



universidad
de león



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

Curso Académico 2017/2018

PERFIL FUERZA – VELOCIDAD EN JUGADORES DE BALONMANO
CATEGORÍA SENIOR

Force- Velocity profile in Handball Players in the senior category

Autor/a: Juan Francisco Mozo Villaverde

Tutor/a: Dr. Jaime Fernández Fernández

Fecha: 29 de junio de 2018

VºBº TUTOR/A

VºBº AUTOR/A

RESUMEN

El balonmano es una modalidad deportiva de carácter intermitente y alta intensidad, donde las acciones explosivas son un factor de rendimiento importante. Estas manifestaciones han sido medidas generalmente a través de diferentes test de salto, entre los que se encuentra el perfil de fuerza-velocidad, una herramienta válida, de bajo coste y rápida aplicación, cuya utilización nos permite medir las capacidades neuromusculares de los miembros inferiores. Los objetivos de este trabajo final de grado fueron, determinar el perfil óptimo de fuerza-velocidad de los jugadores de balonmano, identificar su orientación y desequilibrio, y diseñar un entrenamiento individualizado de acuerdo a sus respectivos perfiles. Los participantes fueron 4 jugadores de balonmano de la categoría sénior (21.5 ± 1.7 años). Metodología: Se utilizó la sentadilla con salto con cargas progresivas para hallar el perfil F-V, y una plataforma de contacto, para cuantificar la altura de salto. Los resultados obtenidos muestran una ligera tendencia de los jugadores de balonmano hacia perfiles orientados a la velocidad, aunque también encontramos perfiles equilibrados u orientados a la fuerza. La conclusión de este trabajo manifiesta la necesidad de continuar investigando en este campo, y de atender a las individualidades de los deportistas, prescribiendo programas adecuados que permitan optimizar el entrenamiento y el rendimiento deportivo.

Palabras clave: Perfil Fuerza-Velocidad / Balonmano/ Categoría sénior/ Sentadilla con salto / Prueba de campo

ABSTRACT

Handball is an intermittent and high intensity sport, in which explosive actions are an important performance factor. These explosive actions have been measured by different types of jumping tests, like force- velocity profile, a validated, low cost and fast application tool, which allows us to measure the neuromuscular capacities of the lower limbs. The aim of this final project was to determine the optimal force- velocity profile of handball players, identifying their orientation and their force-velocity imbalance, and design an individualized training plan based on their respective profiles. The participants were 4 handball players of senior category (21.5 ± 1.7 years). Methodology: the squat jump with progressive loads was used to determinate the force- velocity profile, and a contact platform to quantify the height jump. The results showed a slight tendency of the handball players into profiles oriented forward velocity and also found balanced or force-oriented profiles. Based on the present results, we can suggest that it is necessary to continue investigating in this field, and attending to the individualities of the sportsmen, prescribing appropriate programs that allow optimizing the training and the sport performance.

Key words: Force-Velocity profile / Handball / Senior Category / Squat Jump / Field test

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
Contextualización y factores de rendimiento en el balonmano.....	4
El salto vertical como método de valoración y patrón específico en la competición	5
Perfil óptimo de fuerza- velocidad.....	6
2. JUSTIFICACIÓN Y ÁMBITOS DE INTERES	7
3. OBJETIVOS	8
4. METODOLOGÍA	8
Participantes.....	9
Instrumentos.....	9
Procedimiento.....	9
5. RESULTADOS	13
6. DISCUSIÓN	15
7. APLICACIONES PRÁCTICAS	17
8. CONCLUSIONES	20
Limitaciones.....	20
9. VALORACIÓN PERSONAL	21
10. BIBLIOGRAFÍA	22
11. ANEXOS	27
Anexo 1: Consentimiento informado para realizar una valoración del perfil fuerza – velocidad.	27
Anexo 2. La importancia de la familiarización en la valoración del perfil F-V.....	28

1. INTRODUCCIÓN

Contextualización y factores de rendimiento en el balonmano

El balonmano es un deporte olímpico, cuya práctica y popularidad se han venido incrementando en las últimas décadas (Ortega-Becerra, Pareja-Blanco, Jiménez-Reyes, Cuadrado-Peñañiel, y González-Badillo, 2017). Atendiendo a su naturaleza, se caracteriza por ser un deporte sociomotriz de cooperación/ oposición, cuya actividad se desarrolla en un espacio estandarizado y cuyo objetivo es introducir el balón en la portería contraria, en base a unas reglas codificadas y estandarizadas (Hernández, 1998). En él, dos equipos constituidos por siete jugadores, seis jugadores de campo y un portero, se enfrentan durante dos periodos de 30 minutos, alzándose con la victoria aquel conjunto que haya anotado más goles (Ingebrigtsen, Jeffreys, y Rodahl, 2013).

