



Centros universitarios adscritos a la



**Universitat
Pompeu Fabra**
Barcelona

**Trabajo Final del Máster en Entrenamiento Personal y Readaptación
Físico-Deportiva**

ALUMNO: Iñigo Anacabe Gurruchaga

Director: Roger Font Ribas

ANALISIS DEL RESULTADO DE APLICAR UNA INTERVENCIÓN DE EJERCICIOS DE FUERZA PREVENTIVOS SOBRE LA INCIDENCIA LESIONAL Y EL RENDIMIENTO EN EL BALONMANO

RESUMEN:

En este estudio se realizó una batería de *tests* pre y post intervención, analizando los efectos del entrenamiento de fuerza y pliometría sobre el efecto en las capacidades cambio de dirección, salto vertical y salto lateral en jugadores senior de balonmano. Para dicho fin, se escogieron el *test* del *t-test* modificado, el *Drop Jump* (40cm), y el *side hop test* de Gustavsson (2005). A lo largo de la intervención no ocurrieron lesiones del tren inferior, extremidad a la cual se oriento la intervención. Los resultados estadísticos se realizaron con los 28 sujetos participantes, aunque se realizó también un análisis individual y de grupos separados por género (15 hombres y 13 mujeres). Tras la realización de la prueba estadística *t* de *Student's*, se obtuvo que únicamente el *t-test* modificado obtuvo resultados significativos ($p = 0.003$), con un efecto moderado (*cohen's d* 0.616). En el resto de las pruebas se obtuvieron mejoras, pero no de manera significativa. Se concluyó que el entrenamiento de fuerza y pliometría podrían tener efectos beneficiosos en el cambio de dirección, aunque también se obtiene beneficios en las otras capacidades.

Keywords: balonmano, batería test, lesiones, fuerza, pliometría

ABSTRACT:

In this study, a battery of pre- and post-intervention tests was performed, analyzing the effects of strength training and plyometrics on change of direction, vertical jump, and lateral jump in senior handball players. For this purpose, the modified *t-test*, Drop Jump (40cm), and Gustavsson's (2005) side hop test were chosen. Throughout the intervention, no injuries in the lower extremity occurred, the extremity to which the intervention was directed. The statistical results were carried out with the 28 participating subjects, although an individual analysis and groups separated by gender (15 men and 13 women) were also carried out. After performing the Student's statistical *t-test*, it was found that only the modified *t-test* obtained significant results ($p = 0.003$), with a moderate effect (*cohen's d* 0.616). In the rest of the tests improvements were obtained, but not significantly. It was concluded that strength training and plyometrics training could have beneficial effects on change of direction, although benefits are also obtained in other capacities.

Keywords: handball, test battery, injuries, strength, plyometrics

ÍNDICE

INTRODUCCION.....	4
METODOLOGIA.....	9
RESULTADOS	13
DISCUSION.....	18
CONCLUSIONES	20
FUTURAS INVESTIGACIONES	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22

INTRODUCCION

El Balonmano

Según el reglamento de 2016 por la real federación española de balonmano (RFEBM)¹, el balonmano es un deporte de equipo en el que juegan 7 jugadores por equipo (6 jugadores de campo y 1 portero) en un espacio de 40x20 metros durante 60 minutos, dividido en 2 partes de 30 minutos con una pausa que puede variar entre 10 y 15 minutos en función de la competición. Existe la posibilidad de pedir tres tiempos muertos por partido con un máximo de 2 por parte de 1 minuto y se para el reloj cada vez que haya una consulta entre árbitros, se pida tiempo muerto de equipo o halla una sanción de 2 minutos. El objetivo del juego consiste en marcar más goles que el equipo rival, para lo que hay que meter el balón dentro de la portería rival. Existe una línea continua a 6 metros de la portería, la cual delimita el espacio en el que sólo el portero puede estar. Teniendo estas normas en cuenta, que pueden verse en el cuaderno de reglas de juego de la RFEBM¹, se podría llegar a las siguientes conclusiones: el balonmano es un deporte de equipo en el que el juego es discontinuo.

El hecho de que sea un juego de oposición y colaboración más el objetivo del juego, produce que se den muchas acciones de alta intensidad tales como lanzamientos, saltos, esprints y cambios de dirección. Estudios de análisis de acciones por partido como el de Karcher y Buchheit ²(2014) o el de Povoas et al. ³(2014) pueden aportar información detallada al respecto. Estas acciones deberán tenerse muy en cuenta en la preparación física ya que una poca y/o mala preparación física puede llevarnos a correr un alto riesgo de lesión.

Incidencia de lesiones

Como en cualquier deporte, existe el riesgo de que ocurran lesiones en el transcurso del juego, ya sea en competición o en entrenamientos. Por ello, el análisis de las lesiones más predominantes en el balonmano podría ser efectivo en la labor de prevención, para así poder disminuir el índice lesional.

Existen diversos estudios que investigaban sobre la incidencia lesional del deporte, la mayoría de ellos observacionales. Algunos de estos estudios observan los partidos de una liga o competición y van apuntando las lesiones que van ocurriendo durante su transcurso, como lo es el estudio de Rafnsson et al.⁴, en el cual analizan el patrón lesivo en jugadores de la liga islandesa. Por otro lado, existen estudios como el de Monaco et al.⁵, en el cual se llevó un diario de las lesiones que ocurrieron a lo largo de la temporada de los diferentes equipos.

Analizando el estudio realizado por Langevoort et al. ⁶ (véase tabla 1), en el que se realizó un diagnóstico de las lesiones ocurridos durante 6 torneos internacionales, observaron que las lesiones predominantes ocurren con mayor frecuencia en el tren inferior y, de entre ellas, los esguinces, seguidos de las lesiones musculares, fueron las que mayor ocurrencia tuvieron. Cabe señalar que en dicho estudio no se especificó sobre que articulación o musculo específico ocurre la lesión. También añadir, la contusión, o golpe, está catalogado como lesión, pero al ser lesiones debidas a impactos y no por una excesiva distensión, excesivo giro o cualquier otro tipo de mecanismo interno, no se tomaron en cuenta para este estudio.

Tabla 1. Diagnóstico de lesiones

Location and type	Number of injuries(total)	Without absence	With absence
Head/neck	124(26%)		21(18%)
Concussion	12	6	6
Fracture	3	0	3
Sprain	1	1	0
Strain	4	0*	3*
Contusion	75	62*	6*
Laceration	13	10*	1*
Others	13	10*	2*
Not specified	3	0*	0*
Trunk	68(14%)		13(11%)
Fracture	2	0	2
Strain	3	1*	1*
Contusion	52	32*	7*
Laceration	1	0*	0*
Others	8	5	3
Not specified	2	1*	0*
Upper extremity	85(18%)		23(19%)
Fracture	1	0	1
Rupture of ligament	6	3	3
Dislocation	6	0*	4*
Strain/muscle rupture	4	1*	1*
Sprain	22	15*	1*
Contusion	40	24*	11*
Laceration	1	1	0
Others	2	2	0
Not specified	3	0*	2*
Lower extremity	197(42%)		62(52%)
Rupture of ligament	15	2*	12*
Rupture of tendon	1	0	1
Lesión of meniscus	2	1	1
Dislocation	3	0	3
Strain/muscle Rupture	21	10*	8*
Sprain	50	23*	17*
Contusion	88	58*	19*
Tendonitis	3	1*	1*
Laceration	3	3	0
Others	7	5*	0*
Not specified	4	0*	0*
Unclear	4(1%)		0
Sprain	1	0*	0*
Contusion	2	1*	0*
Laceration	1	0*	0*

Nota. *Falta información en al menos una lesión. Adaptado de ⁶Handball injuries during major international tournaments, por Langevoort et al., 2007, Scand J med Sci Sports, 16, p. 404. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2006.00587.x

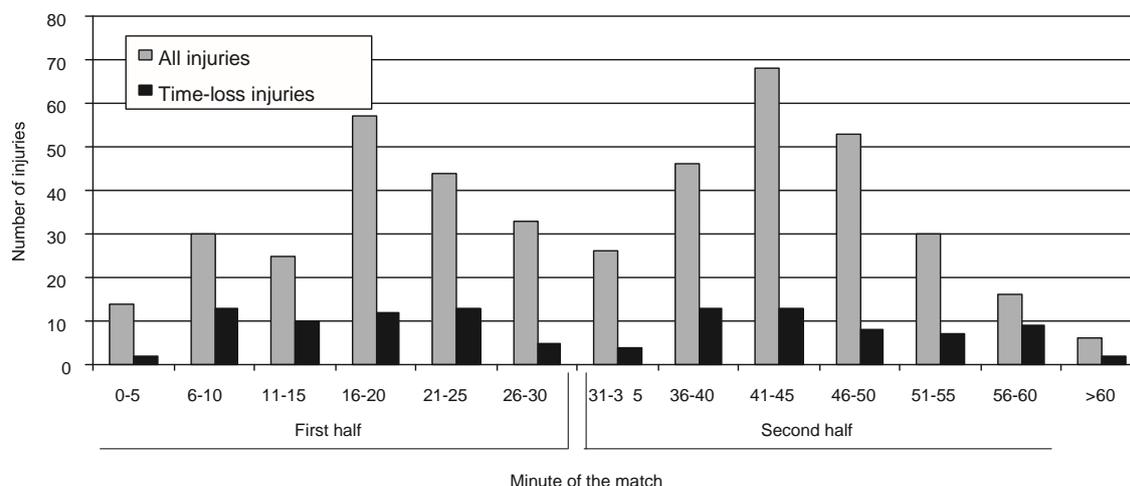
Otro ejemplo de incidencia lesional en balonmano es el de Mónaco et al.⁵, en el que se realizó un diagnóstico que si separa entre articulación o musculatura específica y tipología de la lesión. En él, coincidieron en que, al igual que en el estudio de Langevoort et al.⁶, las lesiones predominantes ocurrían en el tren inferior, siendo las lesiones de esguince (27'3%) y las

musculares (20'5%) las más típicas, y las zonas afectadas el tobillo (18'1%), rodilla (15'3%) y muslo (12'9%), por orden de magnitud.

