



universidad  
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL  
DEPORTE

Curso Académico 2013/2014

**INFLUENCIA DE UN PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO DEL  
CORE EN LA ESTABILIDAD, SALTO VERTICAL Y VELOCIDAD  
DE LANZAMIENTO EN JUGADORAS DE BALONMANO**

The influence of a core strengthening program on stability, vertical  
jumping and throwing speed in female handball players

Autor/a: Mario Lorenzana Velasco

Tutor/a: Julio de Paz Fernández

Fecha: 4 de julio de 2017

VºBº TUTOR/A

AUTOR/A

# ÍNDICE

<b>RESUMEN/ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2.- METODOLOGÍA.....</b>	<b>5</b>
2.1. MUESTRA .....	5
2.2. - INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN .....	6
2.3.- PROTOCOLO .....	7
<b>3. PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO.....</b>	<b>14</b>
<b>4.- RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
4.1.- SALTO VERTICAL .....	17
4.2.- SEBT .....	20
4.3.- LANZAMIENTO.....	24
<b>5.- DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>6.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>7.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>28</b>

## RESUMEN/ABSTRACT

El *core*, su alcance y entrenamiento es tema de discusión entre los expertos del deporte. Por ello estudiar los beneficios o no de su entrenamiento es de gran interés.

En este trabajo se analiza la importancia de los grupos musculares del tronco y pelvis en la estabilidad, el lanzamiento y el salto vertical en jugadoras juveniles de balonmano, sometidas a un programa de fortalecimiento del *core*, además de su entrenamiento habitual. Se realizaron pruebas de salto (Abalakov, CMJ y RJ) sobre plataforma, de velocidad de lanzamiento (con radar gun), y de equilibrio dinámico (test SEBT), a principio, mitad y final de temporada.

Los datos obtenidos en este grupo se contrastan con otro grupo control de categoría cadete, que no desarrolla el programa del *core*, y los resultados muestran una mejoría significativa en las jugadoras que fueron sometidas al programa frente al grupo control, por lo que se puede afirmar que el entrenamiento de *core* parece ser un factor positivo en el rendimiento en el balonmano.

*Palabras clave:* core, balonmano, estabilidad, lanzamiento, salto vertical.

The *core*, the importance and of this training used are the main concerns of the subject sport experts. For this reason, the study of the benefits or not is more relevant.

The aim of this paper is to analyse the significance of this muscles groups in fields such as the stability, the throw and the vertical jump within a team of junior female handball players, who have been performing a specific *core* strengthening exercises, together with their usual training of handball team. For this study, the jump tests (Abalakov, CMJ y RJ), the throw speed (gun radar) and the dynamic balance (SEBT test) have been the tests carried out. Each one of these has been checked three times: by the beginning, the middle and the end of the season.

The data obtained with this investigation have been contrasted with the data of a younger category of female handball players who have not followed the same *core* training. The results show a more relevant improvement on the players who performed the program in opposition to the ones who did not. Thus, it can be said that the *core* strengthening has positive repercussions in the handball players training.

*Keywords:* core, handball, stability, throw, vertical jump.

## 1.- INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, en el que se establece la ordenación de enseñanzas universitarias oficiales, señala en su artículo 12: *las enseñanzas oficiales de grado concluirán con la elaboración y defensa de un trabajo de fin de grado.*

Asimismo la Resolución de la Universidad de León del 16 de abril de 2010, por la que se ordena la publicación del Reglamento sobre Trabajos Fin de Grado de la Universidad de León.

El presente documento se encuentra dentro del Trabajo de Fin de Grado (TFG), asignatura obligatoria en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León, dirigido por el profesor titular Julio de Paz.

Una de las principales tendencias hoy en día es el entrenamiento de la zona media corporal o *core training*, esto hace referencia al complejo muscular situado en la parte central del cuerpo (región lumbo-pélvica), que incluye 29 músculos que estabilizan la columna vertebral y la región abdominal, e incluye músculos del abdomen, espalda, parte posterior y anterior de la cadera, suelo pélvico y diafragma. La acción conjunta de estas estructuras permite un adecuado control de la estabilidad corporal y de la ejecución de tareas que realizan los miembros superiores e inferiores de forma combinada (Segarra, V. 2014).

En términos generales hace referencia a la capacidad de las estructuras osteoarticulares y musculares, coordinadas por el sistema de control motor, para mantener o retomar una posición o trayectoria del tronco ante las perturbaciones (Vera-García et al., 2007).

Ya muchos entrenadores y atletas han cambiado su manera de entrenar, no centrándose exclusivamente en el desarrollo de grupos musculares específicos de su disciplina deportiva, sino que diseñan programas completos de entrenamiento de la zona media corporal (Brown, 2009), haciendo que sea una de las principales tendencias en el entrenamiento funcional de cualquier disciplina deportiva.

Esto hace pensar que tiene gran importancia en el balonmano, por la necesidad de mantener una posición correcta para ejecutar un lanzamiento, y durante el cual existe contacto físico para intentar desequilibrar al rival, ¿pero realmente tiene tanta importancia el entrenamiento del *core*?, es una de las preguntas que trataré de responder con el presente trabajo, en el que se verá la trascendencia, o no, que tiene en el salto vertical, velocidad lanzamiento y estabilidad dinámica en jugadoras de balonmano.

La poca bibliografía en español que existe al respecto, y la ausencia de una idea común relativa al entrenamiento del *core*, me ha motivado a profundizar en el tema y tratar de establecer si realmente es un factor de rendimiento en el balonmano.

## 2.- METODOLOGÍA

Los datos fueron recogidos en la propia pista de entrenamiento del equipo de balonmano juvenil CLEBA León, el polideportivo Hispánico, dónde realicé tres test diferentes para observar las variaciones en la velocidad de lanzamiento, la estabilidad y el salto vertical de las jugadoras en relación al programa de fortalecimiento del *core* realizado en los entrenamientos.

Estos análisis fueron realizados tres veces a lo largo de la temporada:

- El primero fue realizado en octubre, antes de iniciar la competición, cuando llevaban un mes de entrenamiento
- La segunda prueba fue hecha en febrero tras el descanso debido a las competiciones de selecciones autonómicas.
- Y por último, el tercer test, fue llevado a cabo en abril al finalizar el periodo competitivo.

Para ello, he seguido la metodología que se describe a continuación, realizando las pruebas en el orden indicado al finalizar el entrenamiento.

### 2.1. MUESTRA

La muestra que compone el grupo experimental está formada por 16 jugadoras de balonmano pertenecientes al club de balonmano León CLEBA:

- Las jugadoras participaron de manera voluntaria al estudio y fueron previamente informadas sobre el programa que se iba a llevar a cabo por escrito, el cual, iba a ser complemento a su entrenamiento.
- Las jugadoras son de categoría juvenil, nacidas entre 1999-2000.
- Compiten en Castilla y León en una liga regular de 12 equipos, iniciando la misma en octubre y finalizándola en abril.

- Las jugadoras tienen una experiencia en balonmano de  $8,2 \pm 2,3$  años, ya que la mayoría de las jugadoras llevan en el club desde la categoría de infantiles, 12-14 años, y previamente se habían iniciado en las escuelas deportivas de sus respectivos colegios.
- La edad media es de  $17,1 \pm 1,2$  años, por lo que todas se encuentran en un rango pequeño de edad.
- Un peso medio de  $62 \pm 8,6$ kg.
- altura de  $173,8 \pm 9,1$ cm.

