>Dolor rodilla derecha</b>	18
<b>Dolor otros</b>	55



En las Figura 39, Figura 40, Figura 41 y Figura 42 se presentan los diagramas de barras de error de las horas jugadas con dolor por zona anatómica de toda la muestra y sólo de los sujetos afectados, así como la EVA por zona anatómica de toda la muestra y de los sujetos afectados.

**Figura 39 - Diagrama de barras de error de las horas jugadas con dolor. Muestra total.**

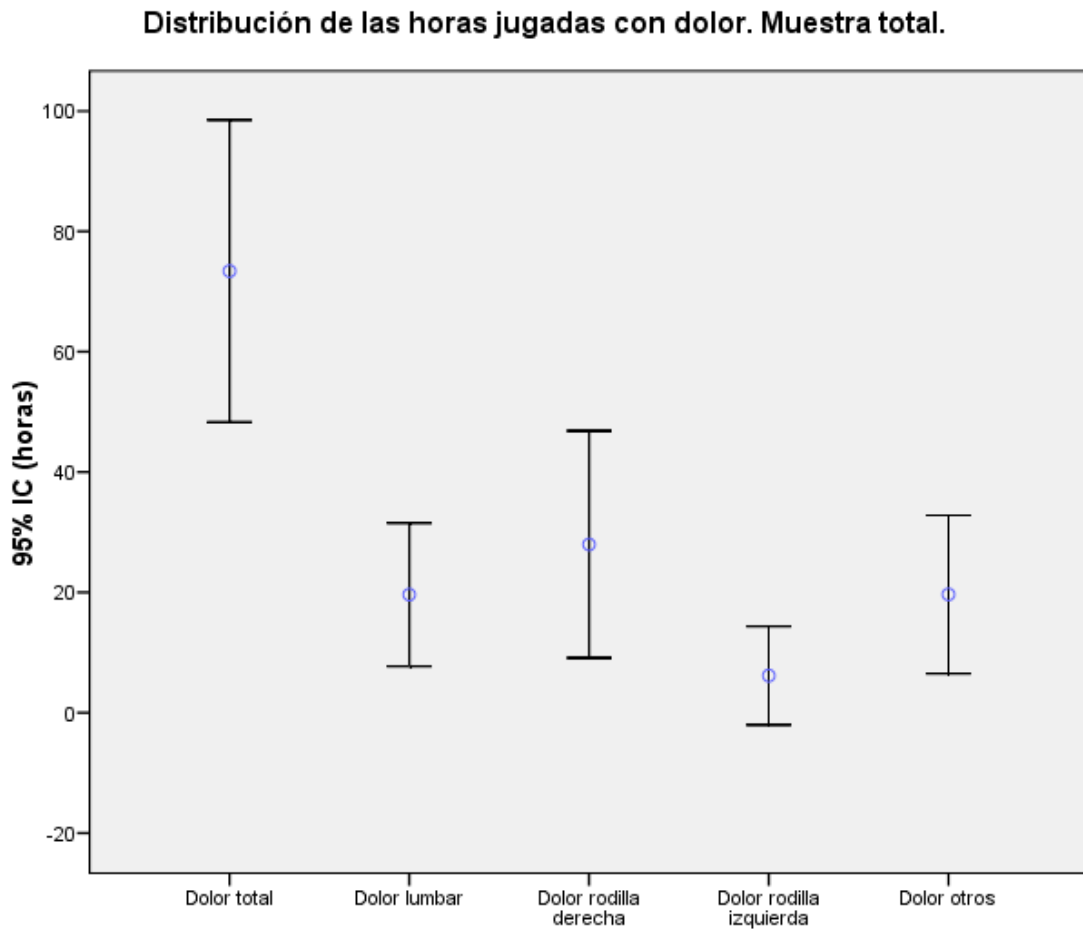


Figura 40 - Diagrama de barras de error de las horas jugadas con dolor. Sujetos afectados.

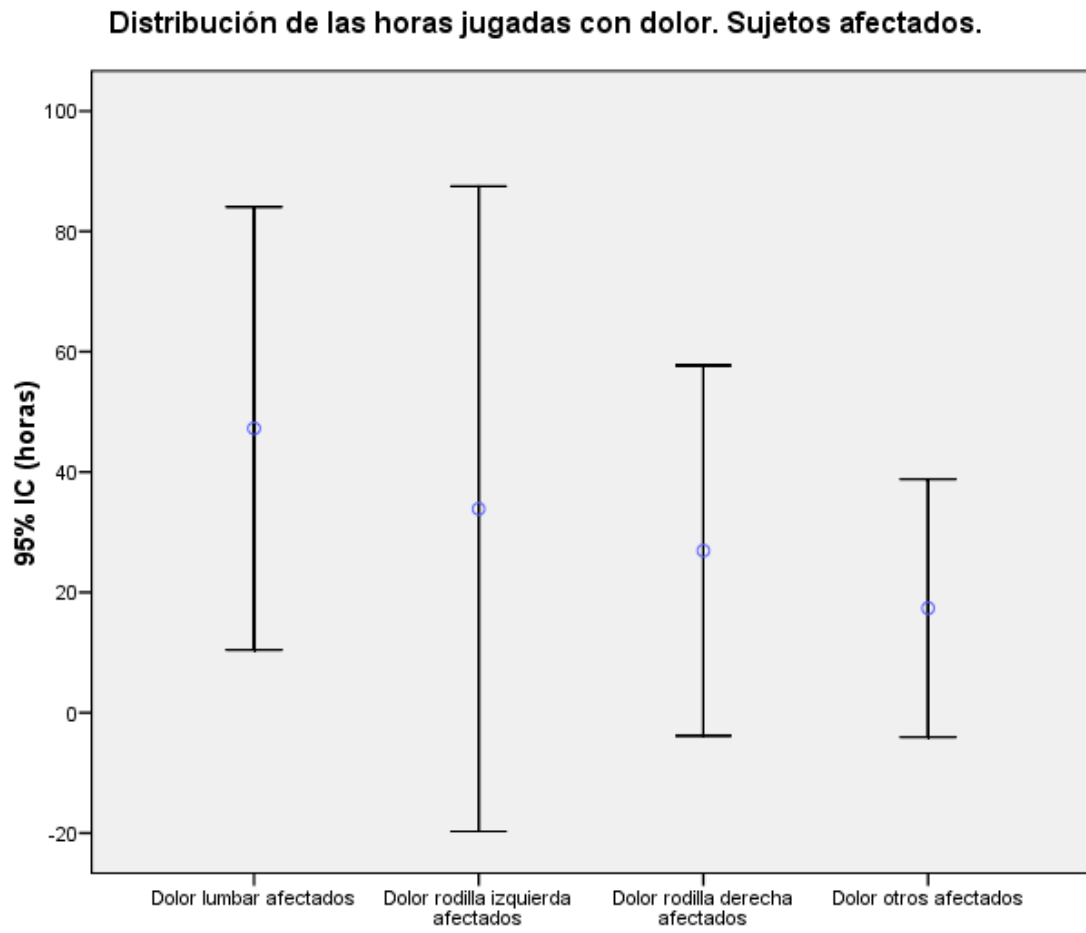


Figura 41 - Diagrama de barras de error de la EVA. Muestra total.

Distribución de la EVA por zonas anatómicas. Muestra total.

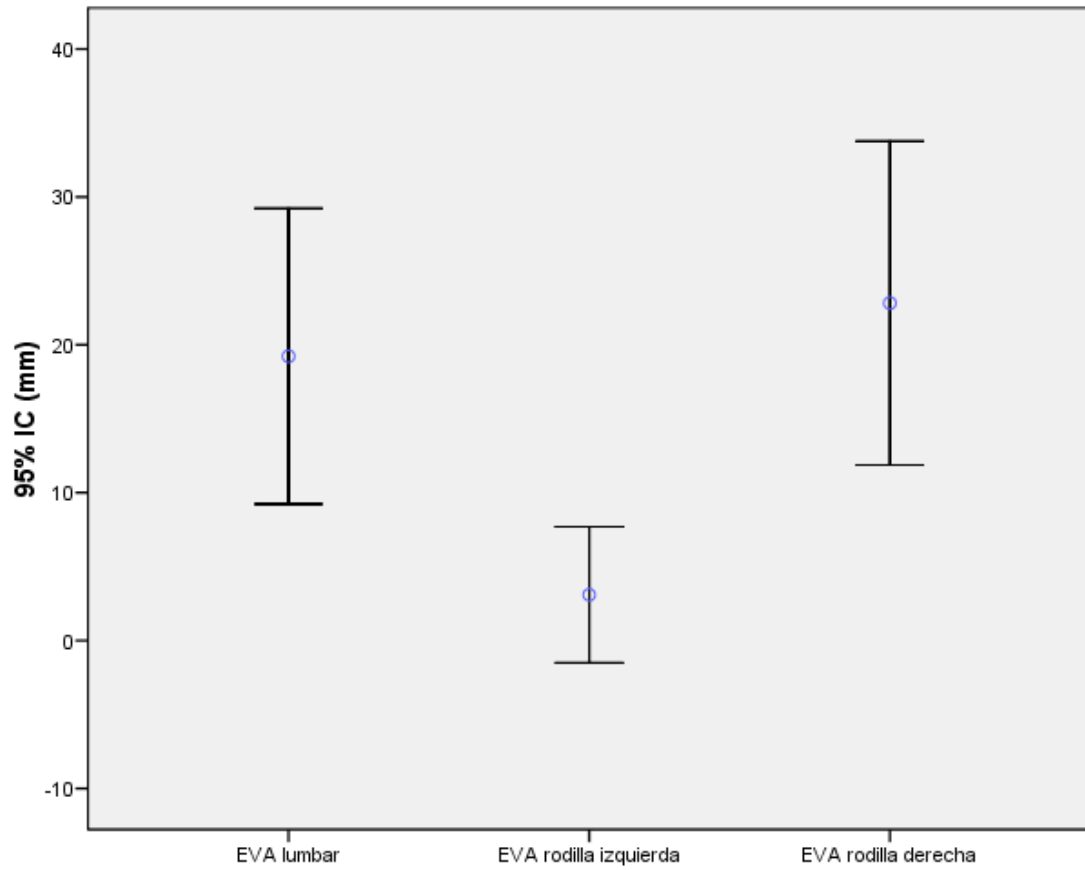
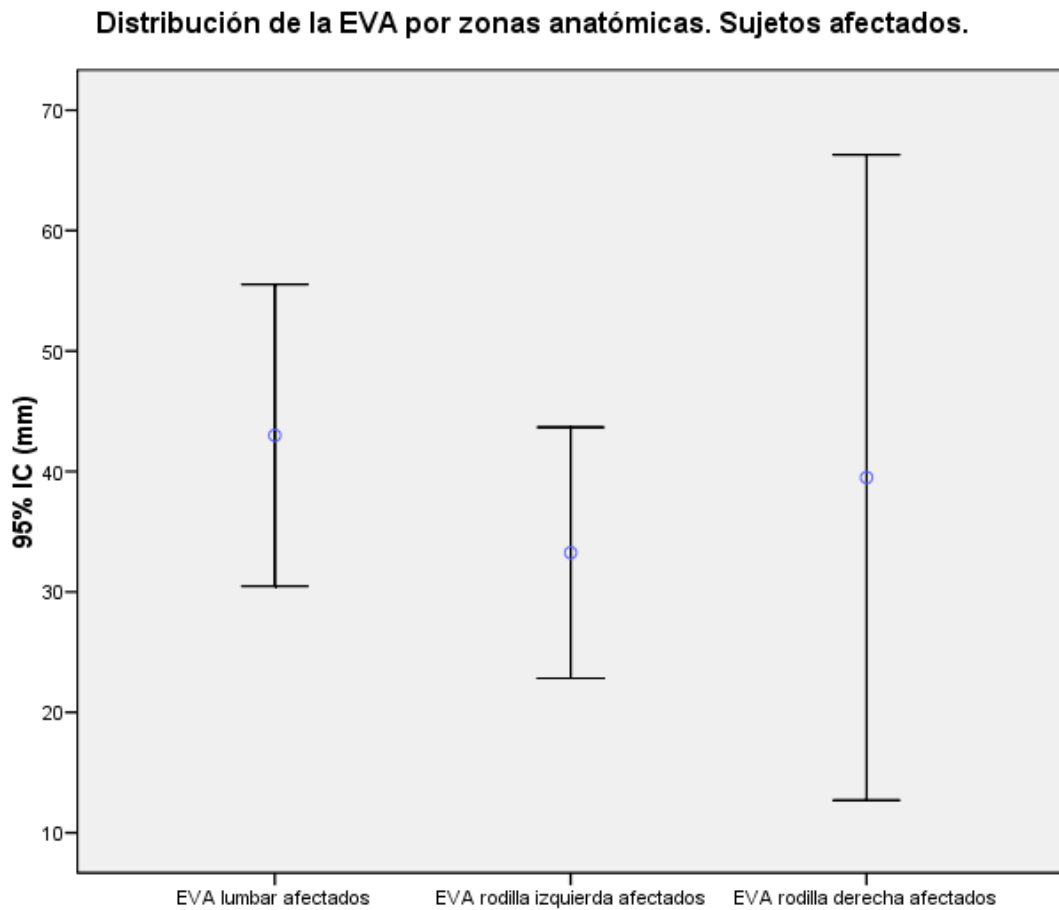


Figura 42 - Diagrama de barras de error de la EVA. Sujetos afectados.



Seguidamente en la Tabla 23 se presentan las correlaciones entre las variables de porcentaje de horas e índices lesionales. Para dicho cálculo se ha empleado el coeficiente de correlación de Spearman y se considera un  $\alpha=0.05$ . Nótese que las relaciones estadísticamente significativas para un  $\alpha=0.05$  están marcadas con un tono rojo claro y aquellas para  $\alpha=0.01$  en rojo oscuro.

RESULTADOS

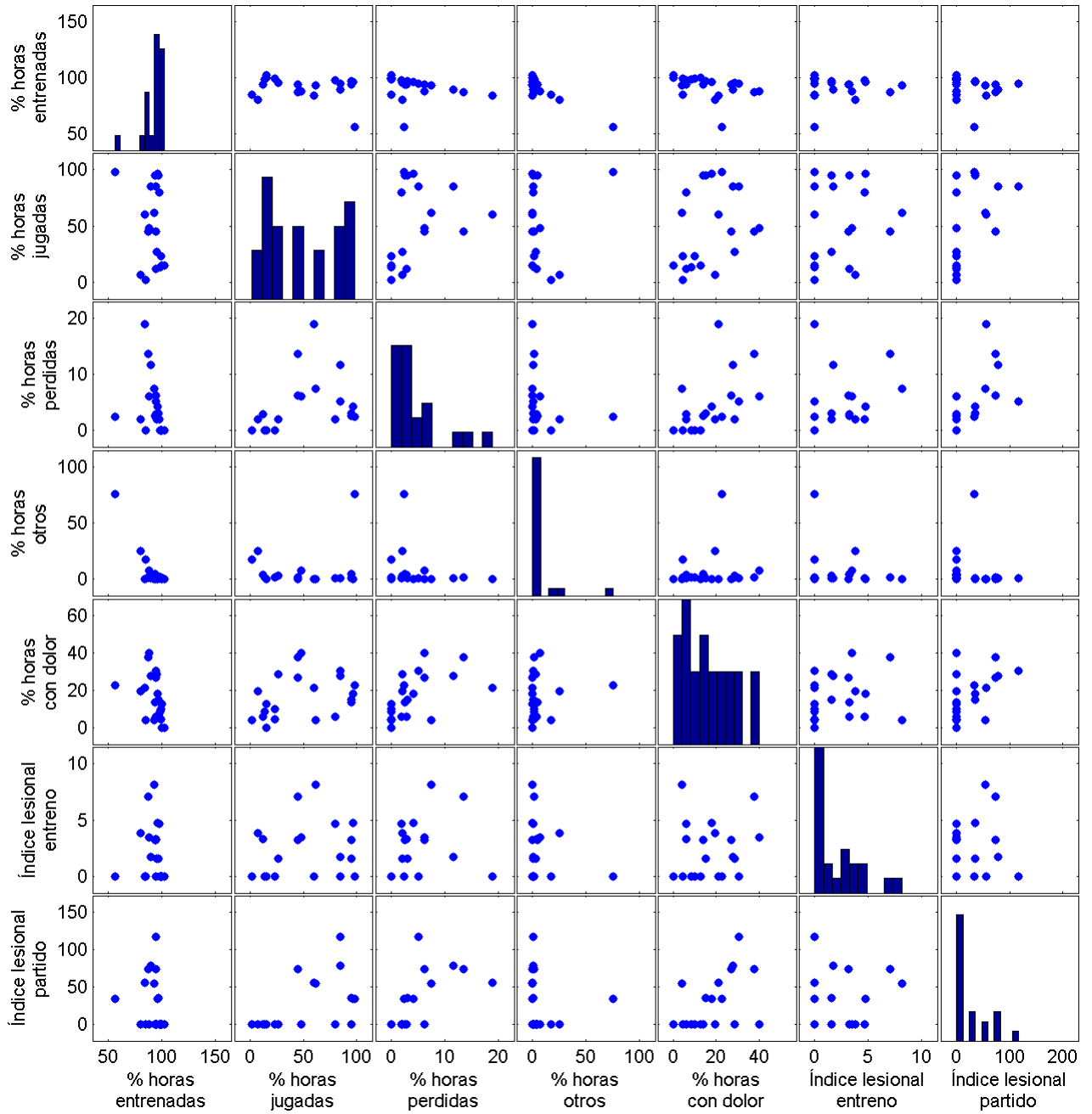
Tabla 23 - Correlaciones estadísticas de las distintas variables de horas e índices lesionales de la epidemiología.

n = 22			% horas entrenadas	% horas jugadas	% horas perdidas lesión	% horas perdidas otros motivos	% horas entrenadas con dolor	Índice lesional entrenamiento	Índice lesional partido
Rho de Spearman	% horas entrenadas	Coefficiente de correlación	1,000	-,209	-,512(**)	-,520(**)	-,452(*)	-,346	-,372(*)
		Sig. (bilateral)	.	,175	,007	,007	,017	,057	,044
	% horas jugadas	Coefficiente de correlación	-,209	1,000	,673(**)	-,158	,424(*)	,262	,582(**)
		Sig. (bilateral)	,175	.	,000	,242	,025	,119	,002
	% horas perdidas lesión	Coefficiente de correlación	-,512(**)	,673(**)	1,000	-,244	,558(**)	,533(**)	,826(**)
		Sig. (bilateral)	,007	,000	.	,137	,003	,005	,000
	% horas perdidas otros motivos	Coefficiente de correlación	-,520(**)	-,158	-,244	1,000	,202	,046	-,361(*)
		Sig. (bilateral)	,007	,242	,137	.	,184	,420	,049
	% horas entrenadas con dolor	Coefficiente de correlación	-,452(*)	,424(*)	,558(**)	,202	1,000	,194	,504(**)
		Sig. (bilateral)	,017	,025	,003	,184	.	,193	,008
	Índice lesional entrenamiento	Coefficiente de correlación	-,346	,262	,533(**)	,046	,194	1,000	,188
		Sig. (bilateral)	,057	,119	,005	,420	,193	.	,201
	Índice lesional partido	Coefficiente de correlación	-,372(*)	,582(**)	,826(**)	-,361(*)	,504(**)	,188	1,000
		Sig. (bilateral)	,044	,002	,000	,049	,008	,201	.