Es remarcable el hecho de que el tronco es una zona en la que ocurren bastantes lesiones, 14% según el estudio de Langevoort et al⁶. Esto podría deberse a la cantidad de rotaciones que se realizan a lo largo del encuentro y a la descompensación provocada del sobreuso de la misma extremidad para realizar las distintas acciones del juego.

Por último, sobre la incidencia lesional del balonmano, como se indica también en el estudio de Langevoort et al.⁶, por la naturaleza del juego de balonmano, la cual afecta metabólicamente a los deportistas, se indicó en que minutaje ocurrían las lesiones (véase figura 1). En dicha figura se indica y es observable, que el número de lesiones aumenta según avanza el encuentro, siendo mayor el número en la segunda parte respecto a la primera. También indicar, que en la primera parte el mayor número de lesiones ocurren pasada la mitad del encuentro. Podría entenderse que es cuando la fatiga comienza a aparecer y la intensidad del juego se mantiene. En la segunda parte, después del descanso y en los minutos posteriores, la incidencia lesional es la más alta. Podría deberse a que en el descanso no se haya podido realizar una recuperación completa de la fatiga, o, que el cuerpo haya perdido temperatura y no esté listo para competir a la misma intensidad.

Figura 1. Número de lesiones en relación con el tiempo de partido



Nota. Adaptado de ⁶Handball injuries during major international tournaments, por Langevoort et al., 2007, Scand J med Sci Sports, 16, p. 404. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2006.00587.x

Necesidades físicas

Es importante para la realización de un programa de prevención de lesiones conocer las demandas físicas del deporte en cuestión. En este caso, en el balonmano, realizando una revisión bibliográfica, se obtuvo información sobre los datos más relevantes en relación con las necesidades físicas y fisiológicas. De esta manera, es más fácilmente ajustable el volumen, la carga y la intensidad de los entrenamientos a las demandas de la competición.

En un estudio realizado por Karcher y Buchheit², se indicaron una serie de datos con relación a los acontecimientos que ocurrían en el transcurso de un partido. Los datos más relevantes encontrados fueron:

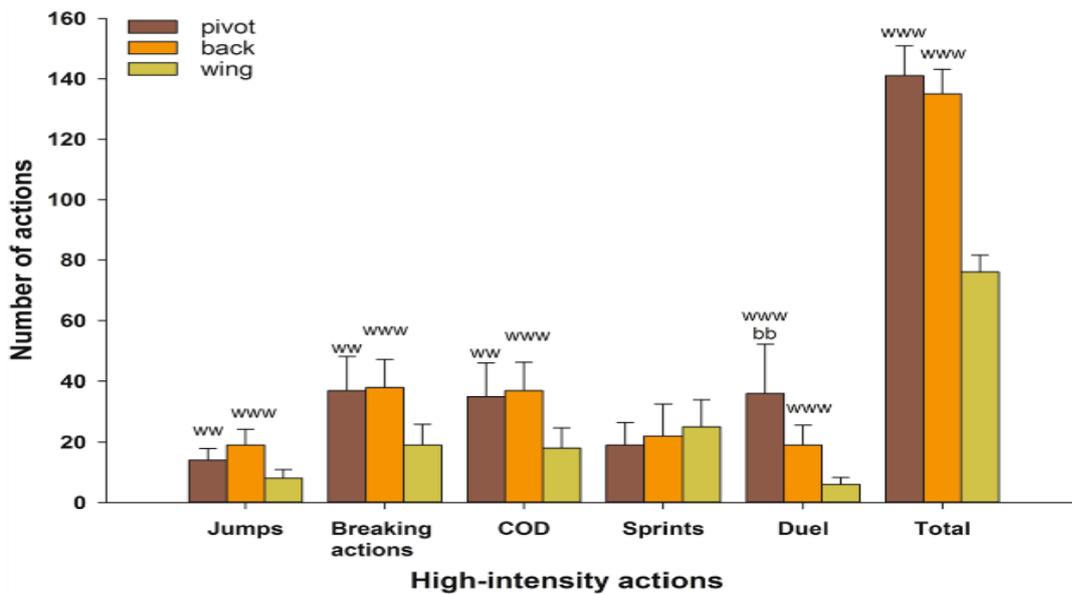
- El número de posesiones por equipo puede estar entre 50 y 60, aunque este número podría variar dependiendo la competición y el modelo de juego.
- El tiempo medio de alternancia ataque-defensa oscilaba de media entre 22 y 36 segundos. Aquí hay que tener en cuenta que existen una gran cantidad de contraataques, catalogados entre contraataques (≤ 5 segundos) y contraataques prolongados (5-10 segundos). Los otros ataques estarían clasificados como ataques prolongados, con una duración de hasta mayor a 50 segundos.
- Un 25% de las jugadas, aproximadamente, eran contrataques. Los cuales eran determinantes a la hora de decidir el resultado del partido.
- En relación con otros deportes, la distancia recorrida por minuto era, aproximadamente, de entre 50 y 90 metros. Comparados con el baloncesto y el fútbol, los cuales pueden llegar a recorrer más de 100 metros por minuto, es una distancia menor.

En ese mismo estudio, también se analizó el número de acciones de alta intensidad que se realizaban a lo largo del partido y por posición, las cuales llegan alrededor de las 140 en total (véase figura 2). Aun así, debe tenerse otros parámetros en consideración, como en un estudio realizado por Manchado et al⁷, en el que se analizan las intensidades a las que se desplazan a lo largo del partido, se indicó que la mayor parte del tiempo la pasan entre trotando, en el estudio entendido como una velocidad entre 2 y 3.9 m/s (jogging) y corriendo, 4-5.4m/s (running). Por ello, podría entenderse que no sólo ocurren acciones de alta intensidad.

Atendiendo al estudio de Povoas, et al.³, el cual analizaba los tiempos entre acciones de alta intensidad, indicó que alrededor del 60 % de los periodos de descanso era superior a los 90 segundos, y que entre el 15 y 20% eran inferiores a 30 segundos. Teniendo en cuenta esos datos, el estudio concluye que en la mayoría de los casos el descanso es o debiera ser suficiente para que la fosfocreatina (PCr) se sintetice (si tenemos en cuenta que se recupera al 50 y 100% a los 20 y 90 segundos, respectivamente). De todos modos, habría que tener en cuenta que durante ese tiempo no se está completamente parado, e incluso podría ser que el juego requiriera que se realicen más de una acción de alta intensidad en un periodo muy breve de tiempo, lo que hace que la fatiga se acumule.

Para contrastar esta información, existe un estudio realizado por Karcher y Buchheit², en el que se indica que el 60% de esprints estaba separado por 90 segundos, un 10% entre 60-90 segundos, otro 10% entre 31-60 segundos, y el último 20% únicamente por menos de 30s. No obstante, teniendo en cuenta las secuencias de carrera a alta intensidad, el porcentaje era de 30% para más de 90s, 10% para 61-90s, 20% entre 31-60s y 30% entre 0-30s. Esto indica que, efectivamente, el balonmano es un deporte complejo, en el que ocurren distintas acciones a diferentes intensidades en el transcurso del mismo partido, y, aunque entre acciones parecidas podamos definir un periodo de descanso, en ese tiempo se deben realizar una serie de acciones las cuales impiden una buena recuperación entre acciones de alta intensidad.

Figura 2. Acciones de alta intensidad según las posiciones de juego en un partido de balonmano



Nota. Adaptado de Karcher y buchheit, on court demands of elite handball, with special reference to playing positions. Numero de de acciones de alta intensidad en referencia a la posición de juego (medias de grupo \pm desviación estándar). La magnitud de las diferencias estandarizadas (effect size) entre los diferentes grupos está indicada por el número de símbolos: un símbolo para diferencia moderada, dos para grande, tres para muy grande, b para diferencia sustancial contra backs, w contra wings, COD cambios de dirección.

Por todo ello, el objetivo de este estudio fue el de tratar de realizar un pre- y post- *test* de una batería de *tests*, tras llevar a cabo una serie de ejercicios preventivos durante un periodo de tiempo. El objetivo de esta intervención fue, primeramente, valorar las capacidades físicas que se requieren en el balonmano, como lo son la velocidad, el cambio de dirección y el salto vertical y lateral. Segundo, mejorar dichas capacidades a través de un entrenamiento de fuerza y pliometría. Finalmente, valorar si ello puede repercutir positivamente en la prevención de lesiones en el tren inferior.

METODOLOGIA

Para poder valorar el efecto que tiene el entrenamiento de fuerza en el balonmano, se realizó un estudio experimental longitudinal, con un grupo de jugadores de balonmano de categoría senior. Para este estudio se realizó un método similar al estudio de Carvalho et al.⁸, en el que se realiza una batería de pruebas pre y post a la intervención de un programa de fuerza, y se analizan los resultados.

La duración de este estudio fue de 6 semanas. Al mismo tiempo, debido a la muestra existente para este estudio, se dividió a los sujetos en dos grupos, por género. De esta manera, también se realizó una comparativa entre la evolución de ambos géneros. Ya existen estudios que comparan cuantitativa y cualitativamente la diferencia entre ambos géneros, como lo es el de Gromeier et al.⁹, en el que analizan el lanzamiento, pero en este caso, únicamente se evaluó los niveles de fuerza mediante las pruebas propuestas.