Por otra parte, se realizan las mismas pruebas a un grupo control, el cual participó en la investigación para contrastar los datos obtenidos con el grupo experimental.

Este grupo lo conforman otras 16 jugadoras de balonmano de categoría cadete (2001-2002) pertenecientes al mismo club, las cuales no participaron en el programa de fortalecimiento del core, de forma específica, siguiendo sus entrenamientos ordinarios con normalidad.

## 2.2. - INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Las herramientas utilizadas para recoger los datos fueron proporcionadas por el departamento de biomecánica de la facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León, a excepción del SEBT que no se necesita material.

### 2.2.1 Star Excursion Balance Test (SEBT) o test de la estrella:

Se trata de una herramienta económica, de fácil acceso y de gran valor diagnóstico.

Para poder realizar el *SEBT* se debe de dibujar una estrella con 4 direcciones en el suelo, normalmente con esparadrapo, y usar una cinta métrica para poder medir la distancia realizada en cada una de las direcciones de la estrella.

Cabe destacar que a pesar de ser un test sencillo demuestra altos valores de confianza y validez, con coeficientes de correlación que van desde 0,84 a 0,92 (Munro, & Herrington, 2010).

### 2.2.2 La plataforma de salto (contact mat):

En la que a través de un software SportJump-1.0 registra los tiempos de vuelo y contacto de las pruebas de salto, que a través de la fórmula,  $h = \frac{g \cdot t^2}{8}$ , calcula la altura del salto.

Según García-López et al. (2005) la plataforma de contacto está formada por un circuito mecánico de acero elástico, cada pareja de varillas está aislada por pegamento plástico entre sus polos positivos (+) y negativos (-), colocadas cada una de ellas paralelas longitudinalmente y separadas 3cm. Cuando hay contacto están pegadas, pero cuando despegan los pies de la superficie se separan iniciando así el tiempo del mismo finalizando en el aterrizaje.

### 2.2.3 Radar gun:

Con un rango de 10 a 199 km/h,  $\pm 2/3$  km/h y encoder lineal rotatorio (1mm de precisión y 1000hz de frecuencia de registro), sirve para medir la velocidad de lanzamiento del balón ejecutado por las jugadoras de balonmano (Aguilar-Martínez, Chiroso, Martín, Chiroso, & Cuadrado-Reyes, 2012).

## 2.3.- PROTOCOLO

Con el fin de estandarizar las pruebas y de disminuir lo máximo posible la variabilidad intersujetos, he realizado una estructura que se debe ejecutar para normalizar al máximo las pruebas.

El orden elegido para las pruebas fue el siguiente: SEBT, plataforma de salto, y por último, *radar gun*.

Estas pruebas fueron siempre llevadas a cabo al finalizar el entrenamiento, por lo que solo hubo que realizar unos intentos para tomar contacto con los diferentes instrumentos antes de recoger datos de los mismos.

### 2.3.1 Star Excursion Balance Test (SEBT) o test de la estrella:

Es un test de equilibrio dinámico, que pretende proporcionar una evaluación exacta sobre la funcionalidad de tren inferior, además de observar su posible relación con el índice de lesiones (Hertel, Miller, & Denegar, 2000).



Coloqué adhesivo de color blanco en el suelo en cuatro direcciones en forma de signo "+", las jugadoras, en un primer momento en forma de ensayo, se colocan descalzas colocando un pie en el centro de la misma de forma estática, en un punto bien señalizado donde todas deberán de colocarlo. El pie que no esta situado en el centro de la estrella, deberá de situarse por encima de todas las líneas, comenzando por la frontal y realizándolas en orden hacia la derecha hasta completar las 4 líneas, tocando el punto más lejano que sea posible con la punta del dedo Hallux. Este contacto no puede ser apoyando todo el peso, ni desequilibrando el pie estático, y deberá de regresar a la posición monopodal inicial antes de sobrepasar la siguiente línea.

Estos puntos de contacto realizados en las cintas quedan marcados con un rotulador y medidos posteriormente con una cinta métrica desde el centro de la estrella. Este ejercicio se realiza una vez con cada pie a modo de prueba, una vez finalizado el proceso de familiarización, pasamos a ejecutar la prueba registrando los datos en todas las direcciones, siendo el resultado final la distancia media de todos los intentos (en cada una de las direcciones).

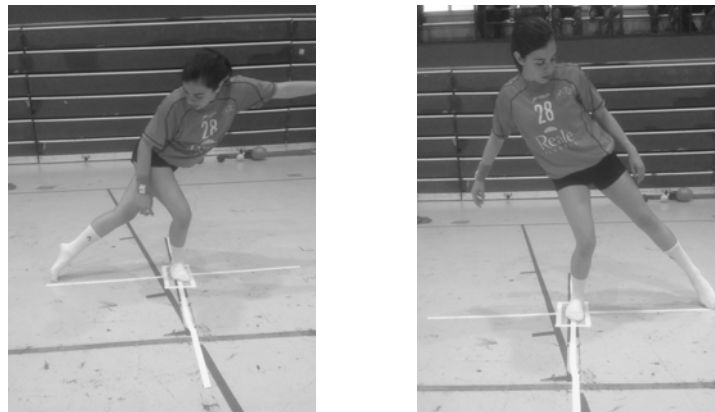


Figura 1: Ejecución del SEBT.

### 2.3.2 Plataforma de salto:

Los test de salto vertical se utilizan para valorar diferentes manifestaciones de la fuerza de la musculatura extensora de la extremidad inferior, así como estimar la capacidad y potencia del metabolismo anaeróbico (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983).

Así pues, con este instrumento realicé tres tipos de saltos en el siguiente orden: CMJ (Counter Movement Jump), Abalakov y RJ (Repeat Jump).

Tanto en el CMJ como en el Abalakov antes de iniciar el registro de los datos, las jugadoras realizan dos pruebas a modo de familiarización con los saltos encima de la plataforma, corrigiendo la técnica y tratando de eliminar los errores. Una vez ejecutados los dos ensayos, los 16 sujetos colocados en fila, hacen el salto en la plataforma, registrando los datos obtenidos en el mismo. Una vez finalizado el primer salto se vuelven a colocar al final de la fila para llevar a cabo el mismo salto hasta realizarlo tres veces.

En el RJ también realizan un ensayo previo pero solo se registrará una vez, ya que es un salto muy técnico y cansado.

En el momento del registro de datos, las jugadoras se colocaron en un orden establecido y realizaron un salto en la plataforma, una vez finalizada la primera serie, se inicia la segunda hasta finalizar las tres repeticiones que se llevan a cabo. Al ser 16 sujetos de muestra, hay un tiempo de 4 minutos entre cada salto para poder realizar los saltos máximos.

Realizamos tres saltos en esta plataforma, los cuales se describen a continuación y se realizaron en ese mismo orden:

**A. CMJ (Counter Movement Jump):** el sujeto parte de la posición de pie, con las manos sujetas a las caderas, donde permanecen desde la posición inicial hasta el final del salto. Se trata de realizar movimientos de flexo-extensión de las rodillas, formando durante la bajada un ángulo de 90° con las rodillas, e inmediatamente realizar un salto vertical máximo. El sujeto en la fase de vuelo debe mantener el cuerpo erguido, las piernas extendidas y pies en flexión plantar efectuando la caída en el mismo lugar de inicio, con los brazos fijados en la cadera. En este salto se mide la fuerza elástico-explosiva, siendo el componente contráctil y elástico los que se manifiestan en este salto (Chamorro & Lorenzo, 2004).