Entre las correlaciones significativas existen correlaciones negativas entre el porcentaje de horas entrenadas y el porcentaje de horas perdidas por lesión, porcentaje de horas perdidas por otros motivos, porcentaje de horas entrenadas con dolor y el índice lesional en partido. También existe una correlación negativa entre las horas perdidas por otros motivos y el índice lesional de los partidos. Existen correlaciones positivas entre el porcentaje de horas jugadas y el porcentaje de horas perdidas por lesión, el de horas entrenadas con dolor y el índice lesional del partido, también se correlacionan positivamente las horas perdidas por lesión con las horas entrenadas con dolor, el índice lesional del entrenamiento y el índice lesional del partido. Cabe destacar también la correlación positiva de las horas entrenadas con dolor y el índice lesional de los partidos.

A continuación, en la Figura 43, se presentan los gráficos de dispersión de cada una de las variables de la tabla de contingencia. En la diagonal descendente se presentan los histogramas de cada una de las variables. Este gráfico facilita la visión de la tendencia positiva o negativa en las variables significativas.

Figura 43 - Diagramas de dispersión de las variables presentadas en la tabla de correlaciones



**RESULTADOS DE LOS FALLOS DE LOS TEST.****TABLAS CONTINGENCIA DOLOR LUMBAR Y FALLO EN LOS TEST**

De la Tabla 24 a la Tabla 31 se muestran los valores de las correlaciones de Pearson para el dolor lumbar con cada uno de los test de movimiento realizados.

**Tabla 24 - Tabla de contingencia Dolor lumbar \* FT**

		FT		Total	
		0	1		
Dolor lumbar	0	Recuento	7	5	12
		% de Dolor lumbar	58,3%	41,7%	100,0%
	1	Recuento	6	4	10
		% de Dolor lumbar	60,0%	40,0%	100,0%
Total	Recuento	13	13	22	
	% de Dolor lumbar	59,1%	59,1%	100%	
		R de Pearson			-0,017
		<b>Sig. aproximada</b>			<b>0,941</b>



Tabla 25 - Tabla de contingencia Dolor lumbar \* CSB

		CSB		Total	
		0	1		
Dolor lumbar2	0	Recuento	2	10	12
		% de Dolor lumbar	16,7%	83,3%	100,0%
	1	Recuento	0	10	10
		% de Dolor lumbar	,0%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	2	2	22	
	% de Dolor lumbar	9,1%	9,1%	100,0%	
R de Pearson				0,289	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,193</b>	

Tabla 26 - Tabla de contingencia Dolor lumbar \* CSMD

		CSMD		Total	
		0	1		
Dolor lumbar	0	Recuento	1	11	12
		% de Dolor lumbar	8,3%	91,7%	100,0%
	1	Recuento	0	10	10
		% de Dolor lumbar	,0%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	1	1	22	
	% de Dolor lumbar	4,5%	4,5%	100,0%	
R de Pearson				0,199	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,374</b>	

Tabla 27 - Tabla de contingencia Dolor lumbar \* CSMI

			CSMI		Total
			0	1	
Dolor lumbar	0	Recuento	2	10	12
		% de Dolor lumbar	16,7%	83,3%	100,0%
	1	Recuento	1	9	10
		% de Dolor lumbar	10,0%	90,0%	100,0%
Total	Recuento	1	3	22	
	% de Dolor lumbar	4,5%	13,6%	100,0%	
R de Pearson					0,097
<b>Sig. aproximada</b>					<b>0,668</b>

Tabla 28 - Tabla de contingencia Dolor lumbar \* CUAD

			CUAD		Total
			0	1	
Dolor lumbar	0	Recuento	12	0	12
		% de Dolor lumbar	100,0%	,0%	100,0%
	1	Recuento	9	1	10
		% de Dolor lumbar	90,0%	10,0%	100,0%
Total	Recuento	21	1	22	
	% de Dolor lumbar	95,5%	4,5%	100%	
R de Pearson					0,239
<b>Sig. aproximada</b>					<b>0,284</b>

Tabla 29 - Tabla de contingencia Dolor lumbar \* DERS

		DERS		Total	
		0	1		
Dolor lumbar	0	Recuento	10	2	12
		% de Dolor lumbar	83,3%	16,7%	100,0%
	1	Recuento	7	3	10
		% de Dolor lumbar	70,0%	30,0%	100,0%
Total	Recuento	17	17	22	
	% de Dolor lumbar	77,3%	77,3%	100,0%	
R de Pearson				0,158	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,481</b>	

Tabla 30 - Tabla de contingencia Dolor lumbar \* DFRP

		DFRP		Total	
		0	1		
Dolor lumbar	0	Recuento	7	5	12
		% de Dolor lumbar	58,3%	41,7%	100,0%
	1	Recuento	1	9	10
		% de Dolor lumbar	10,0%	90,0%	100,0%
Total	Recuento	8	8	22	
	% de Dolor lumbar	36,4%	36,4%	100,0%	
R de Pearson				0,500	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,018</b>	

Tabla 31 - Tabla de contingencia Dolor lumbar \* DEP

		DEP		Total	
		0	1		
Dolor lumbar	0	Recuento	4	8	12
		% de Dolor lumbar	33,3%	66,7%	100,0%
	1	Recuento	0	10	10
		% de Dolor lumbar	,0%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	4	18	22	
	% de Dolor lumbar	18,2%	81,8%	100,0%	
R de Pearson				0,430	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,046</b>	

Sólo se ha hallado significatividad estadística ( $\alpha=0.05$ ) al correlacionar el dolor lumbar con el test de doble flexión de rodilla en prono (DFRP) y el test de doble elevación de piernas (DEP).

**TABLAS CONTINGENCIA DOLOR RODILLA IZQUIERDA Y FALLO EN LOS TEST.**

De la Tabla 32 a la Tabla 39 se muestran los valores de las correlaciones de Pearson ( $\alpha=0.05$ ) para el dolor en la rodilla izquierda con cada uno de los test de movimiento realizados.

**Tabla 32 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla Izquierda \* FT**

		FT		Total	
		0	1		
Dolor rodilla iz	0	Recuento	7	3	10
		% de Dolor Rodilla iz	70,0%	30,0%	100,0%
	1	Recuento	6	6	12
		% de Dolor Rodilla iz	50,0%	50,0%	100,0%
Total		Recuento	13	9	22
		% de Dolor Rodilla iz	59,1%	40,9%	100,0%
		R de Pearson			0,203
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,366</b>	

Tabla 33 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda \* CSB

		CSB		Total	
		,0	1		
Dolor rodilla iz	0	Recuento	2	8	10
		% de Dolor Rodilla iz	20,0%	80,0%	100,0%
	1	Recuento	0	12	12
		% de Dolor Rodilla iz	,0%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	2	20	22	
	% de Dolor Rodilla iz	9,1%	90,9%	100,0%	
R de Pearson				0,346	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,114</b>	

Tabla 34 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda \* CSMD

		CSMD		Total	
		0	1		
Dolor rodilla iz	0	Recuento	1	9	10
		% de Dolor Rodilla iz	10,0%	90,0%	100,0%
	1	Recuento	0	12	12
		% de Dolor Rodilla iz	,0%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	1	21	22	
	% de Dolor Rodilla iz	4,5%	95,5%	100,0%	
R de Pearson				0,239	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,284</b>	

Tabla 35 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda \* CSMI

		CSMI		Total	
		0	1		
Dolor rodilla iz	0	Recuento	3	7	10
		% de Dolor Rodilla iz	30,0%	70,0%	100,0%
	1	Recuento	0	12	12
		% de Dolor Rodilla iz	,0%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	3	19	22	
	% de Dolor Rodilla iz	13,6%	86,4%	100,0%	
R de Pearson				0,435	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,043</b>	

Tabla 36 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda \* CUAD

		CUAD		Total	
		0	1		
Dolor rodilla iz	0	Recuento	10	0	10
		% de Dolor Rodilla iz	100,0%	,0%	100,0%
	1	Recuento	11	1	12
		% de Dolor Rodilla iz	91,7%	8,3%	100,0%
Total	Recuento	21	1	22	
	% de Dolor Rodilla iz	95,5%	4,5%	100,0%	
R de Pearson				0,199	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,374</b>	

**Tabla 37 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda \* DERS**

		DERS		Total	
		0	1		
Dolor rodilla iz	0	Recuento	10	0	10
		% de Dolor Rodilla iz	100,0%	,0%	100,0%
	1	Recuento	7	5	12
		% de Dolor Rodilla iz	58,3%	41,7%	100,0%
Total	Recuento	17	5	22	
	% de Dolor Rodilla iz	77,3%	22,7%	100,0%	
R de Pearson				0,495	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,019</b>	

**Tabla 38 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda \* DFRP**

		DFRP		Total	
		0	1		
Dolor rodilla iz	0	Recuento	7	3	10
		% de Dolor Rodilla iz	70,0%	30,0%	100,0%
	1	Recuento	1	11	12
		% de Dolor Rodilla iz	8,3%	91,7%	100,0%
Total	Recuento	8	14	22	
	% de Dolor Rodilla iz	36,4%	63,6%	100,0%	
R de Pearson				0,160	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,001</b>	



Tabla 39 - Tabla de contingencia Dolor Rodilla izquierda \* DEP

		DEP		Total	
		0	1		
Dolor rodilla iz	0	Recuento	2	8	10
		% de Dolor Rodilla iz	20,0%	80,0%	100,0%
	1	Recuento	2	10	12
		% de Dolor Rodilla iz	16,7%	83,3%	100,0%
Total	Recuento	4	18	22	
	% de Dolor Rodilla iz	18,2%	81,8%	100,0%	
R de Pearson				0,214	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,849</b>	

El dolor de rodilla izquierda correlaciona con el fallo en el cuarto de sentadilla monopodal izquierda (CSMI), el fallo en la doble extensión de rodilla en sedestación (DERS) y en la doble flexión de rodilla en prono (DFRP).

TABLAS CONTINGENCIA DOLOR RODILLA DERECHA Y FALLO EN LOS TEST

De la Tabla 40 a la Tabla 47 se muestran los valores de las correlaciones de Pearson ( $\alpha=0.05$ ) para el dolor en la rodilla izquierda con cada uno de los test de movimiento realizados.

Tabla 40 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha \* FT

		FT		Total	
		0	1		
Dolor rodilla dcha	0	Recuento	10	9	19
		% de Dolor rodilla dcha	52,6%	47,4%	100,0%
	1	Recuento	3	0	3
		% de Dolor rodilla dcha	100,0%	,0%	100,0%
Total	Recuento	13	9	22	
	% de Dolor rodilla dcha	59,1%	40,9%	100,0%	
R de Pearson				-0,331	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,133</b>	

Tabla 41 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha \* CSB

		CSB		Total	
		0	1		
Dolor rodilla dcha	0	Recuento	1	18	19
		% de Dolor rodilla dcha	5,3%	94,7%	100,0%
	1	Recuento	1	2	3
		% de Dolor rodilla dcha	33,3%	66,7%	100,0%
Total	Recuento	2	20	22	
	% de Dolor rodilla dcha	9,1%	90,9%	100,0%	
R de Pearson				-0,335	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,127</b>	

Tabla 42 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha \* CSMD

		CSMD		Total	
		0	1		
Dolor rodilla dcha	0	Recuento	1	18	19
		% de Dolor rodilla dcha	5,3%	94,7%	100,0%
	1	Recuento	0	3	3
		% de Dolor rodilla dcha	,0%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	1	21	22	
	% de Dolor rodilla dcha	4,5%	95,5%	100,0%	
R de Pearson				0,087	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,701</b>	

Tabla 43 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha \* CSMI

		CSMI		Total	
		0	1		
Dolor rodilla dcha	0	Recuento	1	18	19
		% de Dolor rodilla dcha	5,3%	94,7%	100,0%
	1	Recuento	2	1	3
		% de Dolor rodilla dcha	66,7%	33,3%	100,0%
Total	Recuento	3	19	22	
	% de Dolor rodilla dcha	13,6%	86,4%	100,0%	
R de Pearson				-0,624	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,002</b>	

Tabla 44 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha \* CUAD

		CUAD		Total	
		0	1		
Dolor rodilla dcha	0	Recuento	18	1	19
		% de Dolor rodilla dcha	94,7%	5,3%	100,0%
	1	Recuento	3	0	3
		% de Dolor rodilla dcha	100,0%	,0%	100,0%
Total	Recuento	21	1	22	
	% de Dolor rodilla dcha	95,5%	4,5%	100,0%	
R de Pearson				-0,087	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,701</b>	

Tabla 45 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha \* DERS

		DERS		Total	
		0	1		
Dolor rodilla dcha	0	Recuento	14	5	19
		% de Dolor rodilla dcha	73,7%	26,3%	100,0%
	1	Recuento	3	0	3
		% de Dolor rodilla dcha	100,0%	,0%	100,0%
Total	Recuento	17	5	22	
	% de Dolor rodilla dcha	77,3%	22,7%	100,0%	
R de Pearson				-0,215	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,335</b>	

Tabla 46 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha \* DFRP

		DFRP		Total	
		0	1		
Dolor rodilla dcha	0	Recuento	7	12	19
		% de Dolor rodilla dcha	36,8%	63,2%	100,0%
	1	Recuento	1	2	3
		% de Dolor rodilla dcha	33,3%	66,7%	100,0%
Total	Recuento	8	14	22	
	% de Dolor rodilla dcha	36,4%	63,6%	100,0%	
R de Pearson				0,025	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,912</b>	

Tabla 47 - Tabla de contingencia Dolor rodilla derecha \* DEP

		CLIFTC		Total	
		0	1		
Dolor rodilla dcha	0	Recuento	4	15	19
		% de Dolor rodilla dcha	21,1%	78,9%	100,0%
	1	Recuento	0	3	3
		% de Dolor rodilla dcha	,0%	100,0%	100,0%
Total	Recuento	4	18	22	
	% de Dolor rodilla dcha	18,2%	81,8%	100,0%	
R de Pearson				0,187	
<b>Sig. aproximada</b>				<b>0,404</b>	

El dolor de rodilla derecha muestra una correlación estadísticamente significativa ( $\alpha=0.05$ ) con el fallo e en ltes de cuarto de sentadilla monopodal izquierda (CSMI).

**ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS RANGOS ARTICULARES.**

A continuación se presenta en la Tabla 48 los estadísticos descriptivos de media y mediana de los rangos articulares medidos con el software Kinovea® en cada uno de los test y las medidas obtenidas en el estabilizer en los test de doble flexión de rodilla en prono (DFRP) y en las tres posiciones del test de doble elevación de piernas (DEP).

**Tabla 48 - Estadísticos descriptivos rangos articulares**

n=22	Mínimo	Máximo	Benchmark	Mediana	Rango IQ	Media	Desv. típ.
<b>Flexión cadera FT (°)</b>	62,0	113,0	70,0	85,5	14,7	86,4	12,6
<b>Flexión tronco CSB(°)</b>	0,00	46,0	0,0	23	15,7	22,8	12,1
<b>Rotación cadera derecha CSB (°)</b>	162,0	187,0	180,0	182	6,5	179,3	5,7
<b>Rotación cadera izquierda CSB (°)</b>	166,0	193,0	180,0	184,5	9,0	183,7	6,4
<b>Flexión tronco derecha CSMD (°)</b>	0,00	38,0	0,0	15,5	17,7	16,8	11,4

RESULTADOS

Continuación	Mínimo	Máximo	Benchmark	Mediana	Rango IQ	Media	Desv. típ.
<b>Rotación cadera CSMD (°)</b>	161,0	185,0	180,0	175,0	11,0	175,04	7,0
<b>Flex tronco CSMI (°)</b>	0,00	60,0	0,0	16,0	13,0	19,04	15,2
<b>Rotación cadera CSMI (°)</b>	158,0	194,0	180,0	174,0	14,0	176,2	9,4
<b>Rango flexión rodilla DFRP (°)</b>	100,0	123,0	120,0	109,5	12,0	109,5	6,3
<b>Stabilizer DFRP (mmHg)</b>	58,0	88,0	70,0	75,0	15,0	73,2	9,0
<b>DEP stabilizer ELEVACIÓN (mmHg)</b>	18,0	40,0	40,0	34,0	10,5	33,7	6,7
<b>DEP stabilizer POS FINAL (mmHg)</b>	30,0	160,0	40,0	60,0	49,5	71,7	36,3
<b>DEP stabilizer DESCENSO (mmHg)</b>	20,0	100,0	40,0	30,0	5,0	33,7	16,3



De la Figura 44 a la Figura 49 se representan los diagramas de barras de error representando las variables de la tabla anterior.

Figura 44- Diagrama de barras de error del rango de flexión de la cadera en FT

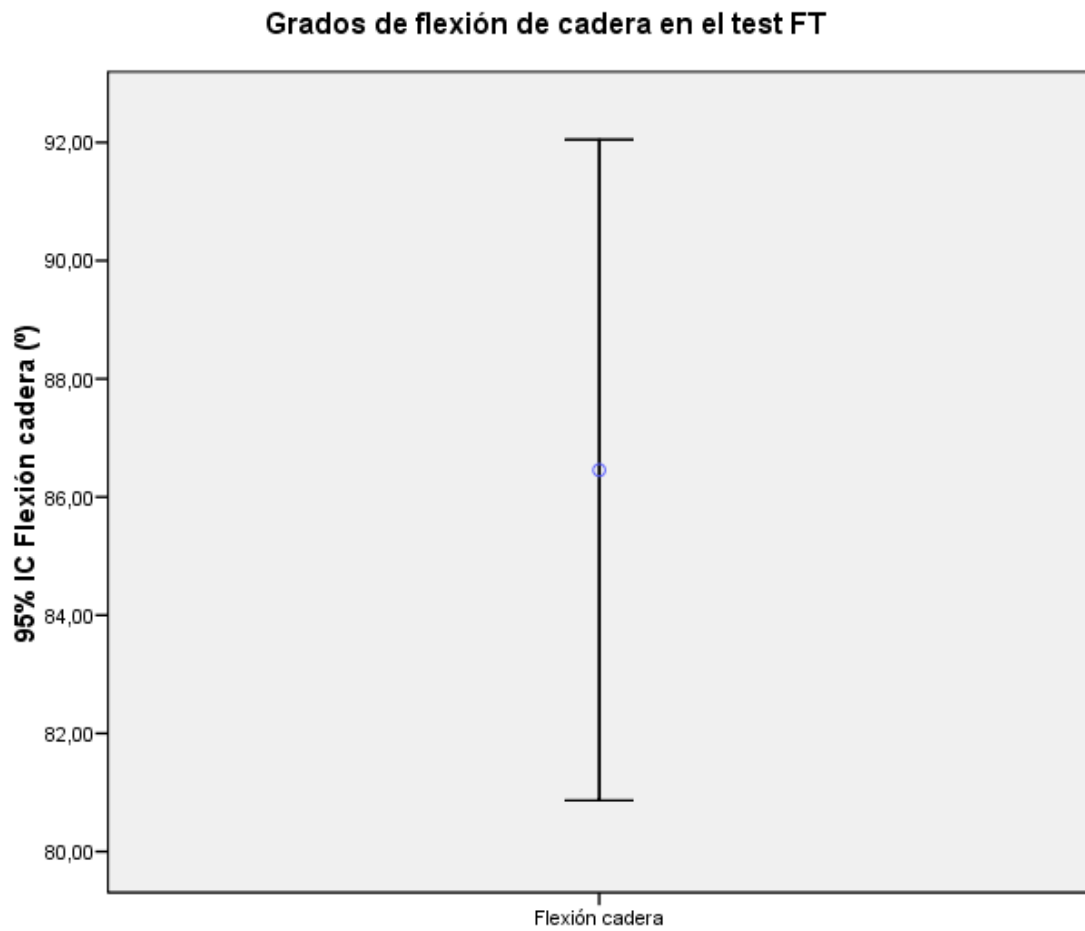


Figura 45 - Diagrama de barras de error de los rangos de flexión de tronco en los test de cuarto de sentadilla.