Este estudio estuvo enfocado en la extremidad inferior. Teniendo en cuenta la mayor incidencia lesional de este deporte en esta zona del corporal, el estudio se basó en la valoración de aquellas capacidades que se necesitan con el tren inferior, como lo son el salto y la velocidad. Por ello, para mejorar dichas capacidades se realizó un trabajo de la musculatura implicada, cómo lo es el glúteo, cuádriceps e isquiotibiales, acompañado de un trabajo de velocidad y pliométrico.

Por tanto, atendiendo a la incidencia lesional, el factor de lesión y el mecanismo lesional, priorizaremos el trabajo del gesto técnico del salto (sobre todo por la incidencia en el aterrizaje) ya sea vertical o en desplazamiento adelante, diagonal o lateral, y el cambio de dirección entre 0-360°. Además, se valoró la opción incluir el contacto en los ejercicios para trabajarlos de manera más específica.

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Los sujetos empleados para el estudio participaban en categorías senior. La muestra para este estudio se comprendía de un total de 28 sujetos, con edad media de 23 años, con una desviación estándar de $\pm 4,421$, con un mínimo de 19 y un máximo de 35. Del total de sujetos, 13 fueron del género femenino y 15 del masculino.

Los sujetos realizaban 3 sesiones de entrenamiento por semana, en uno de los cuales realizaban los ejercicios planteados para el estudio, además del entrenamiento específico de balonmano guiado por el entrenador. Además de ello, cada fin de semana jugaban un partido de liga.

TESTS UTILIZADOS

Para relacionar los valores de fuerza y la incidencia lesional de una manera más específica al deporte, se utilizó la capacidad de salto vertical y lateral, y la velocidad, como factores de rendimiento. Para valorar estas capacidades existen diferentes *test* validados por diferentes autores, como pueden ser de entre los de salto vertical el CMJ o el *drop jump*, en velocidad el t-test o el 505 de entre los de cambio de dirección, y velocidad lineal como puede ser un sprint de 50 metros. De entre los de salto lateral podemos encontrar, el *test* de salto lateral, el *side hop test* o el triple salto con cambio de dirección, este último en dirección frontal.

De entre todos ellos se escogieron los que se consideraron los más específicos del deporte en cuestión, y de aquellos en los que la valoración de la capacidad de expresión de

fuerza del tren inferior se hiciera en distintos planos de movimiento. Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, los *tests* utilizados fueron los siguientes:

T-test modificado: El *t-test* modificado es un *test* de velocidad y cambio de dirección. El objetivo es recorrer una T, saliendo hacia delante, girando a la derecha, después media vuelta hasta el otro cono, vuelta, giro a la izquierda y terminar donde se comenzó. En el *test* original la distancia es de 10 metros, pero en el balonmano al ser las distancias menores, el modificado, que es una distancia de 5 metros entre conos, es más adecuado. Esto queda explicado en un estudio realizado por Sassi et al.¹⁰, en el que explica que el original, que recorre una distancia total de 40 metros, es demasiado para los deportes de pista en los que los sprints son menores de longitud y de menor duración. Este *test* sirvió para valorar el cambio de dirección.

Drop jump: El *drop jump* es un *test* que consiste en dejarse caer desde una altura de aproximadamente 30 cm y después saltar lo más alto posible. No se ha encontrado un artículo en el que se recomiende una altura en específico, por lo que nosotros usaremos un cajón de 40 cm de altura. Utilizamos este *test*, ya que en un estudio realizado por Soto et al.¹¹, en el cual se valoraba mediante el *drop jump* y otros *test* de salto y velocidad, los resultados de una intervención de entrenamiento con autocargas y de pliometría. En él, los resultados el salto vertical sí fueron significativos.

Side hop test: Existen gran cantidad de *test* de saltos laterales. En este estudio, se utilizó el propuesto por Gustavsson¹², modificado del de Itoh¹³, en el que se debe saltar a una pierna una distancia de 40cm durante 30 segundos. Se contarán las veces saltadas y se le restarán los fallos, aquellos saltos en el que se pisa o no se llega a la distancia marcada. En el protocolo si se falla más de un 25% de los saltos se hace repetir la prueba. El objetivo es hacer el máximo número de saltos buenos posibles. Este *test* nos serviría para valorar la diferencia entre ambas piernas, tanto en la fuerza, la precisión y la fatiga, debido a el tiempo de la prueba.

Con estos 3 *tests*, valoraremos el efecto que ha tenido el entrenamiento de fuerza y pliometría planteado en la capacidad de aplicar esa fuerza en la expresión de velocidad con cambio de dirección y en el salto vertical y lateral, este último con componente aeróbico.

MATERIAL

Para la toma de datos de los *tests*, se hizo uso de tecnología Chronojump (Chronojump Bosco System, Barcelona, Spain) con la plataforma de contacto para el *drop jump*, y mediante el uso de fotocélulas para la prueba de velocidad con cambio de dirección. El sistema chronojump esta validado científicamente como se demuestra en el artículo de Blas et al.¹⁴(2012). Además del propio sistema, en la página oficial de chronojump, nos ofrece una lista de artículos en los que se utiliza dicho material y los mismos *tests* para otros estudios con fines similares a este, como lo es el utilizado por Falces-Prieto et al.¹⁵.

Para la toma de datos de los saltos laterales, entre dos personas contaban el número de saltos y los saltos erróneos, considerándose como erróneos aquellos que no superaban completamente la línea que marcaba los 40cm.

PROCEDIMIENTOS

El estudio fue longitudinal. En las sesiones de realización de las pruebas, se preparaba con anterioridad la zona del side hop test, el drop jump con la plataforma de contacto y el cajón, y las fotocélulas con las marcas para el t-test modificado. Tras un calentamiento de 10 minutos y un descanso de 5 minutos, en el que se explicaba el procedimiento de las pruebas, se comenzaban los tests con el drop jump, seguido del t-test modificado y finalizando con el de salto lateral. Entre cada prueba se dejaba un margen de 2 minutos de recuperación, y entre el de salto lateral, al tener que ejecutarlo con ambas piernas, se dejaba también 2 minutos de descanso entre ambas.

Entre ambas sesiones de medición, una vez por semana previo al entrenamiento realizaban las sesiones que se les entregó.

ESTADÍSTICA

Una vez retirados los datos de el pre y el post test, se procedió a analizarlos. Para dicho análisis, se redactaron los datos individuales de cada sujeto por cada una de las pruebas y los parámetros medidos: tiempo del t-test modificado, tiempo de contacto del *drop jump* y altura alcanzada (obtenida mediante las fórmulas de chronojump), el número de saltos totales, errados y el porcentaje de positivos por cada pierna del *side hop test*. Todos ellos se organizaron de tal manera que se obtuviera con los resultados obtenidos antes de la intervención, y aparte los de la toma post intervención.

Para el cálculo estadístico de significatividad, se utilizó el software del programa "JASP". Con dicho programa se realizó un análisis conjunto de todos los datos, uniendo los resultados de ambos géneros. De esa manera se obtuvo una tabla descriptiva en la que se indican las medias de cada prueba, de la primera y segunda vez, la desviación estándar con su margen de error, y el coeficiente de variación.

Después de ello, con el mismo programa, se realizó un test de normalidad, concretamente el de Saphiro-Wilk. Teniendo en cuenta los resultados de normalidad obtenidos, se realizó seguidamente un t-test estadístico de muestras pareadas paramétrico, el de Student. Con él se obtuvieron los datos de significatividad para un $p.value < 0.05$. Se obtuvo también la diferencia de medias y la d de cohen para medir el tamaño del efecto.

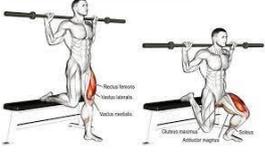
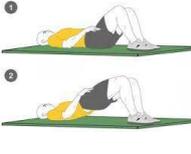
Para ayudar a comprender el análisis estadístico, se han adjuntado en los apéndices gráficos que enseñan la evolución de las pruebas en los sujetos separados por género.

PROGRAMA DE EJERCICIOS

Se realizaron 6 semanas de intervención. A partir de un estudio de Schoenfeld et al.¹⁶, en el que se compara entrenamiento con cargas altas y bajas de 8 semanas y los efectos en la subida de la carga, se estima que 6 semanas son suficientes para conseguir adaptaciones y poder ver cambios significativos en el post test.

Respecto a los ejercicios, además de la rutina hipertrófica y entrenamiento dirigido que realizaban los jugadores y jugadoras, se añadieron un ejercicio de cuádriceps, uno de isquiotibial, uno de glúteo y un ejercicio pliométrico. De cada tipo, se escogieron 2 ejercicios, ya que no se evaluaban concretamente los ejercicios y de esa manera se ofrecía variabilidad de estímulo. Una vez por semana ejecutaban cada ejercicio 2 veces (véase la figura 3).

Figura 3. Rutina de ejercicios

<p><i>Front squat</i></p>	<p>Puente de glúteo unilateral</p>	<p><i>Monster walk</i></p>	<p>Zancada alterna con salto</p>
			
<p>Búlgara</p>	<p><i>Rumanian deadlift</i></p>	<p>Puente de glúteo</p>	<p>Salto de valla con rebote</p>
			

Nota. Elaboración propia. La primera fila corresponde a los ejercicios de la semana 1, 3 y 5. La segunda fila de ejercicios corresponde a la semana 2, 4 y 6.