Figura 2: Ejecución de CMJ por la jugadora.

**B. Abalakov:** es prácticamente igual al CMJ pero con la ayuda de los brazos, es decir, los brazos extendidos por detrás del tronco se llevan hacia adelante y arriba, en una oscilación vigorosa, coordinada y sincronizada con la semiflexión-extensión de las rodillas. La caída es igual que el CMJ pero con brazos libres durante todo el salto. En este caso, al igual que en el salto anterior, se mide la fuerza elástico-explosiva, siendo el componente contráctil y elástico los que se manifiestan, además de la acción de los brazos (McNeely, E., 2007).



Figura 3: Ejecución de Abalakov por la jugadora.

**C. RJ (Repeat Jump)** con las piernas separadas a la anchura de los hombros, las manos en la cintura en todo momento para eliminar la ayuda que genera en la fase

de impulso. Realizar desde esta posición saltos como la técnica utilizada en el CMJ durante 15 segundos, estando el menor tiempo posible en contacto con la plataforma (Bosco, 2000).

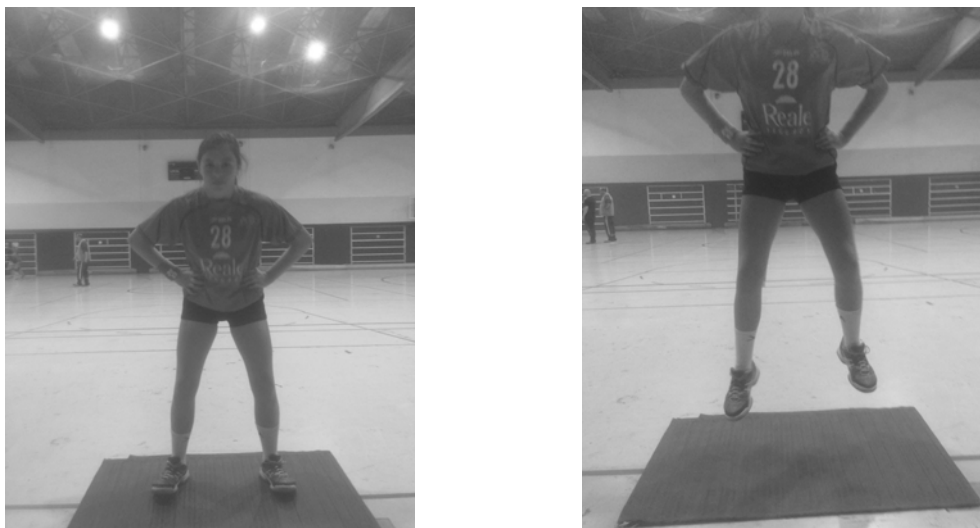


Figura 4: Ejecución de RJ por la jugadora.

Inconvenientes que he tenido al llevar a cabo los test de salto:

- Flexión de las rodillas 90°
- Las manos en la cintura en CMJ y RJ no es postura ideal para que no intervenga el tronco.
- Las mediciones pueden verse falseadas por engañar a la plataforma.
- Influencia de la familiarización.

Para ello los sujetos han tenido que seguir rigurosamente la estandarización de los protocolos, para que todas las jugadoras realizaran los saltos bajo las mismas condiciones. Es importante destacar que las primeras pruebas fueron más difíciles de llevar a cabo correctamente en comparación a las realizadas a final de temporada.

### 2.3.3 Radar gun:

Numerosos estudios intentan medir la velocidad de móviles, implementos, segmentos corporales y/o sujetos en diferentes modalidades en las que la velocidad alcanzada por dichos móviles o implementos constituye un factor de rendimiento (Fletcher & Hartwell, 2004).

Es por ello que he utilizado el *radar gun* para calcular la velocidad del balón en los lanzamientos de balonmano, velocidad que se calcula mediante la emisión y

recepción de ondas electromagnéticas y cuyo funcionamiento se basa en el principio de Doppler, el cual determina que la velocidad a la que se mueve un objeto que emite las ondas es comparable a la velocidad de propagación de esas ondas.

Además resulta necesario efectuar un protocolo de medición para evitar, o, en la medida de lo posible, controlar el rango de error que comportan los datos ofrecidos por el *radar gun*.

Para calcular la velocidad de lanzamiento de las jugadoras, realizamos dos lanzamientos diferentes, el *radar gun* está colocado por detrás de los sujetos a la altura del hombro que va a lanzar:

- I. *Lanzamiento en estático* con la mano dominante: balón cogido la mano hábil y el pie contrario ligeramente adelantado (alrededor de 20 cm respecto a pie retrasado), a partir de esta posición realizar un lanzamiento lo más fuerte posible a portería desde una distancia de 9 metros.



Figura 5: Ejecución del lanzamiento en estático por la jugadora.

- II. *Lanzamiento en salto*, en frente de la portería, realizar una carrera desde el medio del campo, recibir el balón entre 12-15 metros, sin botar, hacer el ciclo de pasos (derecha-izquierda-derecha, en el caso de que la mano izquierda sea la dominante, y lo contrario si la mano hábil es la derecha) e impulsarse con el último para elevarse y realizar un lanzamiento, con la mano contraria al último apoyo realizado, a portería, antes de los 9 metros.



Figura 6: Ejecución del tercer lanzamiento por la jugadora.

Es importante destacar que estos cuatro lanzamientos se realizaron en el orden indicado, dejando 30 segundos de recuperación entre cada lanzamiento, y haciendo 3 veces esta serie. Cada jugadora realizaba una serie con los cuatro lanzamientos seguidos, y luego descansaba hasta que lanzaban todas sus compañeras para volver a efectuar la serie de lanzamientos, hasta finalizar con las tres realizadas. Todos los datos eran recogidos pero solo se utilizó el mejor lanzamiento para el análisis posterior.

### 3. PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO

El programa de fortalecimiento del *core* al que fueron sometidas el equipo juvenil, no supuso ninguna alteración a su entrenamiento ordinario, ya que esta batería de ejercicios se realizaban tras la finalización del mismo, tres veces a la semana.

Durante toda la temporada se realizó el mismo programa, donde la duración de cada ejercicio estaba determinada en todo momento, sin sufrir variación. Se realizaban los ejercicios de cada bloque sin descanso, y con un tiempo de descanso entre bloques de 1 minuto. Así pues la realización del programa fue el siguiente:

- **Primer bloque:** cuatro ejercicios, un minuto de duración de cada ejercicio:
  - Plancha isométrica frontal.
  - Plancha isométrica lateral.
  - Plancha isométrica lateral del otro lado.
  - Plancha isométrica frontal alternando apoyo de brazo y pierna contraria.
  
- **Segundo bloque:** cuatro ejercicios, un minuto de duración de cada ejercicio:
  - Plancha isométrica frontal, alternando elevación de piernas.
  - Plancha isométrica frontal, alternando brazos hacia delante.
  - Plancha isométrica lateral, descendiendo cadera sin tocar el suelo y elevándola de nuevo.
  - Plancha isométrica lateral, igual que el anterior pero del otro lateral.
  