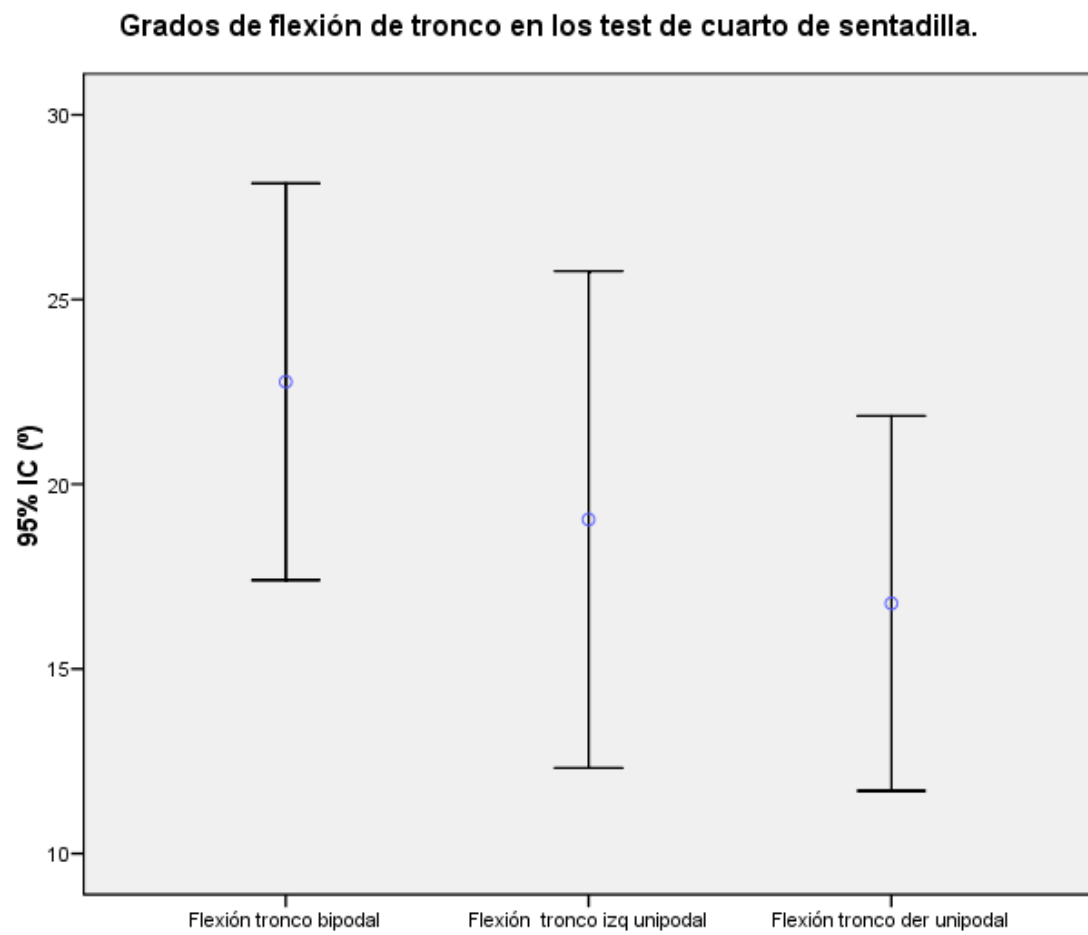


Figura 46 - Diagrama de barras de error de las rotaciones de cadera en los test de cuarto de sentadilla.

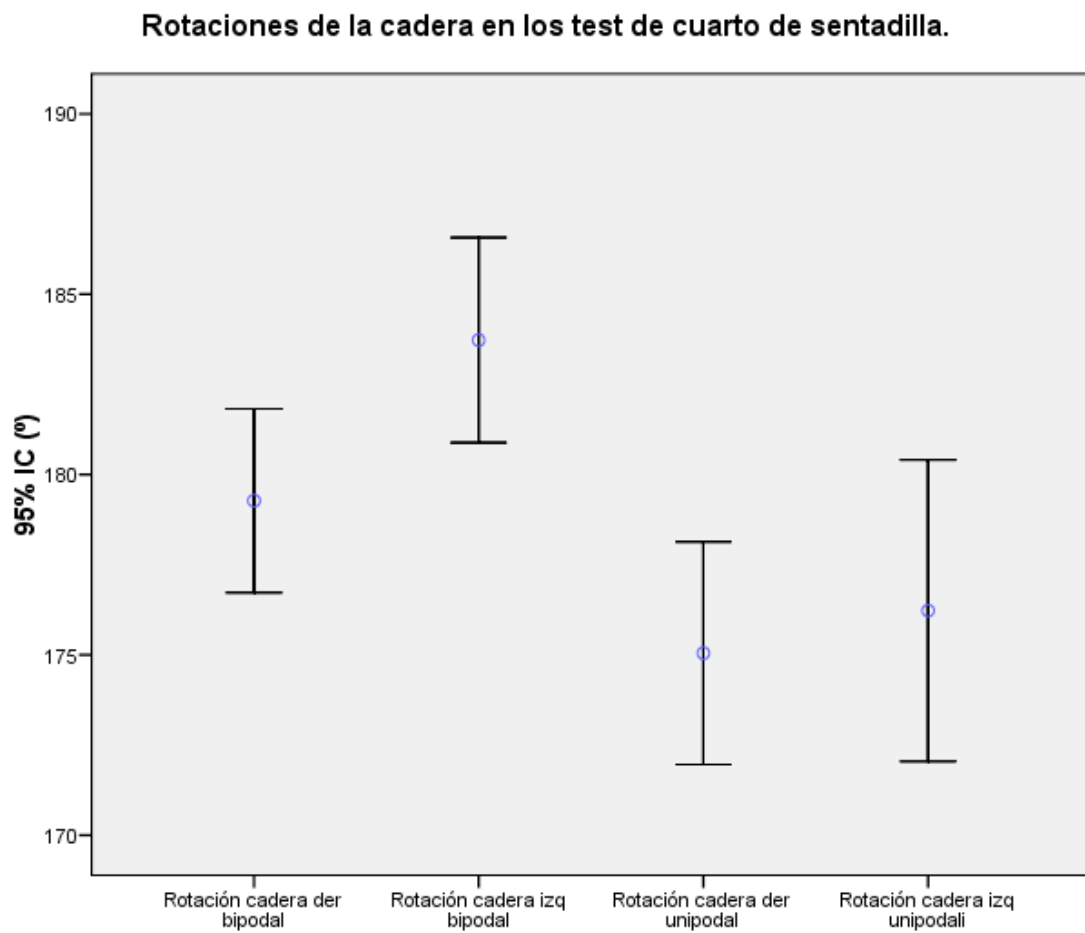


Figura 47 - Diagrama de barras de error del rango de flexión de rodilla en el test DFRP

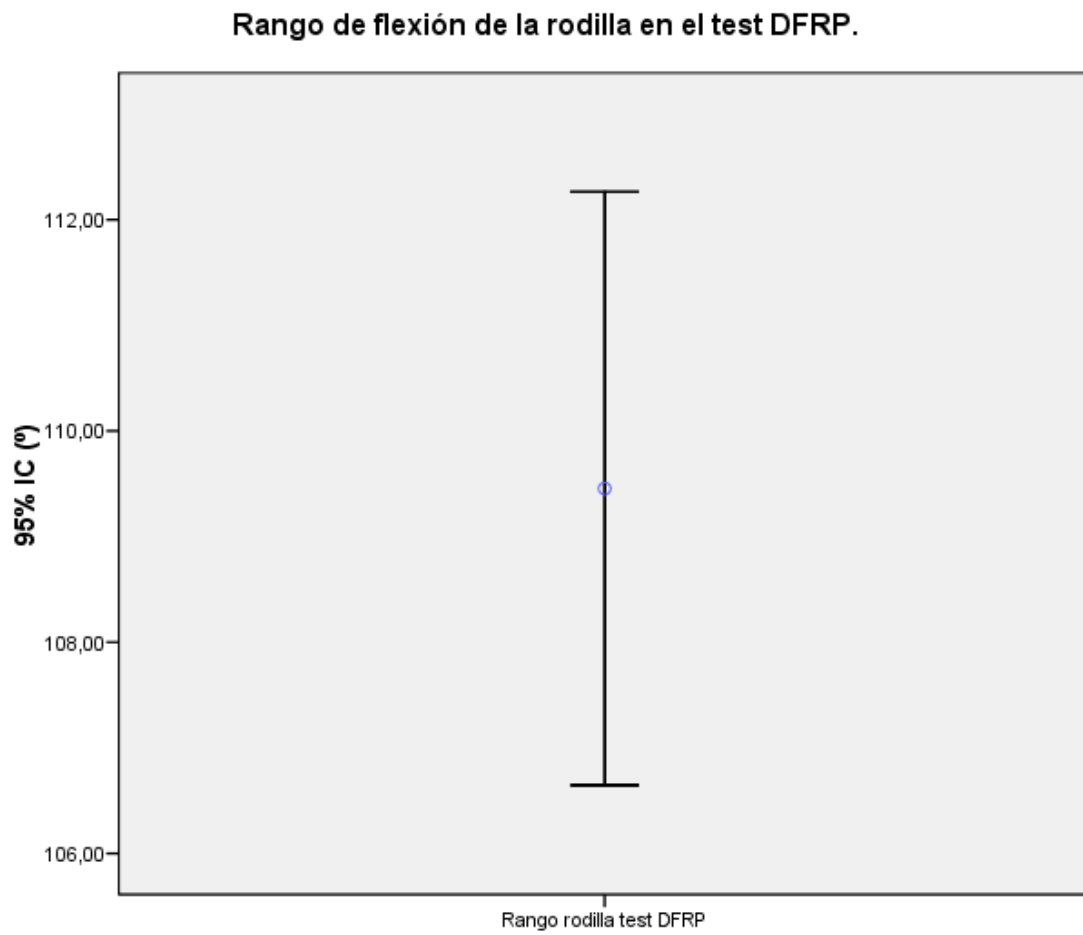


Figura 48 -Diagrama de barras de error de los valores del estabilizer en el test DFRP

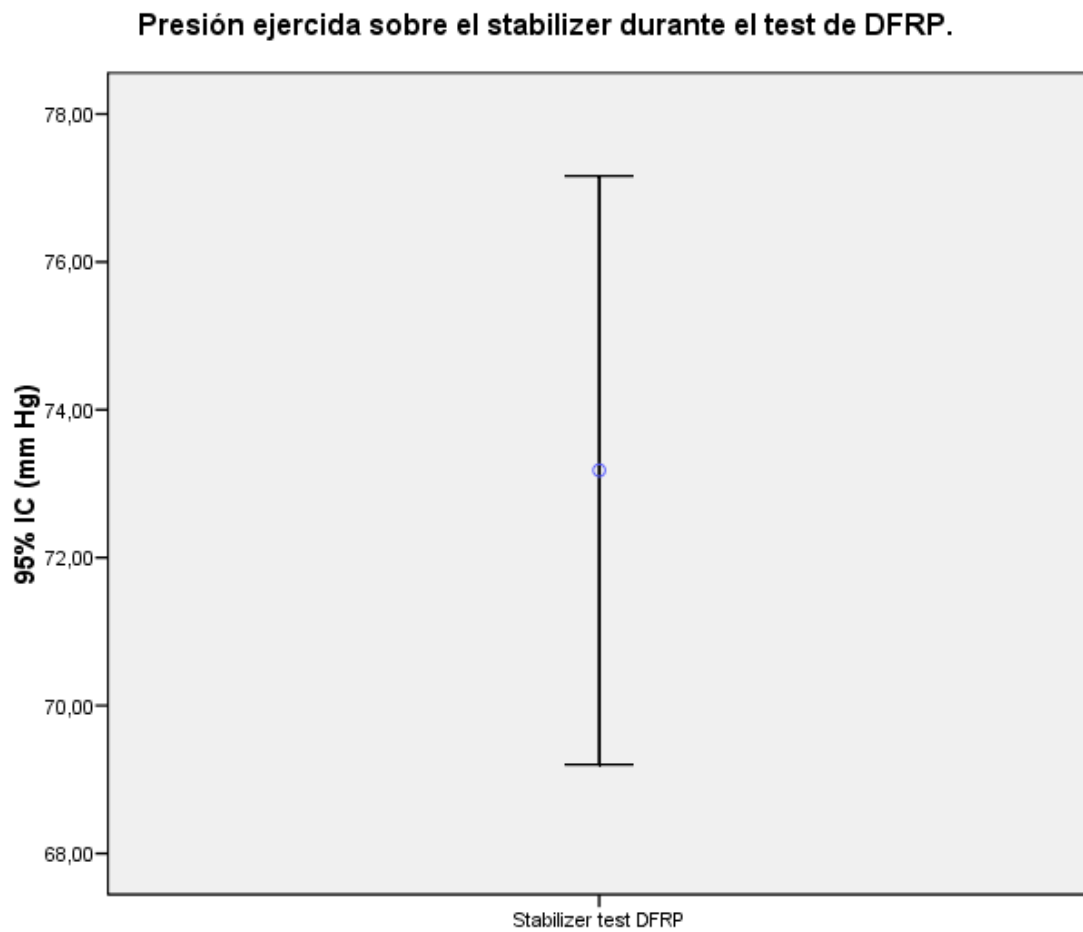
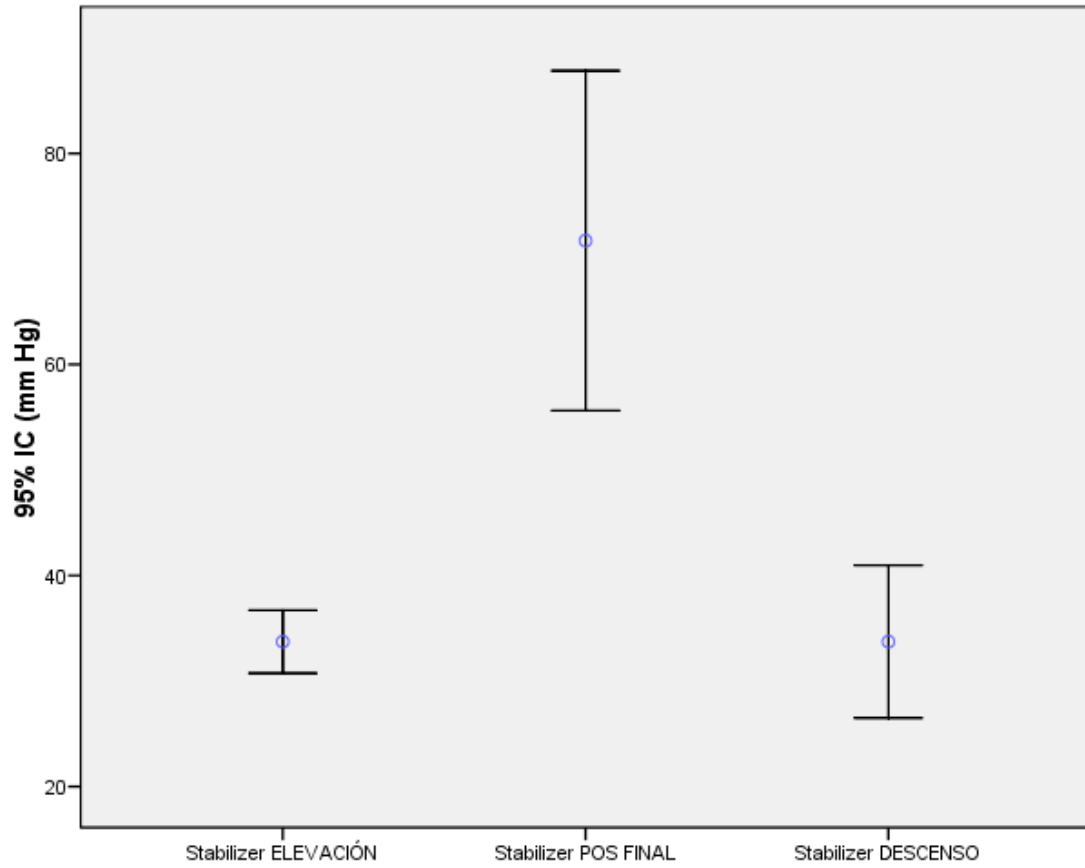


Figura 49 - diagrama de barras de error de los valores del estabilizador en el la elevación, posición final y descenso de piernas del test DEP.

Presiones ejercidas sobre el estabilizador en las distintas fases del test DEP.



**RESULTADOS DE LA CORRELACIÓN INTEREVALUADORES.****TABLAS DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN INTRACLASE.**

De la Tabla 49 a la Tabla 55 se va a presentar el coeficiente de correlación intraclase (CCI) de cada uno de los test. Se compara la puntuación adjudicada realizada por cada uno de los dos evaluadores a cada test más la evaluación realizada de los rangos con Kinovea®, para corroborar si existía algún test en un rango incorrecto que se había dado por válido a simple vista.

Tabla 49 - Coeficiente de correlación intraclase FT

	Correlación intraclase	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
<b>Medidas individuales</b>	1,0	.	.	21			.
<b>Medidas promedio</b>	1,0	.	.	21			.

Tabla 50 - Coeficiente de correlación intraclase CSB.

	Correlación intraclase	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
<b>Medidas individuales</b>	0,71	0,51	0,85	9,05	21	42	0,0
<b>Medidas promedio</b>	0,88	0,75	0,95	9,05	21	42	0,0

Tabla 51 - Coeficiente de correlación intraclase CSMD.