RESULTADOS

Previo a comenzar el análisis, cabe indicar que de los sujetos que comenzaron el estudio, o que aceptaron participar en él, fueron baja por no tener marcas en alguno de los *tests* en la primera o segunda toma, no tener ninguno de ellos, o haber abandonado el club en el proceso de realización del estudio. No hubo lesiones que causaran baja del estudio. En el club participante se contaban con 66 sujetos que participaban en categorías regionales los cuales podían participar en el estudio. De todos ellos 54 firmaron la hoja de consentimiento, y de ellos 28 realizaron todos los test y realizaron el proceso de entrenamiento completo (ver figura 4).

Figura 4. Diagrama de flujo



Nota. Elaboración propia.

Tras realizar el proceso de intervención de 6 semanas, se realizaron nuevamente los *tests* iniciales y se registraron los datos con las mismas herramientas que en la toma de datos inicial. Mediante la herramienta de Excel, se ordenaron los datos que se exportaron desde Chronojump, y se introdujeron los de los saltos laterales. En las tablas 2 y 3 se pueden ver los datos extraídos de todos los participantes.

Con estos datos se abordó el programa JASP para realizar las pruebas estadísticas. Se realizó un t-test estadístico para muestras pareadas y un análisis descriptivo. En análisis descriptivo puede verse en la tabla 4. Después se analizaron todos los datos con el t-test y los resultados pueden verse en la tabla 5.

Tabla 2. Valores de los tests, primera vez.

CODIGO	T-TEST	DROP JUMP		SIDE HOP TEST GUSTAVSSON					
	T(s)	Tc	ALT	Dch TT	Dch ER	%Dch	Izd TT	Izd ER	%Izd
1F	7,927	0,152	27,902	53	7	87%	56	4	93%
2F	8,434	0,295	28,375	46	3	93%	45	8	82%
3F	8,88	0,257	30,734	53	13	75%	26	6	77%
4F	7,574	0,299	28,078	54	3	94%	52	0	100%
5F	7,729	0,465	21,187	40	7	83%	43	8	81%
6F	7,157	0,232	25,557	64	4	94%	63	10	84%
7F	7,791	0,372	32,017	47	10	79%	55	5	91%
8F	8,177	0,201	24,545	52	8	85%	47	8	83%
9F	7,888	0,249	23,914	60	16	73%	61	21	66%
10F	7,293	0,333	37,353	62	4	94%	56	4	93%
11F	7,699	0,206	15,925	54	6	89%	55	4	93%
12F	8,31	0,314	24,605	49	18	63%	50	8	84%
13F	7,039	0,182	30,527	66	10	85%	70	4	94%
1M	6,839	0,16	44,481	53	0	100%	60	1	98%
2M	7,633	0,165	35,301	68	2	97%	67	7	90%
3M	7,515	0,192	22,412	40	13	68%	76	12	84%
4M	6,883	0,144	34,631	63	0	100%	62	0	100%
5M	7,129	0,212	35,629	65	6	91%	55	4	93%
6M	6,366	0,174	39,354	68	3	96%	72	8	89%
7M	7,425	0,29	50,593	67	9	87%	57	5	91%
8M	7,026	0,286	49,083	56	8	86%	65	8	88%
9M	6,335	0,217	38,151	60	0	100%	51	0	100%
10M	7,407	0,207	48,397	56	5	91%	52	1	98%
11M	7,405	0,344	34,612	66	2	97%	62	3	95%
12M	7,196	0,297	40,261	61	4	93%	64	5	92%
13M	6,945	0,356	39,511	42	5	88%	45	1	98%
14M	8,031	0,261	31,084	62	3	95%	67	8	88%
15M	6,808	0,242	38,045	67	0	100%	66	1	98%

Nota. Elaboración propia. F: Femenino. M: Masculino. T(s): Tiempo en segundos. Dch: Derecha. Izd: izquierda. TT: saltos totales. ER: saltos errados. ALT: altura. Tc: tiempo de contacto. Los valores de altura están dados en centímetros. Los valores de tiempo de contacto están dados en segundos.

Como se puede observar en el t-test estadístico, el único test que se obtuvieron resultados significativos ($p. value < 0.05$) fue el T-test modificado de cambio de dirección, con una d de cohen de 0.6, lo que hace un efecto moderado. El *side hop test*, ya que tiene dos parámetros, aunque se mejora en la precisión significativamente, no lo hace así en el número de saltos. El *drop jump* no obtuvo resultados significativos.

Tabla 3. Valores de los tests, segunda vez.

CODIGO	T-TEST 2º	DROP JUMP 2º			SIDE HOP TEST GUSTAVSSON 2º				
	T(s)	Tc	ALT	DCH TT	DCH ER	%Dch	IZD TT	IZD ER	%Izd
1F	7,72	0,153	26,151	60	0	100%	52	2	96%
2F	8,871	0,254	28,439	52	2	96%	41	4	90%
3F	6,848	0,296	34,458	51	8	84%	24	6	75%
4F	7,682	0,322	32,516	50	2	96%	51	0	100%
5F	7,711	0,376	21,254	41	0	100%	35	0	100%
6F	7,219	0,183	25,965	59	4	93%	61	7	89%
7F	7,235	0,339	31,547	50	2	96%	57	1	98%
8F	7,796	0,261	20,751	55	3	95%	55	6	89%
9F	7,421	0,244	22,103	58	12	79%	60	16	73%
10F	7,483	0,293	19,992	62	2	97%	55	3	95%
11F	7,39	0,218	18,82	56	1	98%	54	0	100%
12F	7,851	0,212	22,866	62	10	84%	58	10	83%
13F	6,833	0,188	34,404	64	9	86%	69	0	100%
1M	7,383	0,272	44,851	41	0	100%	53	0	100%
2M	6,939	0,214	30,045	70	12	83%	68	18	74%
3M	7,244	0,196	22,731	41	4	90%	61	4	93%
4M	6,643	0,223	36,582	55	0	100%	54	0	100%
5M	6,68	0,199	38,28	56	0	100%	54	1	98%
6M	6,163	0,303	42,224	57	4	93%	65	2	97%
7M	6,698	0,223	35,988	59	4	93%	58	0	100%
8M	6,92	0,203	39,67	54	0	100%	58	0	100%
9M	6,419	0,215	32,215	60	1	98%	49	0	100%
10M	7,268	0,215	41,222	48	0	100%	56	1	98%
11M	6,931	0,195	36,388	66	1	98%	64	2	97%
12M	6,864	0,222	39,039	60	5	92%	59	2	97%
13M	6,638	0,244	36,767	58	3	95%	53	2	96%
14M	7,578	0,274	29,03	57	0	100%	50	6	88%
15M	6,532	0,183	51,773	70	0	100%	67	0	100%

Nota. Elaboración propia. F: Femenino. M: Masculino. T(s): Tiempo en segundos. Dch: Derecha. Izd: izquierda. TT: saltos totales. ER: saltos errados. ALT: altura. Tc: tiempo de contacto. Los valores de altura están dados en centímetros. Los valores de tiempo de contacto están dados en segundos.

Tabla 4. Tabla descriptiva

	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
T-TEST	28	7.459	0.601	0.114	0.081
T-TEST 2.	28	7.177	0.562	0.106	0.078
DJ Tc	28	0.254	0.077	0.015	0.304
DJ Tc 2.	28	0.240	0.053	0.010	0.221
DJ ALT	28	33.295	8.754	1.654	0.263
DJ ALT 2.	28	32.003	8.406	1.589	0.263
DCH TT	28	56.929	8.645	1.634	0.152

	N	Mean	SD	SE	Coefficient of variation
DCH TT_2	28	56.143	7.605	1.437	0.135
%Dch	28	0.887	0.097	0.018	0.110
%Dch_2	28	0.945	0.061	0.012	0.065
Izd TT	28	57.143	10.459	1.977	0.183
Izd TT_2	28	55.036	9.601	1.814	0.174
%Izd	28	0.901	0.079	0.015	0.088
%Izd_2	28	0.938	0.083	0.016	0.089

Nota. Elaboración propia. Los nombres de test con un 2 al final son las segundas tomas. N: número de datos. Mean: media. SD: desviación típica. SE: error estándar. Coefficient of variation: coeficiente de variación. Dch: Derecha. Izd: izquierda. TT: saltos totales. ER: saltos errados. ALT: altura. Tc: tiempo de contacto. Los valores de altura están dados en centímetros. Los valores de tiempo de contacto están dados en segundos.

Tabla 5. T. test estadístico

Toma 1	Toma 2	t	df	p	Mean Difference	SE Difference	Cohen's d	SE Cohen's d
T-TEST	- T-TEST 2.	3.257	27	0.003	0.281	0.086	0.616	0.162
DJ Tc	- DJ Tc 2.	1.092	27	0.284	0.014	0.013	0.206	0.185
DJ ALT	- DJ ALT 2.	1.138	27	0.265	1.293	1.136	0.215	0.134
DCH TT	- DCH TT_2	0.637	27	0.530	0.786	1.234	0.120	0.151
%dch	- %dch_2	-3.855	27	< .001	-0.058	0.015	-0.728	0.196
IZD TT	- IZD TT_2	1.871	27	0.072	2.107	1.126	0.354	0.115
%Izd	- %Izd_2	-3.198	27	0.004	-0.037	0.012	-0.604	0.154

Nota. Elaboración propia. P.value < 0.05 = resultado significativo. Df: grados de libertad. Mean difference, diferencia de medias. SE: error estándar. Cohen's d: d de Cohen.