- **Tercer bloque:** cuatro ejercicios, un minuto de duración cada ejercicio:
  - Elevación de cadera con pies en el suelo.
  - Elevación de cadera con los pies elevados en el banco.
  - Elevación de cadera con una pierna estirada hacia delante.
  - Elevación de cadera con la otra pierna estirada hacia delante.

## 4.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los test ordenados y tratados con el programa Excel de Microsoft. Su estadística descriptiva se resume en las tablas siguientes (tabla 1.1 y 1.2):

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA - equipo JUVENIL					
PRUEBA	media	mínimo	máximo	rango	desvest
ABK-1 (cm)	23,14	18,2	40,5	22,3	5,17
ABK-2 (cm)	24,59	18,1	40,9	22,8	5,28
ABK-3 (cm)	25,06	17,8	41,2	23,4	5,45
CMJ-1 (cm)	23,02	15,9	36,9	21,0	5,25
CMJ-2 (cm)	23,96	16,8	41,0	24,2	5,94
CMJ-3 (cm)	24,50	16,9	42,2	25,3	5,94
RJ-1 (nº rep)	15,69	9,0	19,0	10,0	2,50
RJ-2 (nº rep)	17,63	16,0	21,0	5,0	1,71
RJ-3 (nº rep)	19,56	18,0	22,0	4,0	1,41
L.SALT-1 (m/s)	15,87	12,9	18,2	5,3	1,74
L.SALT-2 (m/s)	16,87	14,5	19,1	4,6	1,51
L.SALT-3 (m/s)	17,63	15,4	22,2	6,8	1,90
L.ESTA-1 (m/s)	15,07	11,8	18,0	6,2	1,83
L.ESTA-2 (m/s)	16,48	12,9	19,2	6,3	1,89
L.ESTA-3 (m/s)	17,62	13,6	20,1	6,5	1,80
ES.l.adl-1 (cm)	83,50	75,0	90,0	15,0	4,13
ES.l.adl-2 (cm)	86,00	77,0	93,0	16,0	4,77
ES.l.adl-3 (cm)	88,00	79,0	94,0	15,0	4,03
ES.l.tras-1 (cm)	88,88	80,0	111,0	31,0	8,31
ES.l.tras-2 (cm)	90,19	81,0	116,0	35,0	8,87
ES.l.tras-3 (cm)	91,94	81,0	118,0	37,0	9,28
ES.l.dch-1 (cm)	85,06	76,0	104,0	28,0	7,09
ES.l.dch-2 (cm)	87,06	79,0	105,0	26,0	6,52
ES.l.dch-3 (cm)	88,69	81,0	107,0	26,0	6,47
ES.l.izq-1 (cm)	77,81	67,0	96,0	29,0	8,37
ES.l.izq-2 (cm)	81,56	72,0	99,0	27,0	8,08
ES.l.izq-3 (cm)	83,94	75,0	99,0	24,0	7,15
ES.D.adl-1 (cm)	81,81	69,0	96,0	27,0	7,88
ES.D.adl-2 (cm)	83,75	69,0	99,0	30,0	8,83
ES.D.adl-3 (cm)	87,75	71,0	103,0	32,0	8,94
ES.D.tras-1 (cm)	92,56	78,0	117,0	39,0	11,38
ES.D.tras-2 (cm)	94,38	78,0	119,0	41,0	11,52
ES.D.tras-3 (cm)	97,44	81,0	122,0	41,0	11,96
ES.D.dch-1 (cm)	79,06	67,0	98,0	31,0	8,68
ES.D.dch-2 (cm)	80,63	65,0	99,0	34,0	8,82
ES.D.dch-3 (cm)	82,25	69,0	102,0	33,0	9,21
ES.D.izq-1 (cm)	85,13	72,0	115,0	43,0	12,19
ES.D.izq-2 (cm)	86,19	71,0	114,0	43,0	12,40
ES.D.izq-3 (cm)	88,44	77,0	118,0	41,0	12,18

Tabla 1.1: descripción estadística del equipo juvenil.





DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA - equipo CADETE					
PRUEBA	media	mínimo	máximo	rango	desvest
ABK-1 (cm)	21,11	16,3	29,3	13,0	3,96
ABK-2 (cm)	21,73	17,0	28,6	11,6	3,63
ABK-3 (cm)	21,94	18,1	27,6	9,5	2,87
CMJ-1 (cm)	21,88	14,8	28,6	13,8	3,66
CMJ-2 (cm)	21,76	15,8	27,9	12,1	3,34
CMJ-3 (cm)	22,23	15,9	27,6	11,7	3,04
RJ-1 (nº rep)	16,19	10,0	21,0	11,0	2,43
RJ-2 (nº rep)	16,63	11,0	21,0	10,0	2,28
RJ-3 (nº rep)	17,31	13,0	22,0	9,0	2,33
L.SALT-1 (m/s)	12,92	10,4	16,2	5,8	1,90
L.SALT-2 (m/s)	13,27	10,9	17,0	6,1	1,82
L.SALT-3 (m/s)	13,28	10,7	17,0	6,3	1,94
L.ESTA-1 (m/s)	12,82	10,3	15,6	5,4	1,73
L.ESTA-2 (m/s)	12,98	10,5	15,4	4,9	1,51
L.ESTA-3 (m/s)	13,53	11,1	16,0	4,9	1,51
ES.l.adl-1 (cm)	79,56	69,0	91,0	22,0	5,54
ES.l.adl-2 (cm)	80,06	68,0	91,0	23,0	5,20
ES.l.adl-3 (cm)	81,69	71,0	91,0	20,0	5,06
ES.l.tras-1 (cm)	83,06	72,0	95,0	23,0	6,01
ES.l.tras-2 (cm)	85,75	77,0	99,0	22,0	6,61
ES.l.tras-3 (cm)	86,50	73,0	97,0	24,0	6,68
ES.l.dch-1 (cm)	85,00	79,0	95,0	16,0	4,73
ES.l.dch-2 (cm)	85,44	81,0	91,0	10,0	3,27
ES.l.dch-3 (cm)	86,00	79,0	96,0	17,0	5,48
ES.l.izq-1 (cm)	77,31	70,0	82,0	12,0	3,93
ES.l.izq-2 (cm)	79,19	69,0	89,0	20,0	4,76
ES.l.izq-3 (cm)	81,13	77,0	89,0	12,0	3,54
ES.D.adl-1 (cm)	80,25	71,0	90,0	19,0	3,87
ES.D.adl-2 (cm)	81,38	76,0	89,0	13,0	3,03
ES.D.adl-3 (cm)	82,19	77,0	88,0	11,0	3,04
ES.D.tras-1 (cm)	84,00	79,0	91,0	12,0	3,44
ES.D.tras-2 (cm)	84,06	81,0	89,0	8,0	2,82
ES.D.tras-3 (cm)	84,88	80,0	91,0	11,0	3,84
ES.D.dch-1 (cm)	81,81	72,0	91,0	19,0	4,29
ES.D.dch-2 (cm)	81,88	71,0	90,0	19,0	4,08
ES.D.dch-3 (cm)	82,81	77,0	91,0	14,0	3,35
ES.D.izq-1 (cm)	79,50	77,0	82,0	5,0	1,67
ES.D.izq-2 (cm)	79,25	77,0	81,0	4,0	1,34
ES.D.izq-3 (cm)	79,81	76,0	82,0	6,0	1,68

Tabla 1.2: descripción estadística del equipo cadete.