	Correlación intraclase	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
<b>Medidas individuales</b>	0,74	0,56	0,87	9,71	21	42	0,0
<b>Medidas promedio</b>	0,90	0,79	0,95	9,71	21	42	0,0

Tabla 52 - Coeficiente de correlación intraclase CSMI

	Correlación intraclase	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
<b>Medidas individuales</b>	0,85	0,72	0,93	17,57	21	42	0,0
<b>Medidas promedio</b>	0,94	0,88	0,97	17,57	21	42	0,0

Tabla 53 - Coeficiente de correlación intraclase CUAD

	Correlación intraclase	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
<b>Medidas individuales</b>	0,79	0,63	0,90	12,43	21	42	0,0
<b>Medidas promedio</b>	0,92	0,84	0,96	12,43	21	42	0,0



Tabla 54 - Coeficiente de correlación intraclase DERS

	Correlación intraclase	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
<b>Medidas individuales</b>	0,51	0,26	0,73	4,27	21	42	0,0
<b>Medidas promedio</b>	0,75	0,51	0,89	4,27	21	42	0,0

Tabla 55 - Coeficiente de correlación intraclase DFRP

	Correlación intraclase	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
<b>Medidas individuales</b>	0,50	0,20	0,74	5,54	21	42	0,0
<b>Medidas promedio</b>	0,75	0,43	0,89	5,54	21	42	0,0

Los coeficientes de correlación son muy cercanos a 1, siendo el menor de ellos de 0,75. Esto nos indica que existe una elevada correlación entre las tres evaluaciones, indicando una buena reproducibilidad y repetitividad de los resultados.

## DISCUSIÓN

---

## DISCUSIÓN

### Breve comparativa de la muestra

La muestra empleada en este trabajo corresponde a un equipo de Liga Asobal de balonmano. Recordando los datos presentados en la Tabla 8, si comparamos los resultados de edad, estatura, peso e índice de masa corporal con las características antropométricas de los jugadores españoles y europeos que participaron en el campeonato del mundo de 2013 observaremos que los sujetos de nuestra muestra son más jóvenes y menos pesados que las dos muestras de comparación. También se observa una estatura menor que la de las dos poblaciones de comparación (sujetos españoles y europeos). Tengamos en cuenta respecto a la media europea que las selecciones que obtienen plaza en este tipo de campeonatos son principalmente países nórdicos y germánicos, con una estatura media poblacional más elevada. Sin embargo el índice de masa corporal es prácticamente igual al de la muestra europea y ligeramente inferior a la de la población española. Cabe destacar que sólo se ha encontrado diferencia estadísticamente significativa en la prueba *t* para muestras independientes en la diferencia de medias de estatura entre grupos.

Respecto a los índices de masa grasa, ósea y muscular, en el estudio de *Massuça et al* del 2015 presenta dichos resultados. (75) En este estudio los autores realizaron el perfil antropométrico de 212 sujetos de distintos niveles de competición en la liga portuguesa de balonmano durante la temporada 2008-2009. Sólo 37 de ellos eran de primera división. En la Tabla 56 se presentan el porcentaje de masa libre de grasa y el índice de Lee de dicha muestra.

**Tabla 56 – Porcentaje de masa libre de grasa e índice de Lee de los jugadores de primera división de balonmano de la liga portuguesa según *Massuça et al* 2015.**

	n	Edad	Porcentaje de masa libre de grasa *	Índice de Lee. (porcentaje de masa muscular)
<b>Massuça et al 2015</b>	37	23,6±5.2	80,77±5,43	44,17±3,03

\*Calculado según la formula Durnin and Womersley

Los datos obtenidos en nuestra muestra dan un porcentaje de masa grasa medio de DW 11,2%, Eso nos daría un porcentaje de masa corporal libre de grasa del 88,8%, ligeramente más elevado que el de la muestra del estudio. Respecto al índice de Lee, observamos que el obtenido en este trabajo es del 42,05%, muy similar al del estudio de comparativa.

Las diferencias observadas con las muestras reflejadas en las tablas precedentes no son llamativas, por lo que podríamos asumir que la muestra que se ha empleado en este estudio es similar antropométricamente a otras poblaciones españolas y europeas de características similares.

### Discusión de los datos epidemiológicos

Los datos obtenidos en la epidemiología se presentan como valor total y por porcentajes. El motivo de que se hayan empleado estos últimos para realizar la correlación estadística se debe a que, al ser una plantilla no profesional, no todos los jugadores entrenan y juegan el mismo número de horas, por lo que los resultados han sido calculados en función de las horas reales entrenadas por cada uno ellos.

El porcentaje de horas entrenadas con respecto al total de horas de entrenamiento de un  $91,9\% \pm 9,8$ , es el que indica la alta participación en los entrenamientos a pesar de ser una plantilla no profesional. El porcentaje de horas jugadas de un  $47,6\% \pm 34,3$  se explica debido a que es un deporte en el que no existe límite en el número de cambios posibles. Por otro lado los jugadores que intervienen en las acciones ofensivas no suelen ser siempre los mismos, pudiendo intercambiarse al final de cada acción. Esto explicaría por qué los jugadores juegan aproximadamente la mitad de tiempo del partido. La variabilidad en los datos seguramente se debe al hecho de que los jugadores veteranos suelen hacer el cambio de la posición con jugadores más jóvenes para conseguir minutos de partido a alta calidad de juego. Es decir, los minutos ofensivos se suelen dividir por la mitad aproximadamente entre dos jugadores de características similares que jueguen en la misma posición, pero si uno de ellos es más veterano y con más experiencia se le dan menos minutos de juego en situaciones más críticas del partido, para asegurar su pleno rendimiento y evitar la sensación de fatiga del atleta. El jugador más joven sustituye a éste durante fases del juego menos decisivas, o en partidos menos importantes.

Si observamos la media del porcentaje de horas de entrenamiento perdidas por lesión, del  $4,08\% \pm 5,01$ , apreciaremos que es un porcentaje bajo. Dada la gran variabilidad de los datos, si observamos la mediana, del  $2,5\%$ , aún es más evidente la escasa pérdida de horas de entrenamiento. Al ser un equipo de plantilla escasa respecto a otros equipos que se pueden encontrar en de Liga Asobal, los jugadores tendían a no causar baja en los entrenamientos, a no ser que fuese imprescindible, debido a la imposibilidad de sustitución por otro compañero.

Respecto al porcentaje medio de horas entrenadas con dolor ha sido del  $16,2\% \pm 11,9$ .

Es interesante constatar que el porcentaje medio de horas entrenadas con dolor es unas cuatro veces mayor en proporción que el número de horas perdidas por lesión. Lógicamente, el impacto de que un jugador no pueda realizar su actividad deportiva en absoluto es mayor que el hecho de que pueda entrenar aunque su rendimiento se vea alterado por el dolor, sin embargo teniendo en cuenta la mayor cantidad de horas que se registran en la segunda situación, bien merece que esta comience a reflejarse y tenerse en cuenta en los estudios epidemiológicos.

En las lesiones que causan baja deportiva, si hacemos referencia al índice lesional, observamos que es mucho más elevado en los partidos que durante los entrenamientos. Esto tiene sentido ya que durante la competición hay mayor contacto, acciones más arriesgadas, y actuaciones más contundentes por parte de los jugadores defensivos.

En la Tabla 57 a continuación se pueden comparar algunos índices de publicaciones sobre epidemiología del balonmano.

Tabla 57 - Resumen de los índices lesionales y porcentajes de lesiones obtenidos de otras publicaciones de estudios epidemiológicos en balonmano.

	Sujetos	Seguimiento	Lesiones que causaron baja	Índice lesional partidos	Índice lesional entrenamiento	Lesiones por contacto	Porcentaje de lesiones partido	Porcentaje de lesiones entrenamiento
<b>Tesis</b>	22 ♂ Senior	2 temporadas	55,4%	164,7	33,4	23,1%	21,5%	33,8%
<b>Bere et al 2015</b>	384 ♂ Senior	18 días de campeonato del mundo 2015	48,3%	104,5	NC †	61,4%	NC	NC
<b>Olimpiadas 2004 (Junge et al 2006)</b>	6953 ♂♀ atletas de diversos deportes	44 partidos (balonmano ♂)	44,89%* (balonmano o ♂)	89 (balonmano o ♂)	40 (balonmano ♂)	85% (balonmano o ♂)	NC	NC
<b>Olimpiadas 2008 (Junge et al 2009)</b>	334 ♂♀ Senior	17 días de competición	13,4%*	NC	NC	50%	92,6%	7,4%

## DISCUSIÓN

Continuación	Sujetos	Seguimiento	Lesiones que causaron baja	Índice lesional partidos	Índice lesional entrenamiento	Lesiones por contacto	Porcentaje de lesiones partido	Porcentaje de lesiones entrenamiento
Olimpiadas 2012 (Engebretsen et al 2013)	178 ♂ Senior	17 días de competición	3,4%**	NC	NC	40%	NC	NC
Seil et al 1998	186 ♂ Amateur	1 temporada	21%	19,5	0,24	40%	77%	23%
Mónaco et al 2014	496 ♂ todas las categorías	5 temporadas	31,6±15*** *	4,3***		NC	NC	NC

\*Se tuvieron en cuenta todas las lesiones que causaban más de un día de baja.

\*\*Se tuvieron en cuenta sólo las lesiones que causaban más de 7 días de baja

\*\*\*Sólo hace referencia al equipo Senior. Es la media total de las incidencias tanto en partido como en entrenamiento.

\*\*\*\*Media±DE por temporada.

† NC. No calculado.



Nuestro trabajo coincide con el resto de estudios en el mayor índice lesional en partidos respecto al de los entrenamientos, como se indicó en el párrafo anterior. Sin embargo el porcentaje de lesiones que causan baja presenta una gran variabilidad. Si observamos los estudios que al igual que el presente trabajo llevan a cabo la observación en temporadas, Mónaco *et al* en 2014 muestran la media y la desviación estándar para el equipo senior durante 5 temporadas.(10) No se puede realizar una comparación directa respecto al porcentaje, pero si una estimación. En este estudio se apuntan unas 19,1 lesiones por temporada del equipo Senior. Si comparamos nuestras 36 lesiones por dos temporadas obtenemos una media de 18 lesiones por temporada, dato muy similar entre los dos estudios. En el estudio de Seil *et al* 1998 el total de lesiones fue de 91. Un 21% son las lesiones que acusaron baja, lo que hace un total de 19,1 lesiones en la temporada.(17) Sin embargo, en el dato por porcentaje en nuestro caso es muy elevado (55,4%), esto puede ser debido a la escasa plantilla de jugadores y el bajo reemplazo de los mismos en partido, aumentando la posibilidad de causar bajas de mayor gravedad.

Al realizar el porcentaje de lesiones en el presente trabajo observamos que al contrario de aquellos trabajos donde se ha calculado, se obtiene un mayor porcentaje de lesiones durante el entrenamiento respecto al de lesiones en partido. Para contabilizar las lesiones de sobreuso hemos empleado en esta tesis la recomendación de Finch *et al* 2014. Cada lesión de sobreuso que se dé de nuevo en la misma localización y de la misma naturaleza que una anterior será tratada como un mismo caso independientemente del tiempo transcurrido entre episodios.(76) No tenemos la certeza de qué criterio se ha empleado en los anteriores estudios para el registro de dichas lesiones, por lo que los porcentajes podrían no ser comparables. Solamente Bere *et al* 2015 y Junge *et al* 2019 apuntan el porcentaje de dichas lesiones de sobreuso respecto al total, de 12,2% y 25% respectivamente, y Seil y Cols escribe que el 66% de los jugadores presentaron 183 síntomas de sobreuso en distintas zonas corporales. No dan más información sobre los criterios que se han empleado para clasificar las lesiones de sobreuso en una misma zona anatómica que se hayan dado en ocasiones anteriores.

Por último podemos concluir que los trabajos anteriormente citados coinciden en que el mayor porcentaje de lesiones durante el partido son por contacto y que se dan principalmente en el miembro inferior.

En la distribución del tipo de lesiones causantes de baja en este trabajo, cabría poner el foco de atención en la mayor cantidad de lesiones no traumáticas que se han registrado en los entrenamientos, y especialmente en los partidos. No hay diferencia en las lesiones no traumáticas entre aquellas que presentan recidiva y las que no, sin embargo en las lesiones traumáticas sí que es mayor el número de lesiones que no presentan recidiva. Esto es debido a que las lesiones traumáticas, especialmente aquellas que se dan durante un partido, se deben a colisiones entre jugadores. Son hechos que no se pueden evitar ni predecir y son fortuitos, de ahí que no se pueda establecer un patrón recurrente en este tipo de lesiones.

Las lesiones no traumáticas que causan baja y que presentan recidiva son aquellas que podríamos definir como de sobreuso (76), ya que son aquellas acaecidas tras haberse registrado no sólo una lesión previa en dicha área anatómica, sino que se registraron molestias anteriormente en la zona de lesión, siendo asociadas a un movimiento concreto realizado por el sujeto. En el caso de las lesiones no traumáticas sin recidiva, excepto en el caso de una microrrotura grado I del oblicuo interno derecho en el sujeto 4 y de una microrrotura de grado I del bíceps femoral izquierdo en el sujeto 13, en todos los demás casos se registró sintomatología previa en las áreas de lesión.

Por los resultados obtenidos en nuestro estudio, podríamos deducir que hay un porcentaje importante de lesiones de sobreuso que causan baja deportiva.

Veamos a continuación como se distribuyen las horas entrenadas con dolor por los sujetos, a pesar de no causar baja deportiva.

En lo que respecta al total de horas de dolor registradas durante las dos temporadas, el mayor número medio de horas con dolor se sitúa en la rodilla izquierda, a continuación se encuentran las horas registradas por dolor lumbar y en otras zonas anatómicas (cuadrante superior) con unas cifras casi equiparables, y por último las horas de dolor en la rodilla derecha. Llama la atención las escasas horas de dolor registradas en la rodilla derecha. Esto se puede deber a que existen

muy pocos jugadores zurdos en la plantilla, y dado que ellos se impulsan con la pierna derecha para saltar tienen más tendencia a sufrir con esta. El motivo por el que no se han agrupado los jugadores por pierna dominante y no dominantes es debido a que la escasez de estos jugadores provoca que acaben entrenando y jugando más que los jugadores diestros. Durante los entrenamientos de táctica de juego prácticamente no tiene sustitución y así sucede también en los partidos. Al existir la posibilidad de que este aumento de carga de trabajo pudiese sesgar el resultado final, se han dividido los jugadores por zurdos y diestros.

En el porcentaje de horas con dolor atribuidas a cada sujeto observamos que se mantiene la tendencia a presentar un mayor porcentaje en la rodilla izquierda, seguida de la zona lumbar y por último la rodilla derecha. El cuadrante superior representa menos horas del total.

Si observamos las prevalencias de las lesiones de sobreuso en jugadores de volley playa, según el estudio de Bahr *et al* en 2009, observamos una mayor prevalencia de lesiones en rodilla izquierda y en el cuadrante superior.(18) En el estudio de Lian *et al* en 2005, encuentran una prevalencia en la rodilla de salto de  $13,5 \pm 3.0\%$ . Esta prevalencia es obtenida de una muestra combinada de deportistas masculinos de balonmano y fútbol. La prevalencia de lesiones en la rodilla de salto respecto a otros deportes se encuentra por debajo de volleybol, baloncesto y atletismo y por encima de deportes sin salto como hockey, fútbol y lucha. La conclusión de este estudio es que cuanto más ejercicio pliométrico del miembro inferior hay en un deporte, mayor prevalencia del dolor existe en la rodilla de la extremidad con la que se impulsan.(77)

Nuestra prevalencia del 57,9% es mucho más elevada que la del estudio anterior. Muy probablemente por los motivos ya comentados de escasas horas de descanso y probable fatiga de los jugadores.

Los valores medios de la escala visual analógica (EVA) para toda la muestra presentan para la rodilla derecha un valor de 2,5 mm y de 1,9 mm en la zona lumbar. En el estudio de Bahr y Cols donde analiza una muestra de jugadores de Volley playa durante 8 semanas de competiciones obtiene en los jugadores una EVA media para la zona lumbar es de  $3,7 \pm 2,1$  mm. (18) No se trata del mismo

deporte, pero observamos que en aquellas actividades deportivas donde se produce salto y lanzamiento sí que hay incidencia de dolores lumbares.

Respecto a la rodilla de saltador, tanto en el estudio de Lian y Cols como en el de Bahr y Cols se emplea la escala de Victorian Institute of Sport Assessment (VISA) para evaluar el dolor en la rodilla del saltador. Los resultados son de  $58 \pm 23$  y de  $77 \pm 18$  respectivamente. Ambos ponen el foco en la tendinosis patelar como lesión a tener en cuenta en este tipo de deportes. En esta tesis no se ha empleado la VISA debido a que, aunque en algunos casos sí que se presentaban síntomas en el tendón rotuliano, no siempre era esta la localización. Con la evaluación mediante la EVA se ha pretendido obtener una valoración del dolor en el área anatómica de la rodilla, sin circunscribirla a una lesión anatómica concreta, y de este modo no dejar fuera otro tipo de estructuras afectadas, como la pata de ganso o la grasa de Hoffa. Lo que nos interesa estudiar es la relación entre la sintomatología y la falta de control motor. La estructura concretamente afectada dependerá del patrón motor y de la adaptación de cada individuo. De todas maneras se puede asumir que tanto en los estudios de Barh y Cols y Lian y Cols como en nuestro trabajo que la rodilla de la pierna de salto se ve afectada en un alto número de casos por dolor.

Se ha realizado el cálculo de la EVA por sujeto y zona anatómica realizando una media de los valores obtenidos en los días en los que presentan dolor. Se ha realizado un cálculo de la EVA total por zonas teniendo en cuenta primero el total de la muestra (sujetos con dolor y sin dolor) y también realizando la media por zonas anatómicas sólo teniendo en cuenta el número de sujetos afectados por dolor de esa zona anatómica. En el este último caso observamos que los valores lógicamente aumentan sensiblemente. Con este cálculo se aprecia con qué nivel de dolor pueden llegar a entrenar y competir en ciertas ocasiones los jugadores profesionales de balonmano. Es lógico pensar que en un deporte de contacto los participantes sean atletas tolerantes a la sintomatología dolorosa, incluso hasta para entrenar con un nivel de dolor que ellos calificaron de cercano a 5 mm en la EVA, tanto en la rodilla derecha como en la zona lumbar. De hecho en el estudio de Lian *et al* en 2005, a pesar de obtener una prevalencia media alta de lesiones en la rodilla de salto, la VISA obtenida era más baja respecto a los otros deportes de

comparación. Esto podría confirmar la alta tolerancia a jugar y entrenar con dolor en este tipo de deportistas.(77)

Observamos que la EVA aumenta notablemente en la rodilla izquierda de los sujetos afectados. Como comentamos antes hay un escaso número de ellos en la plantilla y las rodillas derechas de los jugadores diestros se ven menos castigadas por no ser esta la pierna de impulso. Por ello, el cálculo de la EVA empleando solamente los datos de los sujetos afectados se acerca más a la realidad del dolor experimentado por estos sujetos.