Aunque la significancia de los datos se realizó con el grupo de los 28 participantes totales, también se analizó la evolución individual de cada sujeto. Para ello, además de las figuras 6 y 7, en los apéndices 1, 2, 3, 4, 5 y 6, están graficados todos los resultados, además, repartidos por grupos de género.

Además de ello, también se obtuvieron las medias de los *tests* por grupos de género. En el *t-test* modificado de cambio de dirección, la media de las chicas fue de 7,838s, y de 7,543s en la segunda toma. Además de ello se puede apreciar que 9 de los 13 sujetos mejoraron sus marcas. En los anexos 1 y 2 están graficados los datos, en el primero la media de ambas tomas junto a la de los chicos y en el segundo la evolución individual. En el caso de los chicos, en la primera toma la media fue de 7,13s y en la segunda de 6,83s. 13 de los 15 sujetos mejoraron sus marcas.

En el apéndice 3 se encuentran graficados los datos del *drop jump* femenino. La media del tiempo de contacto paso de ser de 0,274s en la primera toma a 0,257s en la segunda. Respecto a la altura, la primera media fue de 26,978cm, y la segunda de 26,097cm.

En el grupo masculino, apreciable en el apéndice 4, la media del tiempo de contacto primera fue de 0,236s, y en la segunda de 0,225s. Respecto a la altura, la primera fue de 38,77cm y la segunda de 37,12cm. En el anexo 4 se encuentran los datos graficados.

Respecto al *side hop test*, los datos se pueden ver graficados en el apéndice 5 para chicas y apéndice 6 para los chicos. En el grupo femenino la media de saltos de la primera toma de datos fue de 54 saltos para la pierna derecha, con un acierto del 84%, y de 52 saltos con un acierto del 86% como media para la pierna izquierda. En la segunda toma los valores fueron de 55 saltos con un 93% de acierto para la derecha, y de 52 con un 91% de acierto para la izquierda.

El grupo masculino, graficado en el apéndice 6, en la primera toma con la derecha tuvo 60 saltos al 93%, y en el segundo con la derecha 57 al 96% de acierto como media. Con la pierna izquierda tuvieron 61 saltos al 93%, y en la segunda toma 58 saltos al 96%.

DISCUSION

El objetivo de este TFM fue el de valorar mediante una batería de *tests*, la capacidad de cambio de dirección, el salto vertical y el salto lateral tras un proceso de entrenamiento de fuerza y pliometría de 6 semanas, al mismo tiempo que observar si ocurría algún tipo de lesión en el proceso. Se encontró que todas las pruebas mejoraron, pero lo hizo con significatividad ($p.value < 0.05$) y con efecto moderado (*cohen's d* 0.616) el *t-test modificado*.

Atendiendo a los resultados obtenidos en los *tests*, las medias de tiempo en velocidad, de capacidad reactiva (medido con el tiempo de contacto en *drop jump*) y porcentaje de acierto en el *side hop test* mejoraron. Ya en un estudio presentado por Nygaard et al. en 2022¹⁷, se analizaba con dos grupos femeninos jóvenes de balonmano, un grupo entrenando fuerza y el otro grupo pliometría, los efectos que tenían sobre el cambio de dirección. Obteniendo unos resultados de $p.value < 0.05$ en las modalidades de los últimos 10 metros y total de 20 metros de cambio de dirección, se concluyó en que entrenar fuerza era la manera más efectiva en la mejora del cambio de dirección, aunque el grupo de pliometría también mejoró. Además, en dicho estudio, los sujetos también mejoraron en otras capacidades relacionadas a la fuerza explosiva.

No obstante, otros estudios realizados en el ámbito del fútbol con mujeres, los cuales se recogían en la revisión sistemática y metaanálisis realizados por Pardos et al. en 2021¹⁸, obtuvieron efectos bajos y moderados en el cambio de dirección ($p=0.03$), salto vertical ($p=0.01$) y esprint lineal ($p=0.03$) a favor del grupo de entrenamiento pliométrico. Concluyeron, por tanto, en que la pliometría obtiene mejores resultados que la fuerza, aunque no aseguran que fuera la manera óptima. Es corroborable esta información también para el sexo masculino, pues en un estudio de Raedegard et al.¹⁹, en el que grupos de entrenamiento pliométrico y otro de fuerza, mejoran en las capacidades del cambio de dirección, siendo el de la pliometría el que lo hizo con mayor efecto.

Respecto a los demás parámetros, la altura máxima de salto y el número total de saltos disminuyeron. Además, no todos los sujetos mejoraron en todas sus marcas. Sólo uno de ellos mejoro en todas las marcas, el sujeto '15M'. Aun así, hay sujetos que mejoraron en más de un *test*, y todos los sujetos mejoraron en el menos un *test*, en alguno de sus parámetros.

En el *drop jump* ocurrió que se mejoró el tiempo de contacto, y eso puede afectar a la altura máxima alcanzada, ya que al reducir el tiempo de contacto se reduce el tiempo de aplicación de fuerza. Aun así, hay quienes mejoraron en ambos valores. En el *side hop test*, al ser un *test* que nunca habían realizado, y que incluye un componente aeróbico, al mejorarse la precisión de los saltos, el número de saltos podría haberse visto disminuido, debido a que, al buscar precisión, es posible que se redujera la velocidad de ejecución.

Existen estudios previos realizados en fuerza y pliometría en el que se valoraba la capacidad de salto después de realizar un entrenamiento pliométrico y de fuerza. Este estudio es el de Carvalho et al.²⁰, en el que las medias mejoraron, pero no obtuvieron resultados significativos. No obstante, en un estudio realizados por Falces-Prieto et al.²¹, en el que se relacionaba el entrenamiento de velocidad resistida y pliometría con la mejora del salto vertical y la velocidad, sí que obtuvo resultados significativos con el grupo entrenado (CMJ $p < 0.02$ en cadetes y $p < 0.01$ en juveniles).

Aún así, se puede observar que el hacer entrenamiento específico de pliometría y de fuerza, mejora la capacidad de velocidad y salto. De esa manera, en otro estudio planteado por Hammami et al. en 2021²², se dividía un grupo experimental y otro de control, en el que el experimental realizaba entrenamiento interválico de alta intensidad y pliométrico y el otro no. De esta manera, se obtuvo que los resultados en sprints de 5, 10, 20 y 30 metros, t-test modificado, Illinois, SJ, CMJ y RST, se mejoraba significativamente en todos ellos, mientras que el grupo control sólo lo hacía en algunos de los parámetros que se evaluaban y con menor diferencia de medias entre el pre y post test.

Finalmente, las marcas del grupo masculino respecto al femenino, en valores numéricos absolutos, fueron mejores. Eso puede deberse a que los hombres, en proporción, tienen mayor masa muscular que las mujeres, aunque en este estudio no se realizó ninguna prueba para comprobarlo. Aún así, existen estudios que si que analizan las diferencias entre las capacidades físicas entre hombres y mujeres, como lo es el llevado a cabo por Kozinc et al. en 2022²³, en el que analizaban el CMJ y *Squat Jump* entre chicos y chicas de diferentes disciplinas. Aparte de lo que quería estudiarse en el estudio, resultaba que los valores absolutos de los hombres eran mayores a los de las mujeres, en todas las disciplinas, dando a entender que los hombres tenían mayor capacidad de fuerza que las mujeres.

Aun así, existen estudios que comparen el lanzamiento de balonmano entre chicos y chicas, como lo es el de Gromeier et al.²⁴, en el que la forma del lanzamiento de balonmano no tiene diferencias significativas entre géneros, lo cual hace que la diferencia de fuerza pueda no tener efecto en el desempeño del balonmano.

CONCLUSIONES

Tras realizar toda la investigación del TFM, y haber analizado los datos, podríamos extraer las siguientes conclusiones.

Un programa de prevención es útil para prevenir lesiones pues no hubo. El entrenamiento continuado de la fuerza y la pliometría, junto al entrenamiento específico de balonmano, podrían afectar positivamente al rendimiento y a la capacidad física de los jugadores, lo cual prevendría al jugador de lesionarse.

Los jugadores/as mejoraron los valores de los tests al realizar un programa de fuerza y pliometría en el período de intervención, lo cual indirectamente influyó positivamente en la capacidad de velocidad y salto vertical y lateral.

Otra conclusión a la que llegamos es que los hombres tienen mayor capacidad física que las mujeres, aunque esto pueda no afectar al rendimiento. Aún así, ambos grupos se benefician de un entrenamiento de fuerza y pliometría.

Realizar ejercicio de fuerza y pliometría mejora la capacidad de velocidad y salto vertical y lateral, en mayor medida en la velocidad. La media de todos los test mejoró, y todos los sujetos mejoraron en al menos un *test*. Aun así, existen otros parámetros que pudieron haber ayudado los cuales no se tuvieron en cuenta, como lo es el entrenamiento específico.

Ya que existen estudios en los que se comparan el entrenamiento de fuerza frente al de pliometría, en los que no se llega a un consenso de cual es el óptimo en su relación con el cambio de dirección y el salto vertical, es difícil indicar cuales de los ejercicios planteados ha surtido mayor efecto, aunque la combinación de ambos sí que la tiene (*n* pequeña y tiempo de estudio)

Como conclusión final, el entrenamiento de fuerza y pliométrico tiene efectos positivos en la capacidad de velocidad y de salto de los sujetos. Además, durante el estudio no hubo lesiones, por lo que el entrenamiento continuado de fuerza y de pliometría podría tener efecto como factor ayudante en la prevención de lesiones.