Los números que aparecen del 1 al 3 en la prueba hacen referencia al orden del test realizado, siendo 1 en septiembre, 2 en enero y 3 en marzo.

Además, para la estadística inferencial he utilizado la prueba de *Wilcoxon*, de los rangos signados, frecuentemente usada en el ámbito científico médico y también en el deportivo, como en Martínez (2003).

Esta prueba es muy útil para muestras paralelas, con un número de sujetos bajo ( $n = 16$ , en nuestro caso), que no nos permite augurar una distribución gaussiana de los valores. Con ella comparamos los resultados correlativos de los sujetos de una prueba inicial ( $m_1$ ) y otra/s posterior/es ( $m_2...$ ) tras aplicar un tratamiento o programa, permitiéndonos valorar el resultado del mismo (la prueba de la *t de Student* más habitual hubiera sido la indicada si  $n$  hubiera sido muy superior).

De la comparación de los resultados de una y otra prueba aplicadas a la muestra se determina si la diferencia entre los resultados es estadísticamente significativa (hipótesis alternativa,  $H_a$ ,  $m_1 \neq m_2$ ), si no lo es o puede deberse al azar (hipótesis nula,  $H_0$ ,  $m_1 = m_2$ ). Para aceptar la hipótesis alternativa, diferencias significativas, el valor  $p$  computado máximo elegido es el habitual del 5% (el riesgo de rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) es inferior al 5%).

Aplicaremos ese estadístico de *Wilcoxon* tanto al grupo juvenil como al cadete/control.

## 4.1.- SALTO VERTICAL

### 4.1.1.- Abalakov

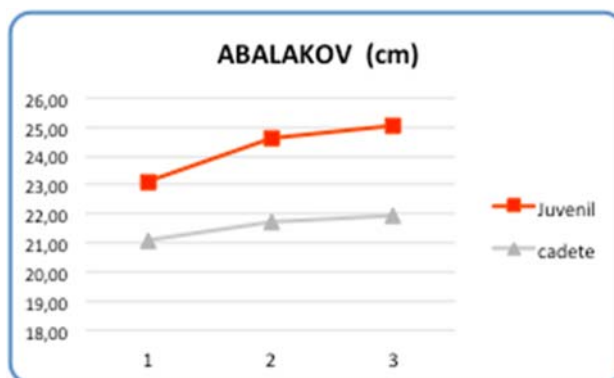


Gráfico nº 1: tabla comparativa salto Abalakov entre el grupo control y experimental.

Test de Wilcoxon	AB 1-2	AB 2-3	AB 1-3
<i>Juvenil</i>	0,003 *	0,006 *	0,002 *
<i>Cadete</i>	0,352	0,351	0,187

Tabla 2: Contraste de medias para el salto (prueba de ABALAKOV,  $p$ -valor=0,05)

El gráfico 1 apunta a que el equipo juvenil, que ha seguido el programa de entrenamiento del *core*, mejora el rendimiento del salto testado en mayor medida que el equipo de control, cadete.

Además, en la tabla 2 hemos de aceptar la hipótesis alternativa en las tres comparativas de los meses de septiembre-enero, enero-marzo y marzo-enero en el grupo juvenil, en los tres casos la diferencia de los resultados es muy significativa (\*) (más de diez veces por debajo de  $p = 0,05$ ), por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

No así, en el caso del grupo control, sin significación aceptable ( $>p$ ; no se puede rechazar la hipótesis nula).

En resumen, la mejora en el salto de *Abalakov* es significativa en el grupo experimental sujeto al programa de fortalecimiento del *core*, en tanto que el grupo control no presenta mejora significativa (la que parece observarse en el gráfico 1, no es tal o puede deberse al azar).

#### 4.1.2. CMJ (Counter Movement Jump)

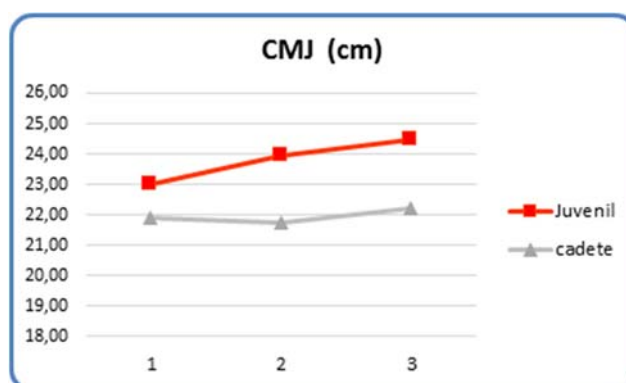


Gráfico nº 2: tabla comparativa salto *Counter Movement Jump* (CMJ) entre grupo control y experimental.

Test de Wilcoxon	CMJ 1-2	CMJ 2-3	CMJ 1-3
<i>Juvenil</i>	0,021 *	0,044 *	0,020 *
<i>Cadete</i>	0,737	0,083	0,363

Tabla 3: Contraste de pruebas de salto *Counter Movement Jump* ( $p$ -valor = 0,05)

Los valores son significativos en el caso del grupo experimental, pero no lo son en el caso de las jugadoras cadetes, ya que sus valores son superiores al 5% necesarios para rechazar la hipótesis nula.

Entre enero y marzo se acepta la hipótesis alternativa en la categoría juvenil, el riesgo de rechazar la hipótesis nula es del 4,4%.

#### 4.1.3.- RJ (Repeat Jump)

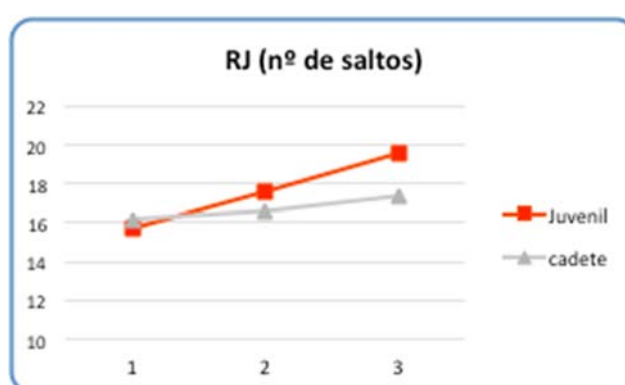


Gráfico nº 3: tabla comparativa salto *Repeat Jump* (RJ) entre el grupo control y experimental.

Test de Wilcoxon	RJ 1-2	RJ 2-3	RJ 1-3
<i>Juvenil</i>	0,001 *	0,004 *	0,000 *
<i>Cadete</i>	0,023 *	0,015 *	0,002 *

Tabla 4: Contraste de saltos Repeat Jump ( p-valor = 0,05)

Tanto en el equipo juvenil como en el cadete se rechaza la hipótesis nula en la comparativa de los test realizados a lo largo de la temporada, ya que el nivel computado es menor que el nivel de significación, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa en ambos grupos.

En el RJ los datos son más significativos en el grupo experimental que en el salto Abalakov y CMJ, esto es debido a que los valores que se presentan son más cercanos a 0. No obstante, los valores son menores en las juveniles que en las cadetes, lo que nos hace suponer que es más fiable en este grupo.