Si observamos las correlaciones entre los porcentajes totales de horas observamos que hay gran significatividad estadística entre algunas de ellas. En la explicación se apuntará sólo las correlaciones que están por debajo de la línea diagonal de la Tabla 23. No se comentan las superiores ya que son las mismas y sería duplicar la información.

Porcentaje horas entrenadas: presenta una correlación negativa significativamente estadística con los porcentajes de horas perdidas por lesión, de horas perdidas por otros motivos, de horas entrenadas con dolor y el índice lesional del partido. Aunque es lógico asociar un alto número de horas de entrenamiento con sobrecargas musculares y de diversa índole, y por ello un posible aumento de lesiones de sobreuso, en este caso los datos nos muestran que los jugadores que más entrenan sufren menos bajas por lesión. Los jugadores que empleaban menos horas entrenando solían ser aquellos que tenían otras obligaciones laborales, por lo que dedicaban menos tiempo a la preparación deportiva. De hecho, la gran mayoría de ellos no llevaban a cabo una rutina de gimnasio. Entonces podemos inferir que aquellos que entrenaban más horas tenían una mejor preparación física para la actividad que desempeñaban y además no contaban con el añadido de la fatiga que conlleva realizar una actividad laboral a lo largo del día. Por eso una buena planificación de entrenamientos adecuados y un descanso acorde con los requerimientos de dichos entrenamientos puede contribuir al menor número de lesiones de sobreuso. Finalmente comentaremos que si hay alto porcentaje de asistencia al entrenamiento lógicamente no hay pérdidas de horas por otros motivos.

Porcentaje de horas jugadas: presenta una correlación positiva significativamente estadística con los porcentajes de horas perdidas por lesión, de horas entrenadas con dolor y el índice lesional del partido. Los jugadores que juegan más minutos son aquellos más necesarios por sus habilidades y en los que se confía para conseguir la victoria. En una plantilla reducida como la de este equipo en la que no hay excesivos cambios este puede llevar a sobrecarga y agotamiento de estos atletas. Tengamos en cuenta que uno de los factores que agrava las lesiones es la intensidad del movimiento que produce dicha lesión. En un partido la intensidad es máxima, y en ocasiones también la frecuencia del gesto deportivo. A diferencia de los entrenamientos, donde se puede modular el esfuerzo, realizar una pausa o retirarse si fuese necesario, en un partido esta opción es poco probable. Por ello posiblemente encontramos una correlación positiva entre los jugadores que juegan más minutos y las horas entrenadas con dolor y las horas perdidas por lesión, hecho que no es así en el caso de los jugadores que entrenan más como explicamos anteriormente.

Los jugadores que juegan más minutos tienen más posibilidades de lesionarse, aumentando con ello el índice lesional.

Porcentaje de horas perdidas por lesión: hay una correlación positiva estadísticamente significativa con los porcentajes de horas entrenadas con dolor, el índice lesional de los entrenamientos y el índice lesional de los partidos. Obviamente hay una correlación entre la cantidad de lesiones por horas de juego o entrenamiento y las horas perdidas por lesión. Cuantas más lesiones que causan baja se registren, mayor número de horas se perderán por este motivo. Cabe destacar la correlación con el porcentaje de horas entrenadas con dolor. Parece haber una relación entre esta situación y que en cierto momento haya un mayor número de horas perdidas por lesiones que causen baja. Se podría deber a que el entrenamiento con dolor es el indicador de la sobrecarga o sobreuso de una zona anatómica, que podría acabar desembocando en una lesión de mayor gravedad que cause baja en el jugador.

Porcentaje de horas perdidas por otros motivos: además de lo anteriormente expuesto, esta variable correlaciona con el índice lesional en los partidos. Como hemos comentado, en un gran porcentaje la ausencia de los atletas

es debido a sus ocupaciones laborales. Esto podría favorecer que estén más fatigados y que tengan más posibilidad de lesionarse en los partidos. Además, la falta de horas de entrenamiento también supone un menor aprendizaje e integración de las jugadas y estrategias del equipo, con lo que en un partido se verían en ocasiones obligados a realizar jugadas improvisadas e individuales, aumentando el riesgo de lesión por mayor contacto con la defensa o por la rapidez de la acción para la que pueden no estar físicamente preparados.

Por lo explicado anteriormente y siguiendo con la hipótesis planteada en este trabajo, parece que las horas entrenadas con dolor tienen relación con las horas perdidas por lesión y con el número de lesiones producidas en los partidos, no así en el caso de los entrenamientos. Como resumen de lo explicado anteriormente, podríamos deducir que cuando un jugador percibe dolor y se siente limitado en su práctica deportiva, durante los entrenamientos dosifica sus acciones hasta su límite de resistencia, o incluso en algunos momentos se podría retirar, evitando la lesión. Esta posibilidad se reduce en un partido, provocando que se incrementen el número de lesiones que causan baja.

Llegados a este punto es el momento de establecer si esas horas jugadas con dolor tienen alguna causa conocida, y si se puede evaluar dicha causa.

### **Discusión de los datos obtenidos durante los test de movimiento.**

Se ha realizado una correlación estadística entre el dolor presentado en los sujetos y los fallos observados en los test de movimiento. Las correlaciones estadísticamente significativas han sido:

Correlación entre el dolor lumbar y el test de doble flexión de rodilla en prono (DFRP):

En este test hemos obtenido que la falta de control de la anteroversión pélvica cuando se realiza una doble flexión de rodilla en prono correlaciona con los sujetos con dolor lumbar. En la clasificación del dolor lumbar mecánico realizada por Sahrman *et al* en 2002 ya se apuntaba que los pacientes clasificados con síndrome de extensión y de extensión-rotación lumbar tiene tendencia a realizar anteroversión pélvica cuando realizan una flexión de la rodilla en posición prona.

(36)

Asimismo Van Dillen *et al* en el 2001 ya describían que los pacientes con este síndrome mueven la cadera y el área lumbopélvica de manera asimétrica tanto en la flexión de rodilla como en la extensión de cadera. Esto nos llevaría a inferir que los sujetos padecen dolor lumbar debido a una falta de control de la extensión lumbar. (27)

Veamos por qué se puede producir este fallo. En el estudio de Park *et al* en el 2000 se escogió a 18 sujetos masculinos con síndrome de extensión y rotación lumbar. Se observó el ángulo de flexión de rodilla a partir del cual se producía una anteroversión pélvica mediante un sistema de evaluación del movimiento en tres dimensiones. También se colocaron electrodos de superficie para observar la actividad de los erectores espinales y de la musculatura isquiotibial. Se les pidió que realizasen el test de flexión de rodilla en prono sin control. A continuación se les proporcionó un stabilizer® para colocarlo en el abdomen. Partiendo de una posición pélvica neutra debían realizar una maniobra de coactivación global abdominal (abdominal drawing internal maneuver) en la que se les indicaba que consiguiesen una activación de la musculatura profunda a la vez que realizaban el movimiento, y por ello no podían aumentar la presión en el stabilizer®. (78) Los resultados fueron que con la realización del control abdominal había una disminución significativa de los síntomas y de la activación de los erectores lumbares superficiales y de la musculatura isquiotibial. (73) En el caso de los sujetos que no llegaban a la flexión total de la rodilla se observó que era muy probable la existencia de una restricción o hiperactivación del músculo cuádriceps.

El estudio de Oh *et al* en 2007 fue realizado de manera similar pero evaluando la extensión de cadera en prono. También se empleó el stabilizer® y la maniobra de coactivación abdominal. Cuando los pacientes realizaban el control abdominal durante gesto disminuía la sintomatología y aumentaba la coactivación del glúteo, disminuyendo la de los erectores lumbares y los isquiotibiales.(79)

Estos dos estudios apuntarían a lo explicado anteriormente. Una falta de activación y tono de la musculatura estabilizadora profunda abdominal, como pueden ser los oblicuos interno y externo, favorece una mayor activación de la musculatura superficial y movilizadora, como pueden ser los isquiotibiales o los grupos erectores de la columna (ileocostal, longísimo). Incluso en ocasiones puede



derivar en excesiva rigidez e incluso acortamiento estructural de los poliarticulares como puede ser el recto anterior del cuádriceps. La activación de estos músculos facilita el patrón de movimiento correcto y evita la sintomatología asociada a la extensión lumbar incontrolada.

Van Dillen *et al* en 2001 realizaron un estudio con 185 pacientes donde observaron qué movimientos del miembro inferior, como la doble extensión de pierna en sedestación y la flexión de rodilla en prono, aumentaban la sintomatología de los pacientes con dolor lumbar mecánico crónico. Por otro lado Luomajoki *et al* en 2008 compararon un grupo de sujetos con dolor lumbar mecánico con un grupo control realizando los test de flexión de tronco, el apoyo monopodal, el test de cuadrupedia, la doble flexión de rodilla en prono y la doble extensión de rodilla en sedestación. En los pacientes con dolor lumbar mecánico la mediana de test positivos era de 2 mientras que en los sujetos sanos era de 0, aumentando el número de test positivos cuanto más crónico era el dolor. El mayor aumento de test positivos se observó a partir de las 12 semanas de persistencia del dolor. (70) Esto refuerza la idea de que la falta de control lumbar durante los movimientos de las extremidades es una diferencia significativa entre los pacientes con dolor lumbar y la población sana.

En este trabajo no se evaluó la sintomatología en el momento de la realización del test, ya que el objetivo era relacionar dolor en la zona anatómica con fallo de movimiento, ni tampoco se tuvo en cuenta dirección que provocaba la sintomatología para evitar sesgo en la evaluación. Pero los resultados de estudios anteriores y los obtenidos en esta tesis estarían mostrando una tendencia en jugadores de balonmano a padecer un síndrome extensor lumbar.

### Correlación entre dolor lumbar y el test de doble elevación de piernas:

O'Sullivan *et al* en 1998 realizaron un estudio con electromiografía de superficie relacionado con este test. Los músculos estudiados eran el recto anterior de abdomen y el oblicuo externo. Se enseñó a los pacientes con dolor lumbar crónico de más de 3 meses a realizar la maniobra de coactivación global abdominal y se colocó un stabilizer® en la zona lumbar con una presión de inicio de 40 mm

Hg. Se dividió la muestra en dos grupos, en uno de ellos realizó una intervención de 10 semanas de realización de ejercicios abdominales realizando activación global de la musculatura abdominal y otro que siguió durante las 10 semanas el tratamiento indicado por su fisioterapeuta de elección. La conclusión del estudio es que los sujetos del grupo uno conseguían realizar la maniobra de elevación de las piernas llevaban a cabo una activación equiparable entre ambas musculaturas, siendo mucho mayor la activación del recto anterior respecto a los oblicuos.(53) Es decir, este test realizado en combinación con la maniobra abdominal adecuada permite una mayor activación de la musculatura estabilizadora de la pelvis. MacDonald *et al* en 2011 estudiaron a 8 sujetos con dolor lumbar y 10 sujetos sanos. Se les hizo realizar la elevación de la pierna recta en supino, la extensión de la pierna recta en prono y la elevación de las piernas en posición de flexión de las mismas (crook position o DEP). Se midió mediante ultrasonografía el grosor del multifido lumbar a nivel de L5-S1 y L4-L5. Los pacientes con dolor lumbar aumentaban el grosor de los multifidos en todas las tareas respecto a aquellos que no tenían dolor lumbar. Los autores encontraron que los pacientes con dolor lumbar presentaban un aumento del grosor del multifido lumbar en la extensión de la extremidad inferior en prono, pero no se encontró diferencia entre los multifidos de sujetos con dolor y sin dolor en los ejercicios de extensión de pierna en supino o la elevación de las piernas flexionadas. (80) De los resultados de los dos trabajos anteriormente presentados podemos concluir que en la maniobra de elevación de piernas es fundamental el rol de los oblicuos para estabilizar la pelvis y evitar el dolor lumbar, pero parece que los multifidos no tengan tanta influencia.

El fallo de nuestros sujetos en el test que nos ocupa es debido a que no son capaces de realizar una maniobra de activación global de su musculatura abdominal que les permita controlar su anterversión pélvica en el gesto de elevación de piernas. Su falta de activación del oblicuo interno, seguramente favorecida por una mayor activación y reclutamiento del recto anterior, muy favorecida por los múltiples ejercicios abdominales realizados con flexión de tronco que llevan a cabo los jugadores, propicia una pobre estrategia de control de dicho gesto. La falta de control de la extensión se puede correlacionar con la sintomatología lumbar provocada por gestos extensores. La no participación de los multifidos en dicho gesto, según MacDonald y Cols., se podría explicar porque en su

estudio se realiza el gesto de elevación de pierna de manera alterna disminuyendo la carga del gesto, además de que no se indica en ningún momento que se realice una activación del glúteo que pueda provocar una respuesta compensatoria. En este trabajo no se ha realizado un estudio de dicha musculatura, pero en este gesto de flexión de cadera se asume que el multífido no debería tener un papel activo.

Correlación del dolor de rodilla izquierda con el cuarto de sentadilla monopodal izquierda (CSMI), doble extensión rodilla en sedestación (DERS) y doble flexión de rodilla en prono (DFRP).

Ya es sabido que el exceso de rotación medial de la cadera puede afectar a la función articular de la rodilla. En particular suele tener una relación directa con la aparición del síndrome femoropatelar.(81) La rotación medial media de nuestros sujetos es de  $175^\circ$ , por debajo del rango estándar establecido. En el estudio de Levinger *et al* del 2007 se estudió una muestra de 12 mujeres diagnosticadas de síndrome femoropatelar y 13 sanas. Los grados de desviación medial fueron de  $11.75 \pm 3.61^\circ$  y  $7.79 \pm 4.22^\circ$  respectivamente. Sin embargo, en sujetos masculinos el ángulo tiende a ser menor por lo que una menor desviación podría suponer la aparición de una lesión. Por ello, en este estudio se ha calculado la diferencia total desde la posición inicial.

No solo la falta de control en la rotación de cadera puede afectar a la lesión de las rodillas. Algunos estudios apuntan a que la falta de estabilidad del core o pared abdominal pueden afectar a esta articulación. (82) En el estudio de Cinar-Medeni *et al* 2015 Se evaluó la fuerza muscular y laxitud de la musculatura femoral, y se realizó el test de apoyo unipodal en 28 pacientes operados de ligamento cruzado anterior mediante implantes autólogos. Se estudió la extremidad inferior operada y la sana en cada sujeto. La estabilidad del core se estudió mediante el ejercicio de plancha frontal y lateral, que consisten en mantener el tronco alineado las extremidades inferiores mediante apoyos frontales y laterales sobre los codos del sujeto, la extensión lumbar y de nuevo el test de apoyo unipodal sobre una superficie inestable (foam). En este estudio se observó una correlación sólo entre el ejercicio de plancha y la posición unipodal de la pierna no operada. Es decir, hay correlación entre los parámetros de estabilidad del miembro inferior y una buena activación del core. Este hecho podría ser la

explicación de porqué los test de control lumbar como la extensión de rodilla en sedestación y la doble flexión de rodilla en prono correlacionan con el dolor en la rodilla.

Por otro lado, Leetun *et al* en 2004 realizaron un estudio en el que correlacionaba la estabilidad del core con los posibles riesgos de lesión en el miembro inferior. Realizó un estudio con hombres y mujeres atletas en las que midió la fuerza de abductores y rotadores externos de a cadera, además de los extensores lumbares y la prueba del puente lateral. En su estudio los atletas que padecieron lesión en la rodilla durante esta temporada presentaban una disminución significativa de la fuerza de los rotadores externos de cadera como único motivo de la inestabilidad del miembro inferior. (83) Aunque no refuerza lo hallado en nuestro trabajo respecto a la falta de control abdominal, evidencia que la falta de control de la rotación interna de cadera sin unos rotadores externos potentes que la frenen, influye en las lesiones en la articulación de la rodilla.

Para matizar diremos que Cobb *et al* 2014 en un estudio en el que valoraban la resistencia de la musculatura abdominal con la estabilidad de miembro inferior mediante test de fuerza de cadera y abdomen iguales a los del estudio anterior, no encontraron relación entre la fuerza abdominal y la estabilidad del miembro inferior, pero sí apuntaron que se debería estudiar las capacidades musculares de cadera y abdomen en términos de resistencia y control excéntrico, que sí podrían estar relacionados con la estabilidad del miembro inferior. (84)

En el test de doble flexión de rodilla en prono la falta de control excéntrico de la musculatura oblicua podría ser una causa del fallo. Quizá el exceso de flexión de cadera consiguiente, y con ello una rigidez o hiperactivación excesiva en el rango interno del recto anterior del cuádriceps, propicien la aparición del dolor en la rodilla.

Respecto a la correlación del dolor de rodilla con la extensión de rodilla en sedestación, es bien conocido que la longitud y activación de los isquiotibiales influyen en el rango de movimiento de la pelvis. (85,86). Sin embargo por los resultados obtenidos en nuestro estudio, cabe valorar que la restricción del rango

en anteroversión pélvica también pueda ocasionar una restricción de la extensión completa de las rodillas.

Si unimos este hallazgo al hecho de que los mismos sujetos que presentan dolor en la rodilla fallan en la extensión de rodilla en sedestación y la flexión de rodilla en prono podríamos inferir que se trata de un fenómeno de co-contracción. Es decir, la falta de musculatura profunda estabilizadora mono y poliarticular de la cadera y abdomen podría estar siendo compensada por la rigidez de la musculatura poliarticular, lo que limitaría el rango de movimiento de dicha articulación y no impediría su inestabilidad en movimientos rápidos o de baja carga.

### Correlación entre el dolor en la rodilla derecha y el test de cuarto de sentadilla monopodal izquierda (CSMI).

Esta correlación estadística, aunque es estadísticamente significativa, no posee relevancia clínica. El número de jugadores zurdos que presentaban dolor en la rodilla dominante era de 3, por lo que no hay sujetos suficientes como para dar credibilidad a dicho hallazgo.

### **Discusión de los datos obtenidos en los rangos articulares y stabilizers®.**

Rango de la flexión de cadera. La media de la flexión de la cadera de los sujetos en el test de flexión de tronco está por encima del rango establecido, lo cual está relacionado con un patrón extensor lumbar. Según Sahrman *et al* en 2002 los pacientes con un patrón extensor lumbar compensan la falta de flexión en el área lumbar con un aumento en la flexión de la cadera en las tareas que implican agacharse o alcanzar objetos en una posición baja. Según el estudio de Nelson *et al* en 2012, la excesiva actividad de los erectores lumbares respecto al glúteo mayor en pacientes con dolor lumbar en la fase de extensión podría provocar dicho síndrome. Los autores no encontraron diferencia entre el ratio de flexión lumbar y cadera entre pacientes con dolor y sin dolor lumbar, pero sí hallaron una diferencia en el género. Los hombre presentaban unos grados de flexión de cadera

y lumbar medios de  $60.4 \pm (4.0)^\circ$  y  $73.0 \pm (1.8)^\circ$  y las mujeres de  $74.9 \pm (4.2)^\circ$  y  $64.7 \pm (2.9)^\circ$ . Las mujeres realizan un mayor porcentaje de flexión desde la cadera y activan la musculatura anterior de la cadera primero durante el recorrido de vuelta (extensión lumbar y de cadera). El estudio se realizó con personas sin una actividad física definida. (87) El hecho de que el patrón de mayor flexión de cadera de nuestros sujetos se asemeje más al femenino puede tener que ver con la actividad de extensión lumbar que se realiza en múltiples gestos deportivos del balonmano y a la gran activación de los flexores de cadera durante el salto. En nuestro estudio no hemos calculado el grado de flexión lumbar por considerar que el sistema de software no era lo suficientemente preciso para esta medida.