FUTURAS INVESTIGACIONES

Como futuras investigaciones, cabría investigar el verdadero efecto del entrenamiento de fuerza, aumentando la duración de su intervención a una temporada y ampliando el número de veces que se deberían realizar los tests, para ver la evolución a lo largo de la temporada. Siguiendo la línea de Schoenfeld et al.¹⁶, se podría realizar también ejercicios con una alta carga y analizar cuál de los dos métodos de entrenamiento, cargas elevadas o cargas bajas, tiene mayor efecto en el salto y la velocidad.

Además, incluir en el estudio un complemento de medición antropométrica podría ser concluyente para deducir entre grupo masculino y femenino quien tiene y desarrolla mayores niveles de masa muscular, la cual puede ser factor importante a la hora de realizar los tests debido a su fuerza relativa y no máxima, por ejemplo.

Por último, incluir un diario en el que se anoten las lesiones que ocurren durante la temporada podría ayudar a definir las tareas a realizar para mayor prevención de dichas lesiones, atendiendo a los mecanismos lesivos de las mismas y poder valorar si los ejercicios propuestos realmente ayudan a prevenir las lesiones.

Además, se podría incluir video análisis de los *tests*, para así poder realizar un *screening test*. Con todo ello se podría ajustar de manera más eficaz un programa de prevención de lesiones en balonmano o en cualquier otro deporte.

BIBLIOGRAFÍA

1. REGLAS-2016-comp balonmano rfeb.m.
2. Karcher C, Buchheit M. On-Court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Medicine*. 2014;44(6):797-814. doi:10.1007/s40279-014-0164-z
3. A Po SC, M R Ascensa NA, Magalha J, et al. *PHYSIOLOGICAL DEMANDS OF ELITE TEAM HANDBALL WITH SPECIAL REFERENCE TO PLAYING POSITION*. www.nsga.com
4. Rafnsson ET, Valdimarsson Ö, Sveinsson T, Árnason Á. Injury Pattern in Icelandic Elite Male Handball Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2019;29(3):232-237. doi:10.1097/JSM.0000000000000499
5. Mónaco M, Gutiérrez Rincón JA, Montoro Ronsano JB, et al. Epidemiology of injuries in elite handball: Retrospective study in professional and academy handball team. *Apunts Medicina de l'Esport*. 2014;49(181):11-19. doi:10.1016/j.apunts.2013.06.002
6. Langevoort G, Myklebust G, Dvorak J, Junge A. Handball injuries during major international tournaments. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17(4):400-407. doi:10.1111/j.1600-0838.2006.00587.x
7. Manchado C, Martínez JT, Pueo B, et al. High-performance handball player's time-motion analysis by playing positions. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(18):1-15. doi:10.3390/ijerph17186768
8. Carvalho A, Mourão P, Abade E. Effects of strength training combined with specific plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: A case study. *J Hum Kinet*. 2014;41(1):125-132. doi:10.2478/hukin-2014-0040
9. Gromeier M, Koester D, Schack T. Gender differences in motor skills of the overarm throw. *Front Psychol*. 2017;8(FEB). doi:10.3389/fpsyg.2017.00212
10. Sassi RH, Dardouri W, Yahmed MH, Gmada N, Mahfoudhi ME, Gharbi Z. Relative and absolute reliability of a modified agility t-test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *J Strength Cond Res*. 2009;23(6):1644-1651. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b425d2
11. Soto García D, Díaz Cruz J, Javier Bautista I, Martínez Martín I, Martín M. *EFFECTOS DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON AUTOCARGAS Y PLIOMETRÍA SOBRE EL RENDIMIENTO FÍSICO EN BALONMANO: CATEGORÍA DE PRIMERA NACIONAL FEMENINA* Effects of a Strength Training Protocol with Self-Loading and Plyometry on Handball Physical Performance: First National Female Category OPEN ACCESS.
12. Gustavsson A, Neeter C, Thomeé P, et al. A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL

- reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2006;14(8):778-788. doi:10.1007/s00167-006-0045-6
13. Itoh H, Kurosaka M, Yoshiya S, Ichihashi N, Mizuno K. Evaluation of functional deficits determined by four different hop tests in patients with anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 1998;6(4):241-245. doi:10.1007/s001670050106
 14. De Blas X, Padullés JM, Del Amo JLL, Guerra-Balic M. Creación y validación de Chronojump-Boscosystem: un instrumento libre para la medición de saltos verticales. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 2012;8(30):334-356. doi:10.5232/ricyde2012.03004
 15. Falces-Prieto M, Raya-González J, Sáez de Villarreal E, Rodicio-Palma J, Iglesias-García FJ, González Fernández FT. Effects of combined plyometric and sled training on vertical jump and linear speed performance in young soccer players (Efectos de la combinación de entrenamiento pliométrico y de arrastres sobre el rendimiento en salto vertical y la velocidad lineal e. *Retos*. 2021;42:228-235. doi:10.47197/retos.v42i0.86423
 16. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Contreras B, et al. A comparison of increases in volume load over 8 weeks of low-versus high-load resistance training. *Asian J Sports Med*. 2016;7(2). doi:10.5812/asjms.29247
 17. Falch HN, Haugen ME, Kristiansen EL, van den Tillaar R. Effect of Strength vs. Plyometric Training upon Change of Direction Performance in Young Female Handball Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(11). doi:10.3390/ijerph19116946
 18. Pardos-Mainer E, Lozano D, Torrontegui-Duarte M, Cartón-Llorente A, Roso-Moliner A. Effects of strength vs. Plyometric training programs on vertical jumping, linear sprint and change of direction speed performance in female soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(2):1-20. doi:10.3390/ijerph18020401
 19. Rædergård HG, Falch HN, Tillaar R Van Den. Effects of Strength vs. Plyometric Training on Change of Direction Performance in Experienced Soccer Players. *Sports*. 2020;8(11). doi:10.3390/sports8110144
 20. Carvalho A, Mourão P, Abade E. Effects of strength training combined with specific plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: A case study. *J Hum Kinet*. 2014;41(1):125-132. doi:10.2478/hukin-2014-0040
 21. Falces-Prieto M, Raya-González J, Sáez de Villarreal E, Rodicio-Palma J, Iglesias-García FJ, González Fernández FT. Effects of combined plyometric and sled training on vertical jump and linear speed performance in young soccer players (Efectos de la combinación de entrenamiento pliométrico y de arrastres sobre el rendimiento en salto vertical y la velocidad lineal e. *Retos*. 2021;42:228-235. doi:10.47197/retos.v42i0.86423

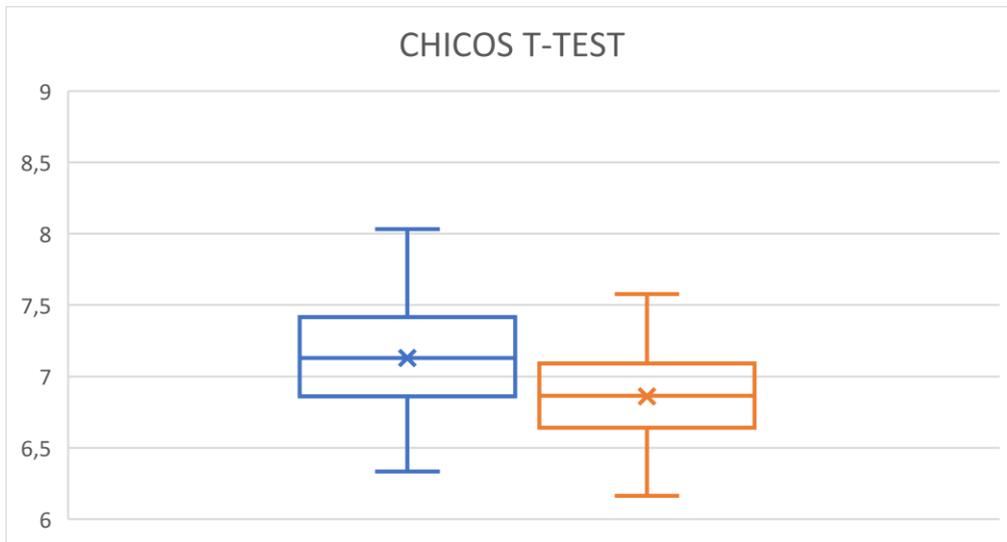
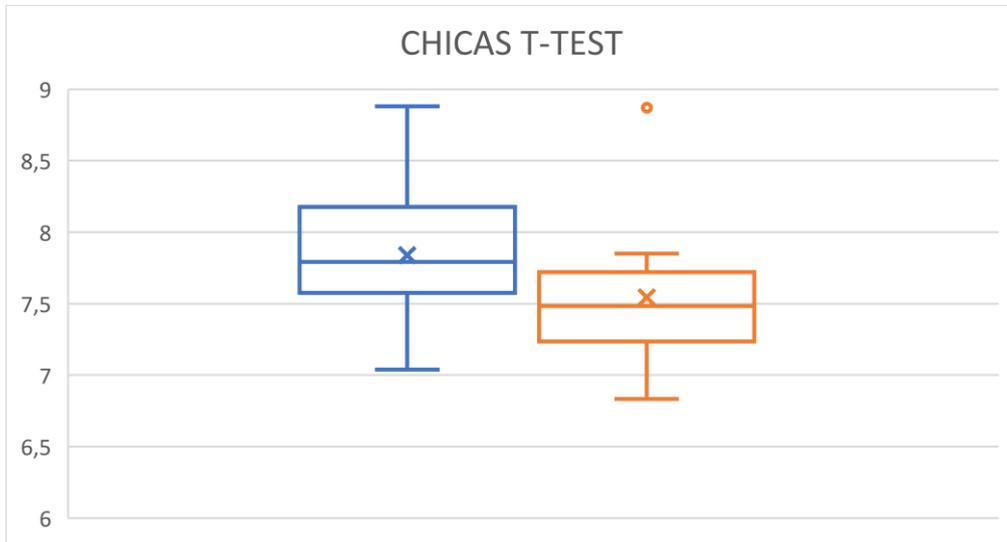
22. *Effects of High-Intensity Interval Training and Plyometric Exercise on the Physical Fitness of Junior Male Handball Players.*
23. Kozinc Ž, Žitnik J, Smajla D, Šarabon N. The difference between squat jump and countermovement jump in 770 male and female participants from different sports. *Eur J Sport Sci.* 2022;22(7):985-993. doi:10.1080/17461391.2021.1936654
24. Gromeier M, Koester D, Schack T. Gender differences in motor skills of the overarm throw. *Front Psychol.* 2017;8(FEB). doi:10.3389/fpsyg.2017.00212