## 4.2.- SEBT

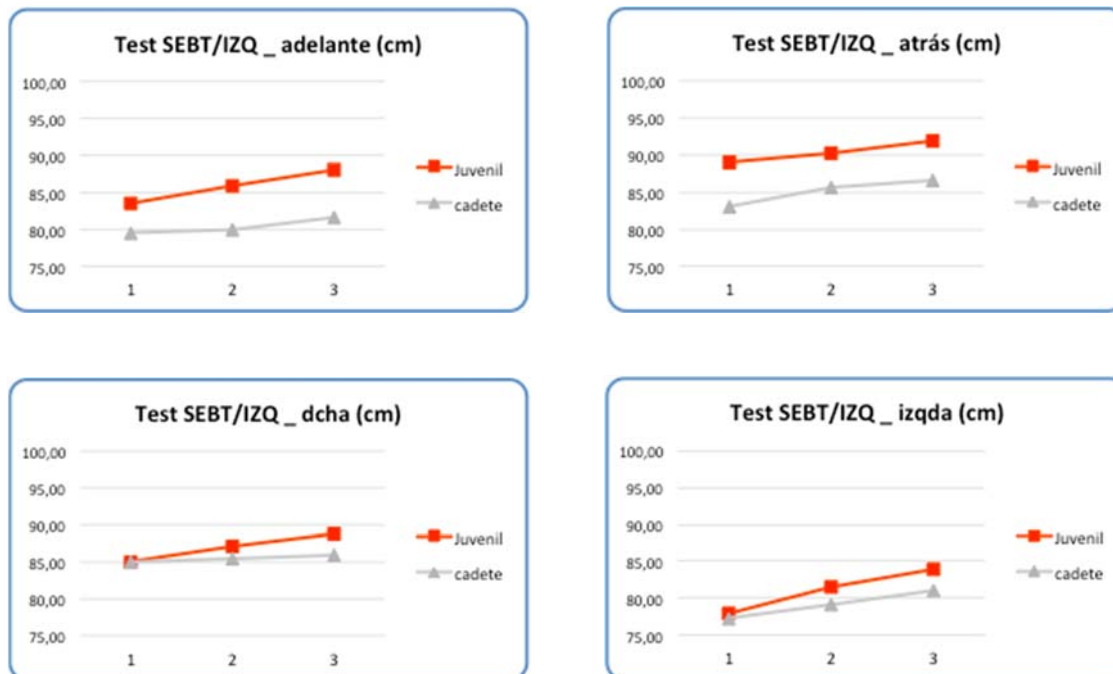


Gráfico nº 4: tabla comparativa del SEBT, apoyando la pierna izquierda en la estrella y movilizand la derecha, entre el grupo control y experimental.

Test de Wilcoxon	S.I.adl 1-2	S.I.adl 2-3	S.I.adl 1-3
<i>Juvenil</i>	0,001 *	0,015 *	0,001 *
<i>Cadete</i>	0,458	0,025 *	0,041 *

Tabla 5: Contraste pruebas de SEBT con pierna izquierda, derecha ADELANTE (p-valor = 0,05)

Test de Wilcoxon	S.I.atrás 1-2	S.I.atrás 2-3	S.I.atrás 1-3
<i>Juvenil</i>	0,063	0,007 *	0,005 *
<i>Cadete</i>	0,001 *	0,291	0,001 *

Tabla 6: Contraste de pruebas de SEBT con pierna izquierda, derecha ATRÁS (p-valor = 0,05)

Test de Wilcoxon	S.I.dch 1-2	S.I.dch 2-3	S.I.dch 1-3
<i>Juvenil</i>	0,001 *	0,001 *	0,000 *
<i>Cadete</i>	0,570	0,515	0,406

Tabla 7: Contraste de pruebas de SEBT con pierna izquierda, derecha hacia la DERECHA (p-valor = 0,05)

Test de Wilcoxon	S.I.izq 1-2	S.I.izq 2-3	S.I.izq 1-3
<i>Juvenil</i>	0,001 *	0,001 *	0,000 *
<i>Cadete</i>	0,106	0,038 *	0,004 *

Tabla 8: Contraste de pruebas de SEBT con pierna izquierda, derecha hacia la IZQUIERDA ( $p$ -valor = 0,05)

- La comparativa resultante de medir la distancia realizada por la pierna derecha hacia delante teniendo la izquierda como único apoyo (tabla nº 5) es muy significativo para el grupo experimental a lo largo de toda la temporada. Sin embargo, el test realizado en enero por el grupo cadete no lo es, esto puede deberse a un estancamiento en su entrenamiento que se vio reflejada por su baja clasificación en el campeonato de Castilla y León.

- En la comparativa de la pierna derecha hacia atrás con el único apoyo de la pierna izquierda (tabla nº 6) muestra unos resultados significativos para ambos grupos comparando el inicio de la temporada con el final. Los valores del equipo cadete mejoran mucho más de septiembre a enero y luego se forma una meseta, sin embargo las juveniles ocurre lo contrario, la mejora se acentúa más a partir de enero.

- A la hora de llevar la pierna derecha hacia el lado derecho con la pierna izquierda apoyada (tabla nº 7) los valores son muy significativos y se rechaza la hipótesis nula en el caso de la categoría juvenil con las tres comparativas cercanas a  $p = 0$ .

En el caso de las cadetes, se acepta la hipótesis nula, con valores muy elevados superiores al 50% entre septiembre-enero y enero-marzo. La comparación entre el inicio de la temporada con el final de temporada muestra una  $p = 0,406$ , muy superior a la  $p$  computada necesaria para rechazar la hipótesis nula ( $p < 0,05$ ). Esto puede deberse a la dificultad que conlleva ejecutarla sin perder la correcta posición de la pierna de apoyo.

- En este caso, cuando se moviliza la pierna derecha hacia el lado izquierdo, (pasando por detrás de la pierna izquierda que está apoyada), (tabla nº8) los valores son muy significativos en el grupo experimental, con valores cercanos a 0 en las tres comparativas. Sin embargo, en el grupo control la mejora septiembre-enero no es significativa, pero si lo es en enero-marzo y septiembre-marzo.