En el estudio de Kim *et al* en 2013, se compararon tres grupos de sujetos, dos de ellos con dolor lumbar, uno clasificado como sujetos con síndrome de flexión rotación y el otro como sujetos con síndrome extensión rotación. El tercer grupo era un grupo control. En el grupo de extensión rotación el rango de flexión lumbar fue significativamente menor que el grupo control y el rango de flexión de cadera fue significativamente mayor. En este grupo la contribución a la flexión de la cadera fue mayor en el final del movimiento de la flexión de tronco, aumentando el rango final de esta. Lo mismo sucede a la inversa con el rango de flexión lumbar. El rango final del grupo fue de  $61.1 \pm 9.8^\circ$ , comparado con el del grupo control que fue de  $56.6 \pm 10.4^\circ$ .(88)

Hoffman *et al* en 2012 también confirmaron la menor flexión lumbar en sujetos clasificados con síndrome de extensión rotación respecto a aquellos afectados por el síndrome de flexión rotación. Sin embargo, los autores no ofrecen datos acerca del rango de flexión de cadera.(89)

Aunque no ha habido correlación entre el dolor lumbar y el test de flexión de tronco, seguramente esto se ha debido a que la evaluación se ha realizado siguiendo las indicaciones estipuladas para evaluar la flexión y no la extensión. En este sentido, los datos obtenidos no han sido concluyentes. Sin embargo, el aumento de rango final en la cadera puede indicar un patrón extensor, coincidiendo con lo obtenido en test anteriores.

Rangos de flexión de tronco en los test de sentadilla. En los test de sentadilla el rango de flexión de tronco siempre está por encima del rango estándar. La gran mayoría de los sujetos no pueden realizar una flexión de rodilla sin una flexión de tronco. Esto puede deberse a que realizan el mismo patrón que ejercitan en alta carga, por ejemplo para hacer la sentadilla con peso, en situaciones de baja carga, como puede ser una simple flexión de rodilla. En estos sujetos su sistema nervioso central no sabe diferenciar las dos situaciones y no puede plantear estrategias diferentes de movimiento. Este fallo nos confirma una vez más la tendencia en estos sujetos deportistas a reclutar mayoritariamente la musculatura movilizadora en cualquier situación, incluso las de baja carga.

Rango de rotación de cadera en los test de sentadilla. Sorprendentemente la rotación de cadera es mayor en el test de flexión de rodilla bipodal que en el caso de los monopodales. La desviación es mayor en la rodilla izquierda que en la derecha, y con tendencia a la rotación externa. Sin embargo en los test monopodales la tendencia es al fallo en la rotación interna. El mayor fallo en el test bipodal se podría deber a que como la carga del ejercicio es menor, hay menos coactivación de musculatura superficial y profunda, aumentando el fallo de control de la cadera. La falta de control en la rotación de cadera en ambos test correlaciona con el dolor de rodilla en los jugadores diestros como justificamos en el apartado anterior.

Rango de flexión de rodilla en el test de flexión de rodilla en prono. Este rango está por debajo del rango estándar establecido, debido a una posible restricción o hiperactividad del cuádriceps, lo que impediría una mayor flexión de la rodilla sin aumentar la anteroversión pélvica.

Stabilizer® en el test de doble flexión de rodilla en prono. El aumento en la presión indica una tendencia a la anteroversión pélvica, lo que coincide con el patrón de extensión lumbar.

Stabilizer® en el test de doble elevación de piernas. El inicio del movimiento presenta una disminución de la presión del stabilizer lo que indica una mayor activación de los flexores de cadera respecto a la musculatura abdominal, provocando una anteroversión pélvica. El aumento de la presión del stabilizer al

final del movimiento indica una retroversión pélvica, probablemente para compensar la anteroversión pélvica inicial. Al final del movimiento los sujetos tienen tendencia a permanecer en una posición de anteroversión ya que la pared abdominal no frena la pelvis y no permite el control de esta mientras se extiende la cadera. Si lo comparamos con el estudio realizado por Ohe *et al* en 2015 en el que a sujetos con síndrome de extensión lumbar se les realizaba el test de elevación de pierna en el momento que presentaban dolor, observamos que estos ofrecían un patrón de presión inverso al que presentamos en esta tesis. Es decir, aumentaban la retroversión al inicio del movimiento y la corregían al final del este. El movimiento lo realizaban solo con la pierna que provocaba dolor en el movimiento. La conclusión de Ohe y Cols es que este patrón de movimiento podría producirse porque la baja carga del movimiento les lleva a realizar estrategias compensatorias para evitar el gesto que provoca dolor, en este caso la extensión lumbar. También concluyen que hay una mayor actividad de los oblicuos externos y del recto anterior que en los sujetos del grupo control. (71) Muy posiblemente esto venga dado por la necesidad del sujeto de realizar una co-contracción para aumentar la rigidez del tronco, incluso en ocasiones entrando en apnea, para controlar el movimiento. Nuestros sujetos realizaron el test en un momento de ausencia de dolor, por lo que no necesitaban realizar en ese momento estrategias compensatorias para evitarlo. Puede que por ese motivo haya oposición entre los patrones observados en pacientes con dolor en el estudio de Ohe y Cols y el nuestros sujetos de estudio.

Estos hallazgos podrían confirmar que en un patrón extensor en el que se ejecute el test para la evaluación sin dolor en el momento de la misma favorecerían una disminución de la presión en el stabilizer® tanto al inicio (en el control concéntrico del abdomen), como en el final del movimiento, (cuando se realiza el control excéntrico del abdomen para frenar la extensión de caderas consecuente a la bajada de piernas).



### **Discusión sobre de la evaluación visual y los datos del ICC entre evaluadores.**

La evaluación visual, y especialmente mediante análisis de videos 2D, ya ha sido avalada por diversos autores.(90,91) Norris *et al* en 2011 realizaron un análisis con software 2D de la flexión de la cadera y la rodilla en el plano sagital, no hallando diferencias significativas en la evaluación con goniómetro.

Harris-Hayes *et al* en 2014 realizaron la evaluación de cuarto de sentadilla mediante vídeos y evaluación visual con terapeutas experimentados y recién graduados, demostrando un ICC de entre 0,75 a 0,99 para todos los test, es decir, entre sustancial y excelente. La coincidencia entre la evaluación visual simple y la obtenida por la reevaluación de las imágenes en 2D fue del 90%

Respecto a la fiabilidad entre evaluadores, diversos estudios coinciden en que si los evaluadores de la disfunción del movimiento conocen los test y los criterios de evaluación de los mismo, los ICC son de entre 0,75 y 0,99 para los test. No es necesario que los evaluadores tengan excesiva experiencia, pero sí que hayan realizado el entrenamiento adecuado en el sistema de evaluación realizado.

Los ICC obtenidos entre evaluadores y con la revisión tras la evaluación del rango con Kinovea®, van desde 0,75 para los test de doble extensión de pierna en sedestación y doble flexión rodilla en prono, a 1 en el test de flexión de tronco. Estos resultados nos permiten justificar una repetitividad adecuada de los resultados entre distintos evaluadores, dando soporte a las conclusiones obtenidas a partir de ellos.

### **Limitaciones del estudio.**

El presente estudio ha sido realizado con la plantilla disponible de un equipo de Liga Asobal de balonmano. Este trabajo se ha realizado empleando una muestra correspondiente a un equipo completo de primera división, lo cual ofrece una posible representatividad de la muestra respecto a otros equipos de dicho deporte. Además la comparativa estadística ha mostrado que la comparación con otras plantillas equivalentes es factible. Aun así, subsiguientes estudios deberían

realizarse con más jugadores de balonmano para observar la repetitividad de los patrones de movimiento hallados en esta muestra.

Cabe destacar que durante el periodo de realización del estudio los sujetos acudían a terapia convencional en el área de fisioterapia, y en caso necesario han tomado medicación analgésica o antiinflamatoria prescrita por el médico. Esto puede haber sesgado los valores de la EVA a la baja, o incluso haber reducido el número de horas jugadas con dolor. Se debería tener esta circunstancia en cuenta para siguientes estudios.

También se debe observar la falta de registro de las sesiones de entrenamiento y pesas por los motivos explicados anteriormente. Se trata de un trabajo físico que predispone a la sobrecarga y por lo tanto es importante tenerlo en cuenta en futuros estudios.

Otra limitación posible del estudio es la limitada información por parte de la Liga Asobal de estadísticas sobre tiempos de juego, paradas por expulsión de dos minutos, cambios y tarjetas rojas. Asimismo, como se apuntó en la presente tesis, no hay registros de los minutos reales jugado por cada jugador en partido. En el futuro se debería realizar un seguimiento estadístico más exhaustivo de estos tiempos por jugador para obtener datos más exactos en la cuantificación de horas jugadas.

No se realizó una evaluación de los test de falta de control de la rotación lumbar por falta de un sistema de registro adecuado. Seguramente algunos sujetos presentarán asociado al síndrome de extensión el síndrome de rotación. Deberán realizarse futuros estudios.

Por último se quiere dejar constancia de la posibilidad de que algunas lesiones de sobreuso o traumáticas de menor magnitud no se hayan registrado. Esto se debe a que en el balonmano existe una cultura de esfuerzo y tolerancia al dolor implícita. Es probable que se den casos de sujetos que no hayan dado parte de lesión por no considerarla de importancia, o no limitarles especialmente en su práctica diaria, lo que podría conllevar una subestimación de la cantidad real de lesiones producidas en el periodo evaluado.

### **Recomendaciones.**

En próximos estudios se recomienda establecer protocolos de medida para el factor fallo en rotación lumbar. Es posible que haya sujetos que fallen en la dirección de rotación además de en las direcciones sagitales.

**CONCLUSIONES**

---

## CONCLUSIONES

- ✓ El patrón de fallo en el movimiento en jugadores de balonmano de primera división apunta a un patrón de extensión lumbar y rotación interna de cadera.
- ✓ La muestra empleada en este estudio es comparable a otras plantillas de balonmano de ámbito nacional e internacional
- ✓ Las horas entrenadas con dolor tiene influencia en las horas perdidas por lesión. Se deberían realizar más estudios para confirmar este hecho y plantear posibles planes de prevención para las sobrecargas y lesiones de sobreuso. De este modo se podrían evitar lesiones que causan baja o problemas de mayor gravedad.
- ✓ La causa más plausible de fallo en estos deportistas, según lo observado en el presente trabajo, es la excesiva rigidez de la musculatura superficial o movilizadora y el escaso reclutamiento o tono de la musculatura estabilizadora más profunda..
- ✓ Las herramientas como cámaras de grabación de vídeo convencionales y softwares gratuitos como el programa Kinovea® pueden ser de gran ayuda para la evaluación clínica de los patrones de movimiento anómalos tanto en deportistas con en pacientes convencionales.
- ✓ Las evaluaciones realizadas por fisioterapeutas entrenados en la clasificación y evaluación de los test de movimiento muestran un alto grado de repetitividad. Esto muestra una gran fiabilidad como sistema de evaluación inter profesionales de la fisioterapia.
- ✓ El diagnóstico certero de la disfunción del movimiento en deportistas y los desequilibrios de función muscular que los provocan son la base fundamental para la elaboración de planes de readaptación muscular y deportiva que permitan una prevención más eficaz de las lesiones de sobreuso.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- (1) International Handball Federation. The official handball rules. 2010.
- (2) Karcher C, Buchheit M. On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports medicine* 2014;44(6):797-814.
- (3) Michalsik L, Aagaard P, Madsen K. Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. *Int J Sports Med* 2013;34(7):590-599.
- (4) Wagner H, Finkenzeller T, Würth S, von Duvillard SP. Individual and team performance in team-handball: A review. *Journal of Sports Science and Medicine* 2014;13(4):808-816.
- (5) Silva JM. Psychological aspects in the training and performance of team handball athletes. *The Sport Psychologists Handbook: A Guide for Sport-Specific Performance Enhancement* 2006:211-243.
- (6) ASOBAL [Internet]. 2015; Available at: <http://asobal.es/>. Accessed 12/26, 2015.
- (7) RFEBM Real Federación Española de Balonmano [Internet]. 2015; Available at: <http://www.rfebm.net/index.asp>. Accessed 12/26, 2015.
- (8) Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scand J Med Sci Sports* 2006;16(2):83-92.
- (9) Fuller CW, Molloy MG, Bagate C, Bahr R, Brooks JH, Donson H, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for studies of injuries in rugby union. *Br J Sports Med* 2007;41(5):328-331.
- (10) Mónaco M, Rincón JAG, Ronsano JBM, Til L, Drobnic F, Vilardaga JN, et al. Epidemiología lesional del balonmano de elite: estudio retrospectivo en equipos profesional y formativo de un mismo club. *Apunts.Medicina de l'Esport* 2014;49(181):11-19.
- (11) Hagglund M, Walden M, Bahr R, Ekstrand J. Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *Br J Sports Med* 2005 Jun;39(6):340-346.
- (12) Junge A, Langevoort G, Pipe A, Peytavin A, Wong F, Mountjoy M, et al. Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *Am J Sports Med* 2006 Apr;34(4):565-576.
- (13) Junge A, Engebretsen L, Mountjoy ML, Alonso JM, Renstrom PA, Aubry MJ, et al. Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. *Am J Sports Med* 2009 Nov;37(11):2165-2172.

- (14) Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, Alonso JM, Aubry M, Budgett R, et al. Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *Br J Sports Med* 2013 May;47(7):407-414.
- (15) Junge A, Engebretsen L, Mountjoy ML, Alonso JM, Renstrom PA, Aubry MJ, et al. Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. *Am J Sports Med* 2009 Nov;37(11):2165-2172.
- (16) Bere T, Alonso JM, Wangensteen A, Bakken A, Eirale C, Dijkstra HP, et al. Injury and illness surveillance during the 24th Men's Handball World Championship 2015 in Qatar. *Br J Sports Med* 2015 Sep;49(17):1151-1156.
- (17) Seil R, Rupp S, Tempelhof S, Kohn D. Sports injuries in team handball. A one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. *Am J Sports Med* 1998 Sep-Oct;26(5):681-687.
- (18) Bahr R. No injuries, but plenty of pain? On the methodology for recording overuse symptoms in sports. *Br J Sports Med* 2009 Dec;43(13):966-972.
- (19) Clarsen B, Myklebust G, Bahr R. Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) overuse injury questionnaire. *Br J Sports Med* 2013 May;47(8):495-502.
- (20) Clarsen B, Bahr R, Heymans MW, Engedahl M, Midtsundstad G, Rosenlund L, et al. The prevalence and impact of overuse injuries in five Norwegian sports: Application of a new surveillance method. *Scand J Med Sci Sports* 2014 Mar 30.
- (21) Clarsen B, Myklebust G, Bahr R. Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) overuse injury questionnaire. *Br J Sports Med* 2013 May;47(8):495-502.
- (22) Danis CG, Krebs DE, Gill-Body KM, Sahrman S. Relationship between standing posture and stability. *Phys Ther* 1998 May;78(5):502-517.
- (23) Norton BJ, Sahrman SA, Van Dillen LR. Differences in measurements of lumbar curvature related to gender and low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2004;34(9):524-534.
- (24) O'Sullivan P. Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Man Ther* 2005;10(4):242-255.
- (25) Van Dillen LR, Sahrman SA, Norton BJ, Caldwell CA, Fleming DA, McDonnell MK, et al. Reliability of physical examination items used for classification of patients with low back pain. *Phys Ther* 1998 Sep;78(9):979-988.



- (26) Van Dillen LR, McDonnell MK, Fleming DA, Sahrman SA. Effect of knee and hip position on hip extension range of motion in individuals with and without low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2000;30(6):307-316.
- (27) Van Dillen LR, Sahrman SA, Norton BJ, Caldwell CA, Fleming D, McDonnell MK, et al. Effect of active limb movements on symptoms in patients with low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2001;31(8):402-418.
- (28) Van Dillen LR, Sahrman SA, Norton BJ, Caldwell CA, McDonnell MK, Bloom NJ. Movement system impairment-based categories for low back pain: stage 1 validation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2003;33(3):126-142.
- (29) Van Dillen LR, Maluf KS, Sahrman SA. Further examination of modifying patient-preferred movement and alignment strategies in patients with low back pain during symptomatic tests. *Man Ther* 2009;14(1):52-60.
- (30) Scholtes SA, Gombatto SP, Van Dillen LR. Differences in lumbopelvic motion between people with and people without low back pain during two lower limb movement tests. *Clin Biomech* 2009;24(1):7-12.
- (31) Ellison JB, Rose SJ, Sahrman SA. Patterns of hip rotation range of motion: a comparison between healthy subjects and patients with low back pain. *Phys Ther* 1990 Sep;70(9):537-541.
- (32) Comerford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction—contemporary developments. *Man Ther* 2001;6(1):15-26.
- (33) Comerford M, Mottram S. Kinetic control: the management of uncontrolled movement. : Elsevier Australia; 2012.
- (34) Janda V. On the concept of postural muscles and posture in man. *Australian Journal of physiotherapy* 1983;29(3):83-84.
- (35) Janda V, Frank C, Liebenson C. Evaluation of muscular imbalance. *Rehabilitation of the spine: a practitioner's manual* 1996;6:97-112.
- (36) Sahrman S. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. : Elsevier Health Sciences; 2002.
- (37) Comerford MJ, Mottram SL. Movement and stability dysfunction—contemporary developments. *Man Ther* 2001;6(1):15-26.
- (38) Hurley MV, Newham DJ. The influence of arthrogenous muscle inhibition on quadriceps rehabilitation of patients with early, unilateral osteoarthritic knees. *Br J Rheumatol* 1993 Feb;32(2):127-131.
- (39) Gandevia S. The sensation of effort co-varies with reflex effects on the motoneurone pool: evidence and implications. *Int J Ind Ergonomics* 1994;13(1):41-49.