APÉNDICES

APENDICE 1

Resultado global T-test 1º a 2º toma chicos y chicas

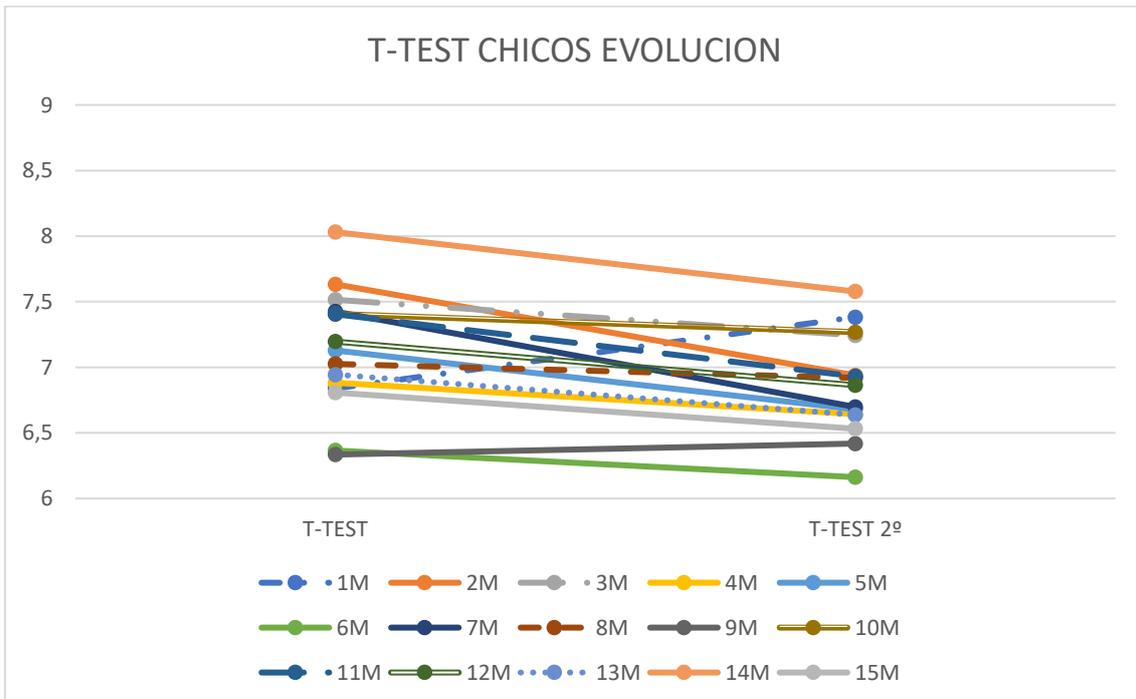
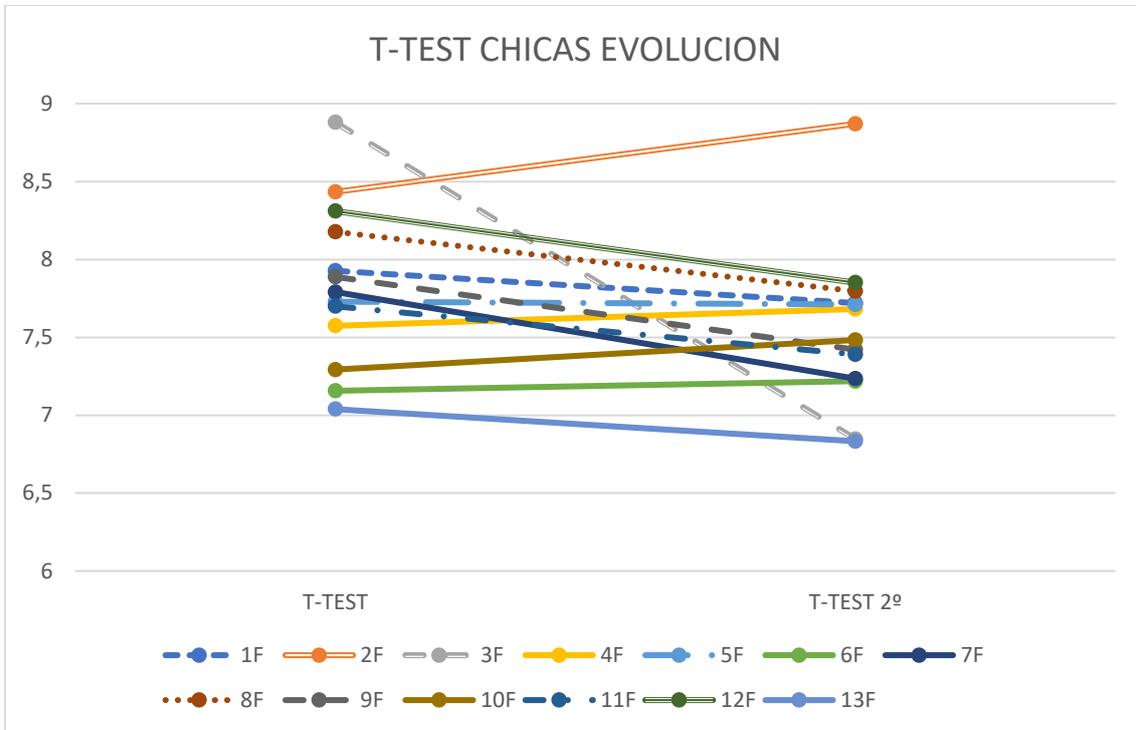
Nota. Tablas de elaboración propia.



APENDICE 2

Evolución individual 1º a 2º toma chicos y chicas

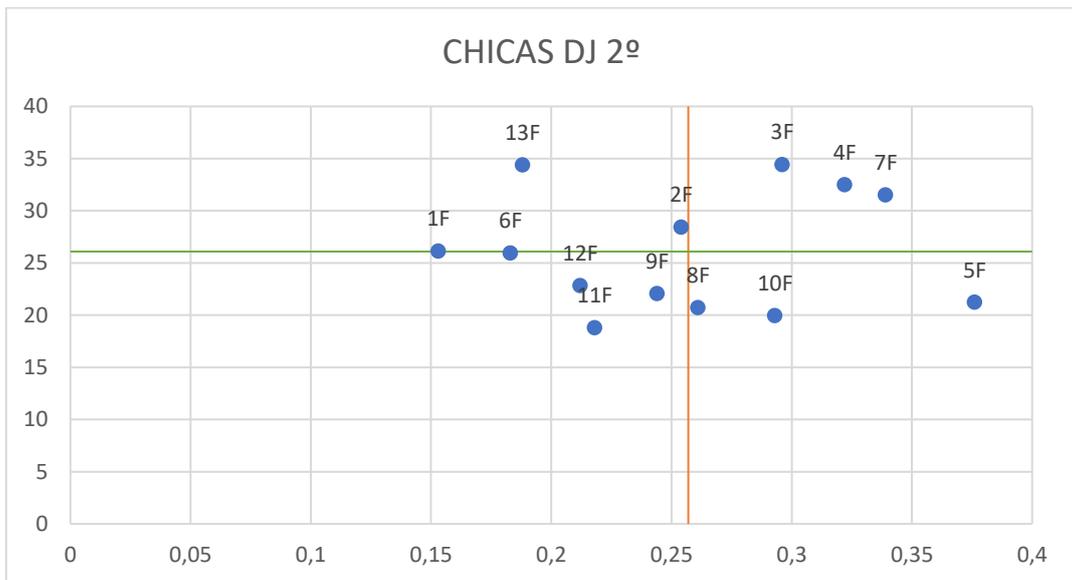
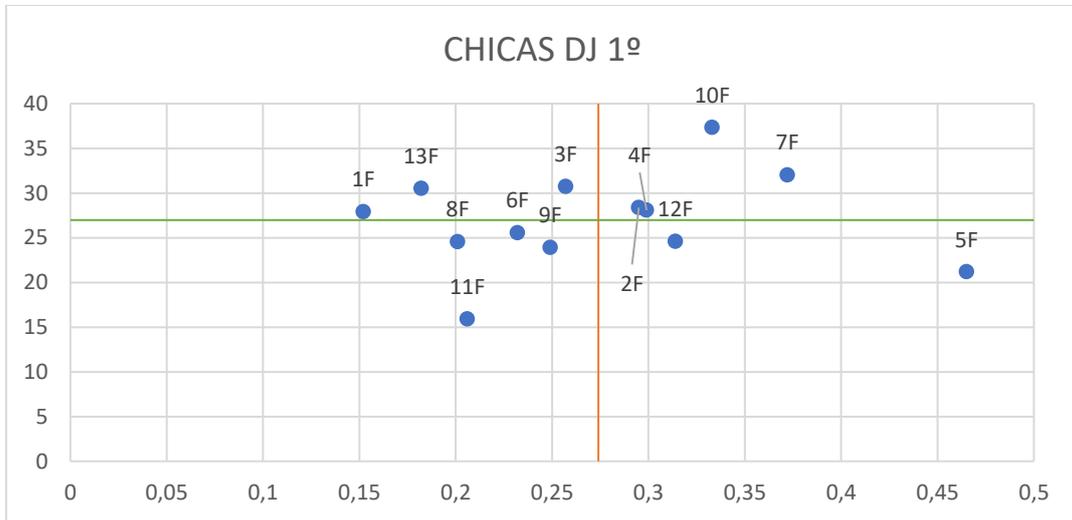
Nota. Tablas de elaboración propia.