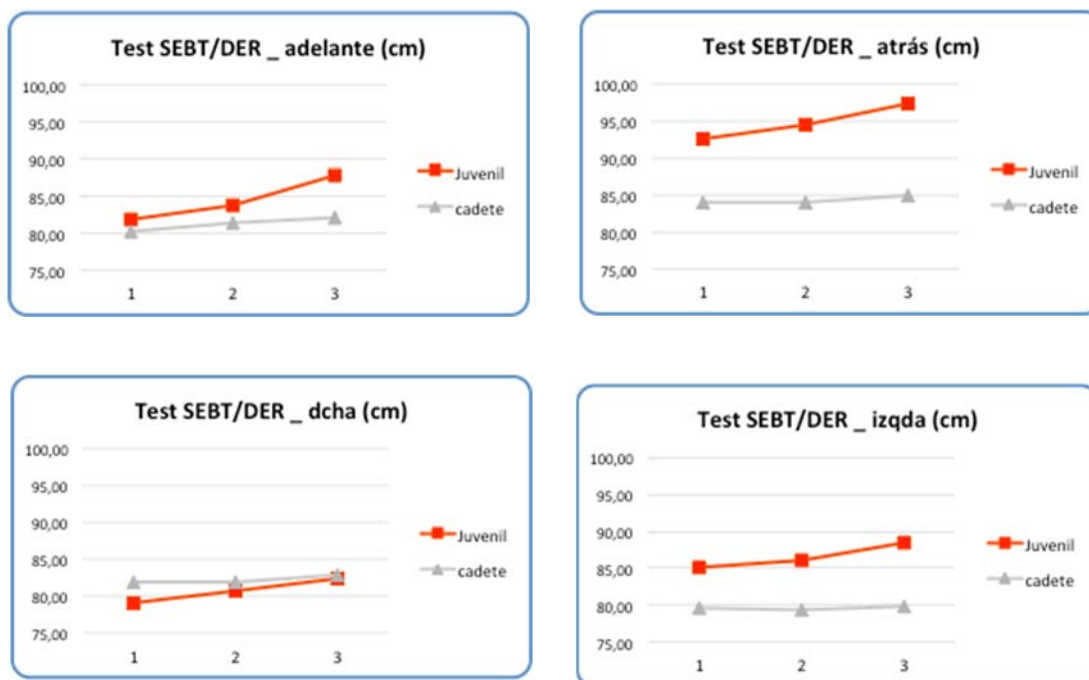


Gráfico nº 5: tabla comparativa del SEBT, apoyando la pierna derecha en la estrella y movilizand la izquierda, entre el grupo control y experimental.

Test de Wilcoxon	S.D.adl 1-2	S.D.adl 2-3	S.D.adl 1-3
<i>Juvenil</i>	0,001 *	0,001 *	0,000 *
<i>Cadete</i>	0,093	0,075	0,007 *

Tabla 9: Contraste de pruebas de SEBT con pierna derecha, izquierda hacia la ADELANTE (p-valor = 0,05)

Test de Wilcoxon	S.D.atrás 1-2	S.D.atrás 2-3	S.D.atrás 1-3
<i>Juvenil</i>	0,001 *	0,001 *	0,000 *
<i>Cadete</i>	0,781	0,036 *	0,193

Tabla 10: Contraste de pruebas de SEBT con pierna derecha, izquierda hacia la ATRÁS (p-valor = 0,05)

Test de Wilcoxon	S.l.dch 1-2	S.l.dch 2-3	S.l.dch 1-3
<i>Juvenil</i>	0,013 *	0,083	0,003 *
<i>Cadete</i>	0,801	0,033 *	0,109

Tabla 11: Contraste de pruebas de SEBT con pierna derecha, izquierda hacia la DERECHA (p-valor = 0,05)

Test de Wilcoxon	S.D.izq 1-2	S.D.izq 2-3	S.D.izq 1-3
<i>Juvenil</i>	0,185	0,014 *	0,005 *
<i>Cadete</i>	0,358	0,357	0,544

Tabla 12: Contraste de pruebas de SEBT con pierna derecha, izquierda hacia la IZQUIERDA (p-valor = 0,05)

- Con la pierna izquierda apoyada en el suelo, la derecha se desplaza hacia delante, (tabla nº 9) las mejoras son significativas en el grupo experimental, aceptando la hipótesis alternativa y rechazando la hipótesis nula en las tres comparativas realizadas. En el caso del grupo control se rechaza la hipótesis nula comparando los valores de inicio de temporada con los de final de la misma, pero rechaza la hipótesis alternativa en las otras dos comparativas llevadas a cabo, septiembre-enero y enero-marzo, lo que nos indica es que en valoración general ha habido una mejora significativa.
- Comparativa realizada manteniendo la pierna derecha apoyada y llevando la pierna izquierda hacia atrás en la estrella, (tabla nº 10) los valores del grupo juvenil son muy significativos con valores cercanos al 0 en las tres comparativas realizadas. El grupo control, sin embargo, solo presenta diferencias significativas entre el test realizado en enero-marzo, la mejora entre septiembre-enero se acepta la hipótesis nula con un valor muy elevado del 0,781, también se acepta la hipótesis nula entre septiembre-marzo, esto puede ser debido al bajo nivel de forma que existe al inicio de la temporada.
- Con la pierna derecha en el centro de la estrella, la pierna izquierda se desliza hacia la derecha pasando por detrás del apoyo. Los datos obtenidos (tabla nº 11) comparando septiembre-enero y septiembre-marzo son significativos, pero la mejoría mostrada entre enero-marzo acepta la hipótesis nula en la categoría juvenil. Por otra parte, la categoría cadete solo presenta datos significativos entre enero y marzo, no es así en las otras dos comparativas realizadas a lo largo de la temporada.
- La pierna derecha en el centro de la estrella, la pierna izquierda se moviliza hacia la izquierda de la misma, (tabla nº12) el grupo juvenil en este caso, acepta la hipótesis nula en la comparación septiembre-enero, pero la rechaza entre enero-marzo y septiembre-marzo, aceptando así la hipótesis alternativa. En el grupo control, cadete, en las tres comparaciones se rechaza la hipótesis alternativa.



### 4.3.- LANZAMIENTO

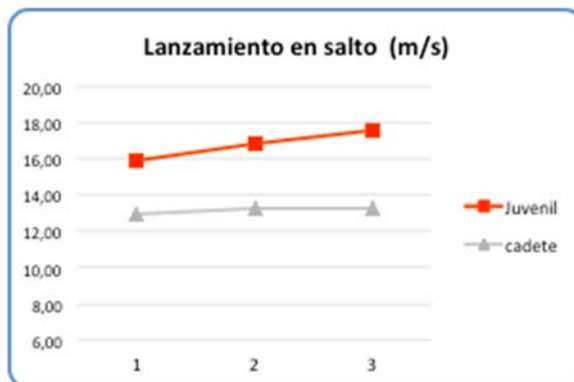


Gráfico nº 6: tabla comparativa de lanzamiento en salto, entre el grupo control y experimental.

Test de Wilcoxon	L.S. 1-2	L.S. 2-3	L.S. 1-3
<i>Juvenil</i>	0,000 *	0,007 *	0,001 *
<i>Cadete</i>	0,093	0,955	0,121

Tabla 13: Contraste de pruebas de Lanzamiento en Salto entre el grupo control y el grupo experimental (p-valor = 0,05)

Observando los datos obtenidos en el lanzamiento en salto y comparando los resultados entre el grupo control y el grupo experimental se observan como la comparativa de los test realizados en el grupo juvenil tienen un nivel de significación muy bajo, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

Sin embargo el grupo control muestra un nivel de significación alto, mayor del 5% por lo que se rechaza la hipótesis alternativa, aceptando así la hipótesis nula.

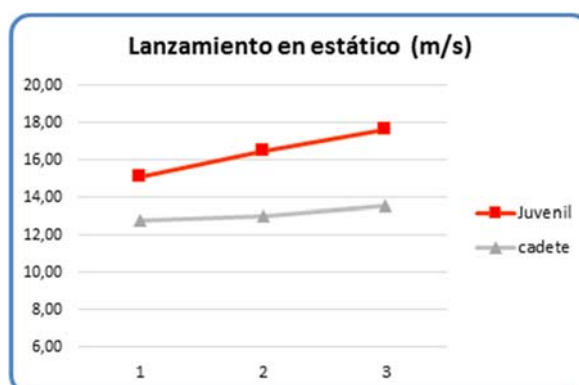


Gráfico nº 7: tabla comparativa de lanzamiento en estático, entre el grupo control y experimental.