- (40) Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 1996;21(22):2640-2650.
- (41) Taylor J, O'Sullivan P. Lumbar segmental instability: pathology, diagnosis, and conservative management. *Physical therapy of the low back* 2000:201-247.
- (42) Gossman MR, Sahrman SA, Rose SJ. Review of length-associated changes in muscle. Experimental evidence and clinical implications. *Phys Ther* 1982 Dec;62(12):1799-1808.
- (43) An inner range holding contraction. An objective measure of stabilising function of an antigravity muscle. 11th International Congress World Confederation of Physical Therapy, London; 1991.
- (44) Wiemann K, Klee A, Startmann M. Fibrillar sources of the muscle resting tension and therapy of muscular imbalances. *Deutsche Zeitschrift fur Sportmedizin* 1998;49(4):111-118.
- (45) Sahrman S. Posture and muscle imbalance: faulty lumbar-pelvic alignment and associated musculoskeletal pain syndromes. *Orthop Div Rev* 1992:13-20.
- (46) Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders & techniques* 1992;5(4):383-389.
- (47) Stokes M, Cooper R, Morris G, Jayson M. Selective changes in multifidus dimensions in patients with chronic low back pain. *European Spine Journal* 1992;1(1):38-42.
- (48) Multifidus muscle rehabilitation decreases recurrence of symptoms following first episode low back pain. Proceedings of the National Congress of the Australian Physiotherapy Association, Brisbane; 1996.
- (49) O'sullivan P. Masterclass. Lumbar segmental 'instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Man Ther* 2000;5(1):2-12.
- (50) Dangaria TR, Naesh O. Changes in Cross-Sectional Area of Psoas Major Muscle in Unilateral Sciatica Caused by Disc Herniation. *Spine* 1998;23(8):928-931.
- (51) Stokes M, Young A. Investigations of quadriceps inhibition: implications for clinical practice. *Physiotherapy* 1984;70(11):425-428.
- (52) Richardson C, Bullock MI. Changes in muscle activity during fast, alternating flexion-extension movements of the knee. *Scand J Rehabil Med* 1986;18(2):51-58.
- (53) O'Sullivan P, Twomey L, Allison G, Sinclair J, Miller K, Knox J. Altered patterns of abdominal muscle activation in patients with chronic low back pain. *Australian journal of physiotherapy* 1997;43(2):91-98.

(54) Gombatto SP, Collins DR, Sahrman SA, Engsberg JR, Van Dillen LR. Gender differences in pattern of hip and lumbopelvic rotation in people with low back pain. *Clin Biomech* 2006;21(3):263-271.

(55) Carry PM, Kanai S, Miller NH, Polousky JD. Adolescent patellofemoral pain: a review of evidence for the role of lower extremity biomechanics and core instability. *Orthopedics* 2010;33(7):498-507.

(56) Mann K, Edwards S, Drinkwater EJ, Bird S. A lower limb assessment tool for athletes at risk of developing patellar tendinopathy. 2013.

(57) Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical-epidemiologic study. *Am J Sports Med* 2007 Jul;35(7):1123-1130.

(58) Moral-Munoz JA, Esteban-Moreno B, Arroyo-Morales M, Cobo MJ, Herrera-Viedma E. Agreement Between Face-to-Face and Free Software Video Analysis for Assessing Hamstring Flexibility in Adolescents. *J Strength Cond Res* 2015 Sep;29(9):2661-2665.

(59) Damsted C, Larsen L, Nielsen R. Reliability of video-based identification of footstrike pattern and video time frame at initial contact in recreational runners. *Gait Posture* 2015;42(1):32-35.

(60) Ugbohue UC, Papi E, Kaliarntas KT, Kerr A, Earl L, Pomeroy VM, et al. The evaluation of an inexpensive, 2D, video based gait assessment system for clinical use. *Gait Posture* 2013;38(3):483-489.

(61) Balsalobre-Fernandez C, Tejero-Gonzalez CM, del Campo-Vecino J, Bavaresco N. The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camera-based method for measuring the flight time of vertical jumps. *J Strength Cond Res* 2014 Feb;28(2):528-533.

(62) Alvero Cruz JR, Cabañas Armesilla MD, Herrero de Lucas A. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de Consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte* 2009(131):166-179.

(63) Moreno Blanco F. Definición de las variables que sirven como indicadores del rendimiento en balonmano. Variables antropométricas. Balonmano. Detección, selección y rendimiento de talentos. Primera ed. España: Gymnos; 2004. p. 194-196.

(64) Norton K, Olds T. Chapter Two: Measurement Techniques in Anthropometry. *Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses*. Primera ed. Australia: UNSW PRESS; 1996. p. 25-76.

- (65) Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med* 2001;8(12):1153-1157.
- (66) Kelly A. Does the clinically significant difference in visual analog scale pain scores vary with gender, age, or cause of pain? *Acad Emerg Med* 1998;5(11):1086-1090.
- (67) Lvinger P, Gilleard W, Coleman C. Femoral medial deviation angle during a one-leg squat test in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Physical Therapy in Sport* 2007 11;8(4):163-168.
- (68) Perry M, Smith A, Straker L, Coleman J, O'Sullivan P. Reliability of sagittal photographic spinal posture assessment in adolescents. *Advances in Physiotherapy* 2008;10(2):66-75.
- (69) Rosen AB, Ko J, Simpson KJ, Kim S, Brown CN. Lower Extremity Kinematics During a Drop Jump in Individuals With Patellar Tendinopathy. *Orthopaedic journal of sports medicine* 2015;3(3):2325967115576100.
- (70) Luomajoki H, Kool J, de Bruin ED, Airaksinen O. Movement control tests of the low back; evaluation of the difference between patients with low back pain and healthy controls. *BMC musculoskeletal disorders* 2008;9(1):1.
- (71) Ohe A, Kimura T, Goh AC, Oba A, Takahashi J, Mogami Y. Characteristics of trunk control during crook-lying unilateral leg raising in different types of chronic low back pain patients. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015 Apr 15;40(8):550-559.
- (72) Monnier A, Heuer J, Norman K, Äng BO. Inter- and intra-observer reliability of clinical movement-control tests for marines. *BMC musculoskeletal disorders* 2012;13(1):1.
- (73) Park K, Cynn H, Kwon O, Lee W, Ha S, Kim S, et al. Effects of the abdominal drawing-in maneuver on muscle activity, pelvic motions, and knee flexion during active prone knee flexion in patients with lumbar extension rotation syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* 2011;92(9):1477-1483.
- (74) Ghobadi H, Rajabi H, Farzad B, Bayati M, Jeffreys I. Anthropometry of world-class elite handball players according to the playing position: reports from men's handball World championship 2013. *Journal of human kinetics* 2013;39(1):213-220.
- (75) Massuça L, Fragoso I. Morphological characteristics of adult male handball players considering five levels of performance and playing position. *Coll Antropol* 2015;39(1):109-118.
- (76) Finch CF, Cook J. Categorising sports injuries in epidemiological studies: the subsequent injury categorisation (SIC) model to address multiple, recurrent and exacerbation of injuries. *Br J Sports Med* 2014 Sep;48(17):1276-1280.

- (77) Lian OB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *Am J Sports Med* 2005 Apr;33(4):561-567.
- (78) Grenier SG, McGill SM. Quantification of lumbar stability by using 2 different abdominal activation strategies. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(1):54-62.
- (79) Oh J, Cynn H, Won J, Kwon O, Yi C. Effects of performing an abdominal drawing-in maneuver during prone hip extension exercises on hip and back extensor muscle activity and amount of anterior pelvic tilt. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy* 2007;37(6):320-324.
- (80) MacDonald DA, Dawson AP, Hodges PW. Behavior of the lumbar multifidus during lower extremity movements in people with recurrent low back pain during symptom remission. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy* 2011;41(3):155-164.
- (81) Levinger P, Gilleard W, Coleman C. Femoral medial deviation angle during a one-leg squat test in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Physical Therapy in sport* 2007;8(4):163-168.
- (82) Cinar-Medeni O, Baltaci G, Bayramlar K, Yanmis I. Core stability, knee muscle strength, and anterior translation are correlated with postural stability in anterior cruciate ligament-reconstructed patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2015 Apr;94(4):280-287.
- (83) Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2004;36(6):926-934.
- (84) Cobb SC, Bazett-Jones DM, Joshi MN, Earl-Boehm JE, James CR. The relationship among foot posture, core and lower extremity muscle function, and postural stability. *Journal of athletic training* 2014;49(2):173-180.
- (85) Johnson EN, Thomas JS. Effect of hamstring flexibility on hip and lumbar spine joint excursions during forward-reaching tasks in participants with and without low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2010 Jul;91(7):1140-1142.
- (86) Jandre Reis FJ, Macedo AR. Influence of hamstring tightness in pelvic, lumbar and trunk range of motion in low back pain and asymptomatic volunteers during forward bending. *Asian spine journal* 2015;9(4):535-540.
- (87) Nelson-Wong E, Alex B, Csepe D, Lancaster D, Callaghan JP. Altered muscle recruitment during extension from trunk flexion in low back pain developers. *Clin Biomech* 2012;27(10):994-998.
- (88) Kim MH, Yi CH, Kwon OY, Cho SH, Cynn HS, Kim YH, et al. Comparison of lumbopelvic rhythm and flexion-relaxation response between 2 different low back pain subtypes. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013 Jul 1;38(15):1260-1267.

(89) Hoffman SL, Johnson MB, Zou D, Van Dillen LR. Differences in end-range lumbar flexion during slumped sitting and forward bending between low back pain subgroups and genders. *Man Ther* 2012;17(2):157-163.

(90) Norris BS, Olson SL. Concurrent validity and reliability of two-dimensional video analysis of hip and knee joint motion during mechanical lifting. *Physiotherapy theory and practice* 2011;27(7):521-530.

(91) Harris-Hayes M, Steger-May K, Koh C, Royer NK, Graci V, Salsich GB. Classification of lower extremity movement patterns based on visual assessment: reliability and correlation with 2-dimensional video analysis. *J Athl Train* 2014 May-Jun;49(3):304-310.



**ANEXO 1**

**CEU**  
Universidad  
Cardenal Herrera

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

<b>Título del Estudio</b>	:	<b>Relación entre las disfunciones de movimiento del área lumbopélvica y las lesiones de sobreuso asociadas en jugadores de balonmano de Liga Asobal</b>
<b>Investigador Responsable</b>	:	<b>Noemí Valtueña Gimeno</b>
<b>Lugar en que se realizará el estudio (Dpto, Sede, Facultad, etc)</b>	:	<b>Universidad Cardenal Herrera CEU, Dpto Fisioterapia</b>
<b>Nº de teléfono Investigador Responsable</b>	:	<b>656 766 357</b>
<b>Correo electrónico Investigador Responsable</b>	:	<b>noemi.valtueña@uch.ceu.es</b>

**INTRODUCCIÓN**

El presente estudio pretende clarificar si existe algún tipo de relación mecánica o de disfunción del movimiento entre las lesiones de sobreuso padecidas por jugadores de balonmano de Liga Asobal y una batería de test de movimiento que se llevará a cabo por el equipo investigador.

**PROPÓSITO DEL ESTUDIO**

El propósito de este estudio es comprobar la relación anteriormente mencionada para poder proponer en un futuro planes de prevención lesionales en equipos de balonmano profesionales.

**JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

El estudio se justifica por el creciente interés en el mundo científico y deportivo en los métodos validados científicamente para la prevención y predicción de lesiones. Su participación en dicho estudio permitirá conocer en mayor profundidad el balonmano y las causas de lesión en dicho deporte, ampliando la base de conocimiento sobre el mismo.

**PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO**

En este estudio se realizará un seguimiento diario de sus lesiones por su equipo de fisioterapeutas habitual, como se ha ido realizando hasta el momento en temporadas anteriores. La duración de esta recogida de datos será de una temporada completa.

En algún momento de la temporada se realizarán una batería de test de disfunción de movimiento, en una sesión única de una hora. Dichos test serán grabados y evaluados por fisioterapeutas especializados del equipo de investigación con fines científicos. Los test



son movimientos sencillos que no implican riesgo para su integridad física o actividad deportiva.

Solamente tendrán acceso a los datos en que puedan identificar a un participante (directa o indirectamente), los miembros del equipo de investigación. No divulgaremos ninguna información de Usted o proporcionada por usted durante la investigación. Cuando los resultados de la investigación sean publicados o se discutan en conferencias científicas, no se incluirá información que pueda revelar su identidad. Toda divulgación de la información obtenida se realizará con fines científicos y/o pedagógicos.

#### VOLUNTARIEDAD

Su participación en este estudio es totalmente voluntaria. Usted podrá retirarse de la investigación en cualquier momento, retirarse no tiene ninguna consecuencia para Usted.

Usted podrá solicitar información relacionada con el proyecto de investigación en el momento que lo estime al Investigador Responsable (datos adjuntos al inicio del documento).

#### DERECHOS DEL PARTICIPANTE:

He leído, comprendido y discutido la información anterior con el investigador responsable del estudio y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria.

Mi participación en este estudio es voluntaria, podré renunciar a participar en cualquier momento, sin causa y sin responsabilidad alguna.

Si durante el transcurso de la investigación, surge información relevante para continuar participando en el estudio, el investigador deberá entregar esta información.

He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos y/o educativos.

Si durante el transcurso de la investigación me surgen dudas respecto a la investigación o sobre mi participación en el estudio, puedo contactarme con el investigador responsable.

Acepto participar en este estudio de investigación titulado “**Relación entre las disfunciones de movimiento del área lumbopélvica y las lesiones de sobreuso asociadas en jugadores de balonmano de Liga Asobal**” Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.


---

**Firma del participante y Fecha**

## ANEXO 2

En la Figura 50 se representa la ficha de recogida de datos antropométricos.

Figura 50 - Informe de recogida de datos antropométricos




**PROTOCOLO ANTROPOMÉTRICO MEDICO-DEPORTIVO.**  
Según documento de consenso del G.R.E.C de la F.E.M.E.D.E. (2008)

ESCRIBA AQUÍ LO QUE QUIERA QUE APAREZCA EN EL INFORME Y QUE LO PERSONALICE (EJEMPLO DIRECCIÓN DEL



Sujeto:  F. Toma:  M ó H:

F. Nacim.:  Edad:  Deporte:

Modal./Equipo:  Grupo Población:  Etnia:

Fase Entto.:  Antropometrista:  Nivel:

Lugar Toma:  E-mail:  Teléfono:

VARIABLE ANTROPOMÉTRICA	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	VALOR
Peso (kg)				
Talla ó Estatura (cm)				
Diámetro Biacromial (cm)*				
Diámetro Transverso del Tórax (cm)*				
Diámetro Antero-Posterior del Tórax (cm)*				
Diámetro Biliocrestal (cm)*				
Diámetro Condileo-TrocLEAR Húmero (cm)				
Diámetro Biestiloideo Muñeca (cm)				
Diámetro Bicondileo Femur (cm)				
Diámetro Bimaleolar Tobillo (cm)				
Perímetro Brazo Relajado (cm)				
Perímetro Brazo Contraído (cm)				
Perímetro Antebrazo (cm)				
Perímetro de Muñeca (cm)				
Perímetro Cuello (cm)				
Perímetro Abdominal Mínimo (cm)				
Perímetro Abdominal Medio (cm) (Sólo obesos)				
Perímetro Glúteo (cm)				
Perímetro Muslo 1 cm (cm)				
Perímetro Muslo Medio (cm)				
Perímetro Pierna (cm)				
Perímetro Tobillo (cm)				
Pliegue Tríceps (mm)				
Pliegue Subescapular (mm)				
Pliegue Bíceps (mm)				
Pliegue Pectoral (mm)				
Pliegue Axilar (mm)				
Pliegue Supracrestal o Ileocrestal (mm)				
Pliegue Supraespal (mm)				
Pliegue Abdominal (mm)				
Pliegue Muslo Anterior (mm)				
Pliegue Pierna Medial (mm)				
"Z" = IMPEDANCIA (Ohm a 50 Hz)				
"R" = RESISTENCIA (Ohm a 50 Hz)				
"Xc" = REACTANCIA (Ohm a 50 Hz)				
Perímetro mesoesternal (cm)*				

**OBSERVACIONES:**

He sido informado previamente de los objetivos de este estudio y doy mi consentimiento para utilizar mis datos con fines de investigación y de publicación en futuras comunicaciones científicas, siempre que se mantenga mi anonimato. Como resultado de este estudio se me proporcionará una copia de mis resultados antropométricos individuales y un informe de los mismos con la mayor brevedad

Firmado:



En la Tabla 58 se representan las medidas tomadas para la realización de la antropometría.

**Tabla 58 - Medidas tomadas para la realización de la antropometría**

<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>	<b>Número de medias/ valor obtenido</b>
<b>Peso</b>	Kg	1
<b>Talla o estatura</b>	cm	1
<b>Diámetro biacromial</b>	cm	3/ mediana
<b>Diámetro húmero</b>	cm	3/ mediana
<b>Diámetro muñeca</b>	cm	3/ mediana
<b>Diámetro Fémur</b>	cm	3/ mediana
<b>Diámetro tobillo</b>	cm	3/ mediana
<b>Perímetro brazo relajado</b>	cm	3/ mediana
<b>Perímetro brazo contraído</b>	cm	3/ mediana
<b>Perímetro abdominal mínimo</b>	cm	3/ mediana
<b>Perímetro glúteo</b>	cm	3/ mediana
<b>Perímetro muslo medio</b>	cm	3/ mediana
<b>Perímetro pierna</b>	cm	3/ mediana
<b>Perímetro tobillo</b>	cm	3/ mediana
<b>Pliegue tríceps</b>	mm	3/ mediana
<b>Pliegue subescapular</b>	mm	3/ mediana
<b>Pliegue bíceps</b>	mm	3/ mediana
<b>Pliegue íleocrestal</b>	mm	3/ mediana
<b>Pliegue supraespinal</b>	mm	3/ mediana
<b>Pliegue abdominal</b>	mm	3/ mediana
<b>Pliegue muslo anterior</b>	mm	3/ mediana
<b>Pliegue pierna medial</b>	mm	3/ mediana

En la Figura 51 se muestra la plantilla de resultados del informe antropométrico del grupo.

Figura 51 - Plantilla de resultados del informe antropométrico del grupo.

### INFORME ANTROPOMÉTRICO.

Según modelo del G.R.E.C de la FE.ME.DE. (2008) (Insertar Logo aquí)

ESCRIBA AQUÍ LO QUE QUIERA QUE APAREZCA EN EL INFORME Y QUE LO PERSONALICE (EJEMPLO DIRECCIÓN).