APENDICE 3

Drop Jump chicas evolución individual

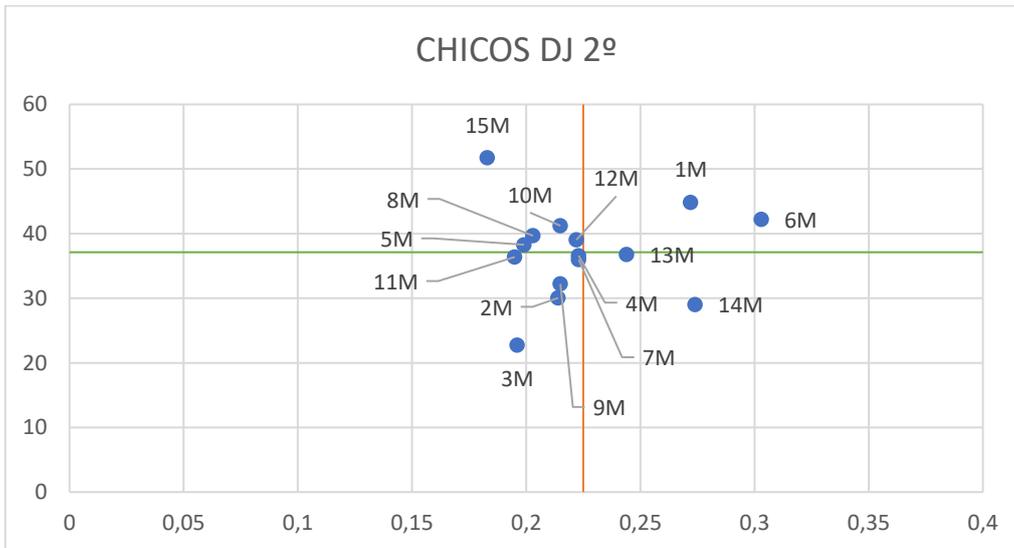
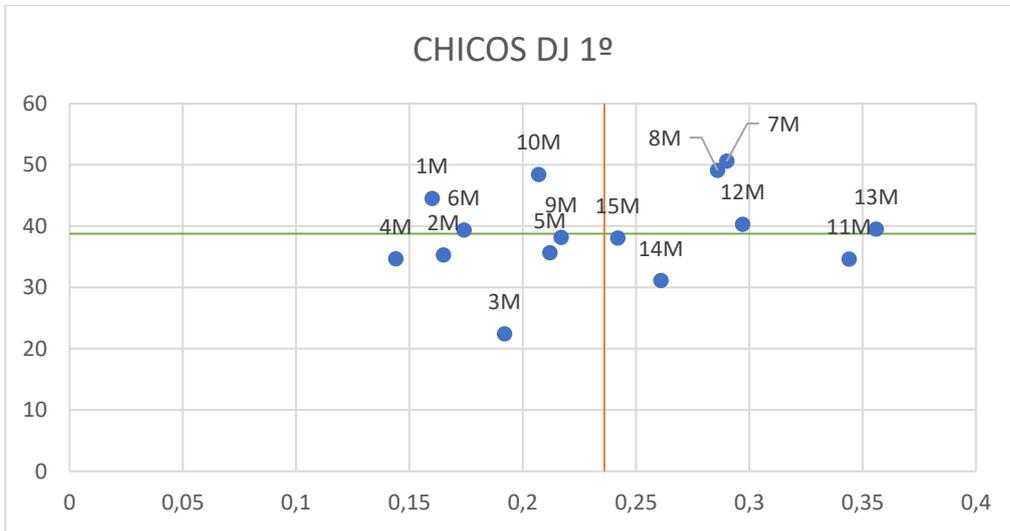
Nota. Tablas de elaboración propia.



APENDICE 4

Drop Jump chicos evolución individual

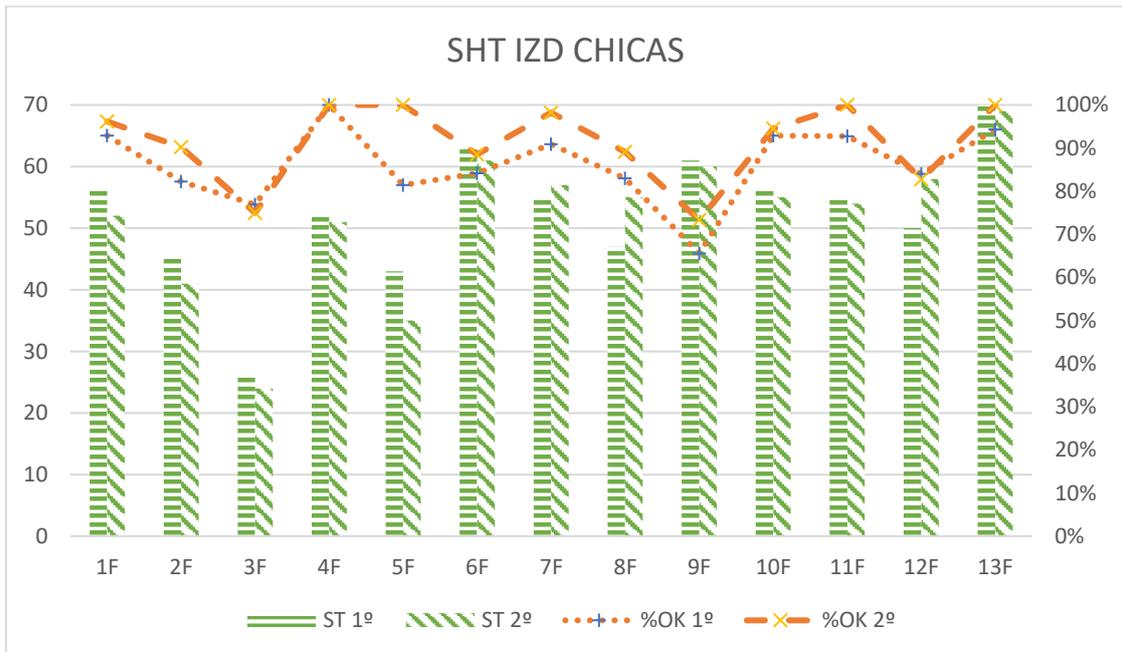
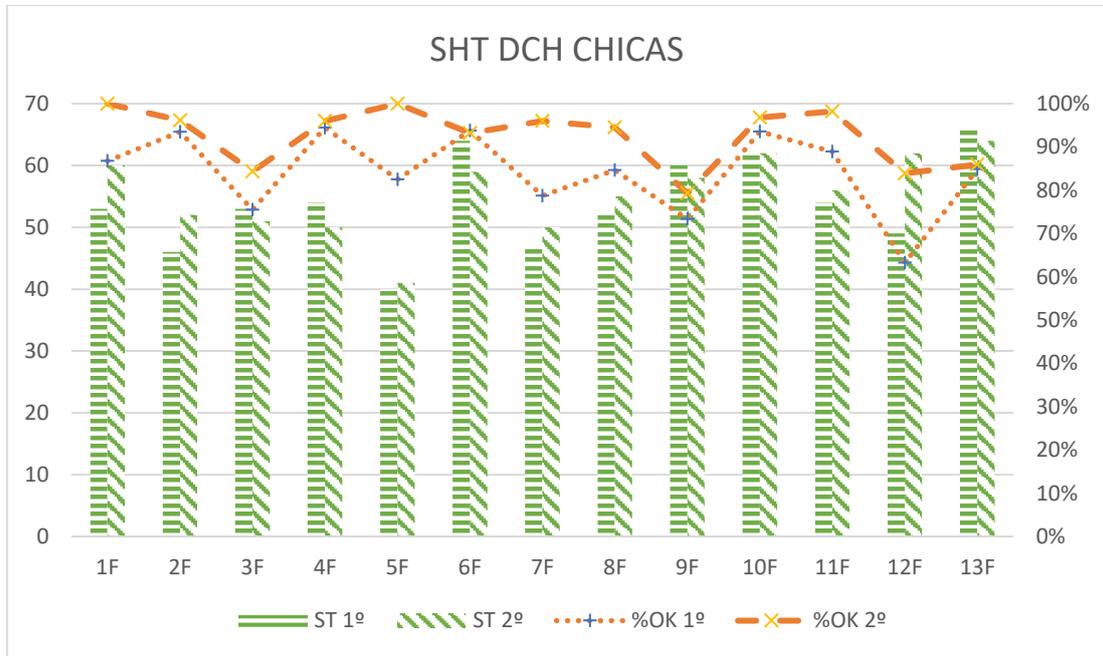
Nota. Tablas de elaboración propia.



APENDICE 5

Side hop test evolución por pierna chicas

Nota. Tablas de elaboración propia.



APENDICE 6

Side hop test evolución por pierna chicos

Nota. Tablas de elaboración propia.