Test de Wilcoxon	L.E. 1-2	L.E. 2-3	L.E. 1-3
<i>Juvenil</i>	0,001 *	0,003 *	0,000 *
<i>Cadete</i>	0,079	0,007 *	0,001 *

Tabla 14: Contraste de pruebas de Lanzamiento de Estático, entre el grupo control y experimental (p-valor = 0,05)

La ejecución del lanzamiento en posición estática permite observar como el nivel de significación en el grupo juvenil es muy bajo, cercano al 0%, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

Lo mismo sucede con el grupo control, excepto entre los meses de septiembre-enero donde el nivel de significación está por encima del nivel  $p$  computado del 5%, por lo que se acepta la hipótesis nula, esto puede deberse al mal inicio de temporada de las cadetes, lo que supuso valores bajos hasta la mitad de la temporada. Los meses de septiembre-enero y septiembre-marzo se rechaza esta hipótesis nula.

## 5.- DISCUSIÓN

Acerca de los resultados obtenidos en el salto vertical, consta que el salto *Abalakov* y *Counter Movement Jump (CMJ)* tienen unas mejoras significativas en el grupo experimental a lo largo de la temporada, pero el grupo control no muestra ningún nivel de significación durante los mismos. Por otra parte, el salto *Repeat Jump (RJ)* produce unas mejoras significativas en ambos grupos en la comparativa de los tres test realizada.

Esto puede deberse a la mayor masa corporal que muestra el grupo experimental ( $62 \pm 8,6\text{kg}$ ) frente al grupo control ( $54 \pm 5,9\text{kg}$ ), ya que el 82% de la variabilidad en el salto se debe al porcentaje de la masa corporal (Ferragut, Cortadellas, Arteaga-Ortiz, & Calbet, 2003).

En los datos obtenidos en el *test de la estrella* o SEBT divididos en dos apartados:

- Cuando es la pierna izquierda la que se coloca en el centro de la estrella, y la derecha la que se moviliza. En este caso donde mas diferencias significativas se observan es cuando se desplaza la pierna derecha hacia el lado derecho.
- Cuando es la pierna derecha la que se coloca en el centro de la estrella se observan mayores diferencias entre ambos grupos, ya que la mayoría de los datos obtenidos en las cadetes no presentan niveles significativos en ninguno de los movimientos, al contrario que las juveniles.

Esto nos indica que el programa de fortalecimiento del *core* al que fueron sometidas las juveniles puede influir en el incremento del equilibrio dinámico, aunque también haya otros factores no controlados que afecten a esa mejora.

Por último, los tests de lanzamiento en salto y en estático en las juveniles muestran mejoría a lo largo de la temporada, al contrario que en las cadetes que solo se observa mejora en el lanzamiento en estático.

La capacidad de salto y la estabilidad corporal influyen en el lanzamiento en salto. Es lógico pensar que mejores valores en esos factores (verificados en las pruebas anteriores) determinen mejores valores en test específico.

## 6.- CONCLUSIONES

- I. El entrenamiento sistemático del *core* puede ayudar a incrementar significativamente la capacidad de salto, así como la resistencia a la repetición del mismo a lo largo de la temporada, lo que nos hace afirmar que merece la pena aun a costa de restar tiempos de entrenamiento en pista.
- II. El trabajo de *core* favorece el aumento del equilibrio dinámico, tanto sobre el pie de apoyo habitual del lanzador de balonmano, como sobre el pie contrario, independientemente de la pierna libre.
- III. La ejercitación del *core* parece ser que ayuda a mejorar la velocidad de lanzamiento, la capacidad del salto vertical y la estabilidad asociada al mismo, factores propios del rendimiento deportivo en el balonmano.

La mejora es notable tanto en los lanzamientos en estático como en salto, superando los valores medios el 20%.
- IV. Esta sencilla investigación puede servir de base para estudios posteriores, afinando las variables del mismo, como por ej. contar con un grupo control de la misma categoría de edad, nivel y diseño de entrenamiento ordinario.

La muestra además de limitada por el número, lo está por la influencia de la edad de los grupos, con la consiguiente diferencia madurativa que conlleva la presencia de factores externos al entrenamiento, además no necesariamente equivalente.

Otras posibilidades, en posteriores estudios, serían tratar de averiguar la influencia del *core* en el índice de lesiones, efectividad de los lanzamientos, de los pases u otros dominios técnicos y tácticos, siempre contando con muestras mayores y/o equivalentes.

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Martínez, D., Chiroso, L. J., Martín, I., Chiroso, I. J., & Cuadrado-Reyes, J. (2012). Efecto del entrenamiento de la potencia sobre la velocidad de lanzamiento en balonmano. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 12(48).
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular: aspectos metodológicos* (Vol. 307). *Inde*.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 50(2), 273-282.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular: aspectos metodológicos* (Vol. 307). *Inde*.
- Brown, S. H., Vera-Garcia, F. J., & McGill, S. M. (2006). Effects of abdominal muscle coactivation on the externally preloaded trunk: variations in motor control and its effect on spine stability. *Spine*, 31(13), E387-E393.
- Campo, S. S., de Benito Trigueros, A. M., Velasco, J. M. I., Castán, J. C. R., & Castán, R. (2009). Validación de un protocolo para la medición de la velocidad de golpeo en fútbol. *Apunts. Educación física y deportes*, 2(96), 42-46.
- Chamorro, R. P. G., & Lorenzo, M. G. (2004). Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel. *Historia*, 1, 1.
- Ferragut, C., Cortadellas, J., Arteaga-Ortiz, R., & Calbet, J. A. (2003). Predicción de la altura de salto vertical. Importancia del impulso mecánico y de la masa muscular de las extremidades inferiores. Recuperado de <https://acceda.ulpgc.es/handle/10553/6532>.
- Fletcher, I. M., & Hartwell, M. (2004). Effect of an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(1), 59-62.

- García-López, J., Peleteiro, J., Rodríguez-Marroyo, J. A., Morante, J. C., Herrero, J. A., & Villa, J. G. (2005). The validation of a new method that measures contact and flight times during vertical jump. *International Journal of Sports Medicine*, 26 (4), 294-302.
- Hertel, J., Miller, S. J., & Denegar, C. R. (2000). Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*, 9(2), 104-116.
- Martínez, I. (2003). Estudio de la influencia en los factores del rendimiento del balonmano de distintos métodos del trabajo de la fuerza. *Tesis doctoral*, Universidad de León.
- McNeely, E. (2007). Introducción a la Pliometría: Conversión de la Fuerza en Potencia. *Obtenida el*, 23.
- Munro, A. G., & Herrington, L. C. (2010). Between-session reliability of the star excursion balance test. *Physical Therapy in Sport*, 11(4), 128-132.
- Nesser, T.W., & Lee, W.L. (2009). The relationship between core strength and performance in división I female soccer players. *JEPonline*, 12(2), 21-28.
- Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(3), 712-718.
- Segarra, V., Heredia, J. R., Guillermo, P., Sampietro, M., Moyano, M., & Fernando, M. A. (2014). Core y sistema de control neuro-motor: mecanismos básicos para la estabilidad del raquis lumbar. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 28(3), 521-529.
- Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. L. (2015). Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 79-85.