Nº Sujetos:     Edad:     Deporte:

Equipo/Modalidad:     Grupo:     Subgrupo:

Fase Entto.:     Antropometrista:

**DATOS ANTROPOMÉTRICOS REGISTRADOS:**

Peso (kg)		Perímetro Muslo Medio (cm)	
Talla ó Estatura (cm)		Perímetro Pierna (cm)	
Diámetro Biacromial (cm)		Perímetro Tobillo (cm)	
Diámetro Transverso Tórax (cm)		Plegue Tríceps (mm)	
Diámetro Antero-posterior Tórax (cm)		Plegue Subescapular (mm)	
Diámetro Bileocrestal (cm)		Plegue Bíceps (mm)	
Diámetro Húmero (cm)		Plegue Pectoral (mm)	
Diámetro Muñeca (cm)		Plegue Axilar (mm)	
Diámetro Femur (cm)		Plegue Ileocrestal (mm)	
Diámetro Tobillo (cm)		Plegue Supraespinal (mm)	
Perímetro Brazo Relajado (cm)		Plegue Abdominal (mm)	
Perímetro Brazo Contraído (cm)		Plegue Muslo Anterior (mm)	
Perímetro de Antebrazo (cm)		Plegue Pierna Medial (mm)	
Perímetro de Muñeca (cm)		"Z" = IMPEDANCIA (Ohm)	
Perímetro Cuello (cm)		"R" = RESISTENCIA (Ohm)	
Perímetro Abdominal Mínimo (cm)		"Xc" = REACTANCIA (Ohm)	
Perímetro Abdominal Máximo (cm)		Perímetro Mesoesternal *	
Perímetro Glúteo (cm)		ADICIONAL 1	
Perímetro Muslo 1 cm (cm)		ADICIONAL 2	

**Índices Corporales:**

I.M.C.:

I. Ponderal:

**Ind. Cintura/Glúteo:**

Valor:

**Observaciones:**

**SOMATOTIPO:**

Endomorfa:

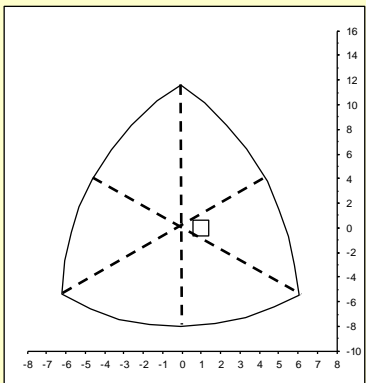
Mesomorfa:

Ectomorfa:

**COMPOSICIÓN CORPORAL (ANTROPOMETRÍA):**

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula	Drinkwater
M. Grasa				
M. Osea				
M. Muscular				
Resto				
Total D-w. (%):				

**SOMATOTIPO MEDIO**



**COMP. CORPORAL (BIOIMPEDANCIA):**

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula
M. Grasa			
M. Muscular			
M.L.G			

**OTRAS FÓRMULAS ESPECÍFICAS:**

(\*1) Arriba se indica la media de las 4 fórmulas      (\*2) Arriba se indica la media de las 2 fórmulas

Deportistas	Faulkner	Carter	J-Pollock	Withers	Obesos	Rocha	Martin
% M. Grasa					% M. Osea		

(\*3) Arriba se indica la media de las 3 fórmulas      (\*4) Arriba se indica la media de las 2 fórmulas

Adultos	Kyle	Sun	Segal	Mayores	Baumgartner	Deurenberg
M.L.G (kg)				M.L.G (kg)		

NOTA: Informar sobre cualquier posible error a manuel.sillero@upmes © Manuel Sillero Quintar

### ANEXO 3

#### REGISTRO DE LESIONES:

**Jugador (año/nº):**

**Fecha:**

1. Fecha de lesión: \_\_\_\_\_ Fecha de vuelta al deporte: \_\_\_\_\_

2. Lugar de la lesión: \_\_\_\_\_

3. Lado afectado: (Marcar con una x al lado)

Izquierdo

Derecho

no aplicable

4. Tipo de lesión: (Marcar con una x al lado)

a. Esguince:

e. Contusión:

b. Distensión o rotura  
muscular:

f. Fractura:

c. Lesión tendinosa:

g. Luxación:

d. Lesión de menisco,  
cartílago o disco:

h. Otras:

5. Diagnóstico: \_\_\_\_\_

6. ¿Ha tenido el jugador una lesión previa del mismo tipo en el mismo lugar?

a. Sí                      No

b. Si la respuesta es sí, en qué fecha volvió a la actividad deportiva tras la última lesión: \_\_\_\_\_

7. ¿La lesión ha sido causada por sobreuso o ha sido traumática?

a. Sobreuso                      Trauma

b. EVA \_\_\_\_\_

8. En caso de lesión de sobreuso ¿Cuándo y en que gestos se produce el dolor?
  
9. ¿Ha sido una lesión por contacto/colisión?
  - a. No
  - b. Sí, con otro jugador
  - c. Sí, con la pelota.
  - d. Sí, contra un objeto (especificar)

**ANEXO 4.**

En la Figura 52 se presenta un ejemplo de tabla Excel de recogida de datos epidemiológicos.

**Figura 52 - Ejemplo de tabla de recogida de datos correspondiente al mes de noviembre de la temporada ASOBAL 2013-2014.**

3																																									
4																																									
5	Noviembre	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S										
6	Día/ Jugador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Le	E	S	Li	D	Sesione	Sesione			
7	12 David Bruixola	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	5	3	11	21	52,38	
8	16 Samuel Ibañez	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	2	0	5	0	19	21	90,48	
9	1 Juan Sebastía	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	5	0	21	21	100	
10	5 Marc A. Martínez	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	5	0	21	21	100		
11	6 Rubén Ruiz	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	4	0	0	5	0	17	21	80,95	
12	8 José Mª Morfiño	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	5	5	21	21	100	
13	9 Javier Tarrasó	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	5	20	21	21	100	
14	10 Carles Lluna	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	5	0	21	21	100
15	13 Sergio Berrios	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	5	9	21	21	100
16	14 Michael Apelgreen	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	5	8	20	21	95,24
17	15 Carlos Grau	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	5	5	21	21	100
18	17 Nacho Plaza	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	5	0	21	21	100
19	20 Toni Alegre	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	2	0	5	3	19	21	90,48	
20	21 Nacho Nebot	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	6	0	20	21	95,24	
21	22 Angel Fernández	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	5	6	21	21	100	
22	24 Sasa Dukic	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	10	0	0	5	0	11	21	52,38
23	29 Diego Roque	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	11	11	19	21	90,48	
24																																									
25																																									

## ANEXO 5

**Datos generales totales del registro epidemiológico.**

En la Tabla 59 se representan las horas totales de entrenamiento realizadas por el equipo y por cada jugador, las horas jugadas por cada jugador, las horas perdidas por lesión, horas entrenadas con dolor

**Tabla 59 - Datos generales de la epidemiología. Horas totales entrenadas por el equipo en ambas temporadas y horas de las distintas variables por jugador**

n=22	Mínimo	Máximo	Mediana	Rango IQ	Media	Desv. Est.
<b>Horas realizadas por equipo</b>	162,8	658,0	495,3	332,5	484,7	180,6
<b>Horas entrenadas por jugador</b>	162,3	649,3	347,4	321,1	442,3	169,06
<b>Horas jugadas por jugador</b>	0,5	29,5	13,5	21,0	14,3	10,3
<b>Horas perdidas por lesión por jugador</b>	0,0	105,0	12,3	27,6	19,7	25,96
<b>Horas entrenadas con dolor por jugador</b>	0,0	189,0	69,1	93,7	73,4	56,7
<b>Horas perdidas por otras causas por jugador</b>	0,0	280,0	3,5	27,7	22,8	59,9
<b>Lesiones durante el entrenamiento por jugador</b>	0,0	5,0	1,0	1,3	1,0	1,3



<b>n=22 continuación</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rango IQ</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. Est.</b>
<b>Lesiones en partidos por jugador</b>	0,0	3,0	0,0	1,0	0,5	0,8
<b>LT entrenamiento* por jugador</b>	0,0	3,0	0,0	1,0	0,4	0,8
<b>LNT entrenamiento** por jugador</b>	0,0	2,0	0,0	1,0	0,5	0,7
<b>LT partido* por jugador</b>	0,0	2,0	0,0	0,3	0,3	0,6
<b>LNT partido** por jugador</b>	0,0	3,0	0,0	0,0	0,3	0,7

\*LT = Lesiones traumáticas

\*\*LNT = Lesiones no traumáticas

## Tablas descriptivas de las lesiones que causaron baja.

En este apartado se muestra la Tabla 60 y la

Tabla 61, donde se realiza el resumen de todas las lesiones que causaron baja en las temporadas 2013-2014 y 2014-2015 respectivamente.

**Tabla 60 - Lesiones agudas que causaron baja (>1 día) durante la temporada de liga Asobal 2013-2014**

Sujeto	Diagnóstico LESIÓN entrenamiento	Lado	T/ NT	Recidiva	Gravedad	Diagnóstico LESIÓN partido	Lado	T/ NT	Recidiva	Gravedad	Historial previo relacionado	Historial previo NO relacionado
1	Cuerpos libres articulación humero radio ulnar	D	NT	NO	M	Lesión Boutoniere 5º dedo	D	T	NO	M	Cirugía cruzados ambos lados	
4	Microrotura oblicuo interno/rotura grado I recto anterior abdomen	D/NP	NT /N T	NO/N O	L/L	Fractura falange distal índice	I	T	NO	G		
5						Rotura parcial LCA	I	T	NO	G		

Sujeto	Diagnóstico LESIÓN entrenamiento	Lado	T/NT	Recidiva	Gravedad	Diagnóstico LESIÓN partido	Lado	T/NT	Recidiva	Gravedad	Historial previo relacionado	Historial previo NO relacionado
6												Cirugía reparación SLAP hombro derecho
7											Cirugía cruzados y meniscos internos ambos lados	
8	Tendinopatía rotuliana	I	NT	SÍ	M					M		
10						Rotura grado II inserción aductor/ Microrotura inserción Proximal oblicuo externo grado	D/D	T/N T	SÍ/NO	M/L		

Sujeto	Diagnóstico LESIÓN entrenamiento	Lado	T/NT	Recidiva	Gravedad	Diagnóstico LESIÓN partido	Lado	T/NT	Recidiva	Gravedad	Historial previo relacionado	Historial previo NO relacionado
12	Contusión hombro	D	T	NO	L							
13	Microrotura bíceps femoral grado I	I	T	NO	L						Limpieza articular rodilla derecha	
14	Esguince LLE tobillo grado I	D	T	SÍ	L						Cirugía LCA derecho	
15	Lumbociatalgia derecha L5-S1	D	NT	NO	L							
16	Esguince acromioclavicular grado I/Esguince LLE tobillo grado II/ Rotura cartilago condíleo por impacto con rótula	I/D/ D	T/T /T	SÍ/SÍ/ NO	L/M/L	Esguince LLLE tobillo grado II	D	T	SÍ	M		Reparación SLAP más rotura tendón porción larga bíceps y supraespinoso hombro izquierdo

## ANEXOS

Sujeto	Diagnóstico LESIÓN entrenamiento	Lado	T/NT	Recidiva	Gravedad	Diagnóstico LESIÓN partido	Lado	T/NT	Recidiva	Gravedad	Historial previo relacionado	Historial previo NO relacionado
17						Esguince LLE tobillo grado II	D	T	SÍ	M		
18	Esguince LLE rodilla	D	T	NO	M							
20						Rotura grado II gemelo interno/fractura tercer metacarpiano	I/D	T/T	NO/NO	M/G		

Tabla 61 - Lesiones agudas que han causado baja (&gt;1día) durante la temporada de liga Asobal 2014-2015

Sujeto	Diagnóstico LESIÓN entrenamiento	Lado	T/ NT	Recidiva	Gravedad	Diagnóstico LESIÓN partido	Lado	T/ NT	Recidiva	Gravedad	Historial previo relacionado	Historial previo NO relacionado
1											Cirugía cruzados ambos lados	
7						Síndrome facetario	D	NT	SÍ	M	Cirugía cruzados y meniscos internos ambos lados	
9	Esguince LLE tobillo grado II	D	T	SÍ	M	Microrotura grado I bíceps femoral (medio)	D	T	NO	L		
10						Capsulitis escapulo humeral	D	T	SÍ	M		

ANEXOS

Sujeto	Diagnóstico LESIÓN entrenamiento	Lado	T/ NT	Recidiva	Gravedad	Diagnóstico LESIÓN partido	Lado	T/ NT	Recidiva	Gravedad	Historial previo relacionado	Historial previo NO relacionado
14	Esguince LLE tobillo grado I/Esguince tobillo grado I -II	D/D	T/T	SÍ/SÍ	L/L						Cirugía LCA derecho	
15	Esguince LLE tobillo grado I	I	T	SÍ	L							
16												Reparación SLAP rotura tendón porción larga bíceps y supraespin oso hombro izquierdo

ANEXOS

Sujeto	Diagnóstico LESIÓN entrenamiento	Lado	T/ NT	Recidiva	Gravedad	Diagnóstico LESIÓN partido	Lado	T/ NT	Recidiva	Gravedad	Historial previo relacionado	Historial previo NO relacionado
17	Dolor musculatura peronea / Esguince LLE tobillo grado II/ Esguince LLE tobillo grado I - II/ Fisura parótida/ Esguince acromioclavicula r grado I	I I D D D	T/T /T/ T/T	NO/SÍ/SÍ/NO /NO	L/M/L/M /L							
20	Tendinitis rotuliana (dolor punzante tras un salto)/Hoffitis	D	NT	NO	M							
21						SLAP Grado II	D	T	NO	G		
23						Rotura completa LCA	D	T	NO	G		



9 **Tablas descriptivas de las horas entrenadas con dolor sin causar baja.**

En la Tabla 62 se muestran la distribución de horas de dolor totales y en porcentajes por área anatómica, y los valores de la EVA media para cada uno de ellos.

**Tabla 62 - Distribución de las horas entrenadas con dolor por sujeto**

Sujeto	Horas entrenadas con dolor	Horas con Dolor lumbar	% horas dolor lumbar sujeto	Horas con Dolor rodilla izquierda	% horas dolor rodilla izquierda sujeto	Horas con Dolor rodilla derecha	% horas dolor rodilla derecha sujeto	Horas dolor Otros (cuadrante superior)	% horas dolor otros sujeto	Dolor lumbar (EVA)	Dolor rodilla izquierda (EVA)	Dolor rodilla derecha (EVA)
1	96,25	41,25	42,86	20,00	20,78	0,00	0,00	35,00	36,36	5,00	5,20	0,00
2	20,50	20,50	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,20	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	106,75	51,00	47,78	50,75	47,54	0,00	0,00	5,00	4,68	4,70	4,40	0,00
5	117,25	76,25	65,03	32,00	27,29	0,00	0,00	9,00	7,68	4,30	3,40	0,00
6	20,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,50	100,00	0,00	0,00	0,00
7	84,00	75,75	90,18	5,00	5,95	3,25	3,87	0,00	0,00	5,40	6,00	2,50
8	178,50	0,00	0,00	178,50	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,70	0,00
9	84,00	47,50	56,55	36,50	43,45	0,00	0,00	0,00	0,00	4,30	5,90	0,00

Sujeto	Horas entrenadas con dolor	Horas con Dolor lumbar	% horas dolor lumbar sujeto	Horas con Dolor rodilla izquierda	% horas dolor rodilla izquierda sujeto	Horas con Dolor rodilla derecha	% horas dolor rodilla derecha sujeto	Horas dolor Otros (cuadrante superior)	% horas dolor otros sujeto	Dolor lumbar (EVA)	Dolor rodilla izquierda (EVA)	Dolor rodilla derecha (EVA)
10	189,00	0,00	0,00	87,00	46,03	0,00	0,00	102,00	53,97	0,00	4,00	0,00
11	54,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,25	100,00	0,00	0,00	0,00
12	17,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,50	100,00	0,00	0,00	0,00
13	115,50	53,75	46,54	61,75	53,46	0,00	0,00	0,00	0,00	5,80	5,20	0,00
14	38,50	28,50	74,03	0,00	0,00	10,00	25,97	0,00	0,00	3,30	3,00	0,00
15	84,00	37,25	44,35	0,00	0,00	46,75	55,65	0,00	0,00	3,50	0,00	3,10
16	113,75	0,00	0,00	60,75	53,41	0,00	0,00	53,00	46,59	2,80	0,00	0,00
17	24,50	0,00	0,00	24,50	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	0,00
18	50,75	0,00	0,00	47,25	93,10	0,00	0,00	3,50	6,90	0,00	3,50	0,00
19	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00	100,00	0,00	0,00	0,00
20	162,75	0,00	0,00	0,00	0,00	75,50	46,39	87,25	53,61	0,00	0,00	4,30
21	31,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,50	100,00	0,00	0,00	0,00
22	11,25	0,00	0,00	11,25	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,90	0,00



- Scientific Programme

## Scientific Programme

### Abstract details

**Abstract-ID:** 1902  
**Session:** [OP-PM77] OVERUSE & INJURIES - TREATMENT MODALITIES / ,  
**Lecture room:** M2  
**Date & time:** 08.07.2016 / -  
**Title of the paper:** MOVEMENT DYSFUNCTIONS IN LUMBAR AND HIP AREA RELATED TO OVERUSE INJURIES IN HANDBALL MALE PLAYERS OF THE FIRST NATIONAL LEAGUE.  
**Authors:** VALTUEÑA GIMENO, N. - [\[Contact\]](#)  
**Institution:** UCH CEU  
**Department:** PHYSICAL THERAPY  
**Country:** SPAIN

### Abstract text

#### Introduction

In Handball many players train and play with pain during the season. Sometimes overuse injuries are overlooked, and evidence shows that altered movement patterns have a direct influence in this type of lesion. We try to show the direct relationship between movement failures in a specific direction and overuse injuries in first national league handball players.

#### Methods

A sample of 22 handball male players (mean age: 25.8 years) was included in the study. The mean period performing as elite athletes was 7.7 years. During two seasons, overuse injuries were recorded. Movement test for lumbar spine and hip control were performed (Comerford et al. 2012). The test were recorded and assessed during its performance and after reviewed by two physical therapists. Every video was assessed with the Kinovea® software to record angles and timing. Injuries over 2.5 on VAS and failure in the tests were compared.

#### Results

There 10 cases (45.4%) reporting left knee pain, 4 (18.2%) right knee pain, and 6 (27.3%) referred low back pain. Hip flexion during forward bending showed a mean range of 86.4±12.6 degrees, over the benchmark. Prone knee flexion was 109.5±6.3 on average, failing in 21 cases (95.5%) the benchmark range. During execution of prone knee flexion, the stabilizer disclosed a mean value 73.2±8.9 mmHg of values, being above the benchmark range in 5 cases (22.7%) and below in one case (4.5%). Failure in double knee flexion in prone position was related to the experience of pain in the jumping knee ( $p<0.05$ ). Monopodal squat failure in the jumping knee was related with the experience of low back pain ( $p<0.05$ ). All cases with low back pain displayed failure during Crook lift test.

#### Discussion

Failure in crook lift test and prone knee flexion were related to extension and rotation lumbar spine syndromes. Likewise hip position and its range of motion can be linked to low back pain (Van Dillen et al. 2000), as well as with knee pain (Levinger et al. 2007). Overuse pain recorded in lumbar and knee and failed tests on low back spine and hip seem to lead to an extension rotation dysfunction pattern in lumbar spine and lack of rotation control on the hip, especially in the jumping leg. Further studies with an extensive sampling should be performed to understand the role of motion dysfunction on the development of overuse injuries.

#### References

Comerford M, Mottram S. (2012) Kinetic control: the management of uncontrolled movement. Elsevier Australia.  
Van Dillen LR, McDonnell MK, Fleming DA, Sahrmann SA.(2000).JOSPT, 30(6), 307-316.  
Levinger P, Gilleard W, Coleman C. (2007).Phys Ther Sport, 8(4),163-168

**Topic:** REHABILITATION AND PHYSIOTHERAPY

**Keyword I:** MOVEMENT DYSFUNCTION

**Keyword II:** LUMBAR EXTENSION SYNDROME

**Keyword III:** OVERUSE INJURIES

[Back](#)