Aludiendo brevemente a su exigencia física y fisiológica, el balonmano es un deporte de contacto, y de carácter intermitente, que requiere de una adecuada condición física, con el objetivo de permitir a los jugadores mantener el ritmo de la competición (Wagner, et al., 2016), los niveles de fuerza (Michalsik y Aagaard, 2015), y la velocidad en el lanzamiento (Gorostiaga, Granados, Ibañez e Izquierdo, 2005). Durante un partido, la distancia recorrida oscila entre los dos y cinco kilómetros (Karcher y Buchheit, 2014), siendo una tercera parte realizada a alta intensidad, por encima del 80% de la frecuencia cardiaca máxima (Wagner, et al., 2016), aunque estos valores varían en función de la demarcación del jugador (Póvoas, et al., 2012). A nivel metabólico, el balonmano combina esfuerzos aeróbicos y anaeróbicos (Marques y González-Badillo, 2006), ya que a pesar de ser el metabolismo aeróbico la principal fuente energética (Póvoas, et al., 2012), las acciones más importantes para el rendimiento son de alta intensidad (saltos, esprines o lanzamientos) (Gorostiaga, Izquierdo, Iturrealde, Ruesta, e Ibañez, 1999), cuya fuente energética se obtiene en gran medida por el metabolismo anaeróbico (Póvoas, et al., 2012). Además, la naturaleza intermitente del deporte hace que las capacidades neuromusculares sean una pieza fundamental para un resultado óptimo (Dello Iacono, Ardigò, Meckel, y Padulo, 2016), ya que en la mayoría de las acciones explosivas del juego (lanzamientos, saltos o cambios de dirección) interviene el ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) (Aguilar, 2017).

En definitiva, la práctica del balonmano no sólo requiere de un buen dominio técnico-táctico (Van den Tillaar y Cabri, 2012; Nikolaidis y Ingebrigtsen, 2013), sino que también va a ser primordial alcanzar un elevado desarrollo de las capacidades físicas como la velocidad, la resistencia y la fuerza (Ziv y Lidor, 2009).

El salto vertical como método de valoración y patrón específico en la competición

La valoración de la condición física es útil y conveniente, ya que nos va a informar de cuál es el estado actual del deportista y cómo es su evolución. Para ello, es necesario acudir a la literatura científica existente, identificar cuáles son las demandas específicas de la modalidad deportiva y determinar que variables se han correlacionado con el rendimiento deportivo en nuestro grupo poblacional.

Los métodos de valoración, que se han utilizado comúnmente en el ámbito del balonmano para evaluar el rendimiento deportivo, han sido el sprint, la agilidad, la fuerza máxima, la velocidad de lanzamiento y el salto (Marques y González-Badillo, 2006, en Bautista, et al., 2016).

De entre los saltos, destaca, por un lado, el salto con contramovimiento (en adelante CMJ) caracterizado por ser un movimiento compuesto por una fase de descenso y otra de ascenso, realizándose esta última de forma inmediata e ininterrumpida, aprovechando la energía elástica del CEA. Y por el otro, la sentadilla con salto (en adelante SJ), cuyo movimiento se inicia desde una posición mantenida de media sentadilla, aproximadamente durante 2-3 segundos (disipa la energía elástica), ejecutándose a continuación el despegue.

Los saltos verticales se han empleado muy a menudo en literatura científica como métodos de evaluación indirecta de la fuerza explosiva de los miembros inferiores, tanto en jugadores de élite como en deportistas amateur (González-Rave, et al., 2014; Hermassi, et al., 2014; Massuça, Frago, y Teles, 2014 en Aguilar, 2017). En este sentido, también han sido utilizados como métodos de monitorización de los niveles de rendimiento deportivo (Quagliarella, Sasanelli, Belgiovine, Moretti, y Moretti, 2010). De hecho, la capacidad de salto vertical se ha relacionado con la fuerza máxima, el índice de producción de fuerza y la capacidad pliométrica (Rimmer y Sleivert, 2000). Además, la simplicidad del salto, junto con su corta duración, hace que sea un test óptimo para analizar los movimientos explosivos (Samozino, 2017).

El salto es un patrón importante y decisivo en la práctica del balonmano, y con el que los jugadores se encuentran familiarizados (Carvalho, Mourão, y Abade, 2014). Concretamente, y a efectos prácticos, podemos observar que el salto, junto con la altura de salto, será relevante tanto en acciones ofensivas como defensivas, como, por ejemplo, al superar o realizar un bloqueo defensivo o cuando se realiza un lanzamiento. Asimismo, un aumento del tiempo de vuelo, fruto recíproco de una mayor altura de salto, va a implicar una mayor disposición temporal para poder ejecutar el lanzamiento y reaccionar ante los movimientos

del portero, permitiendo al jugador adaptarse a la situación y realizar los ajustes pertinentes (Carvalho, Mourão, y Abade, 2014; Wagner, Finkenzeller, Würth, y Von Duvillard, 2014).

Perfil óptimo de fuerza- velocidad

La fuerza y la velocidad son capacidades físicas de vital importancia en balonmano, y que deben ser entrenadas en función de la posición que ocupan los jugadores sobre el terreno de juego, las características del deportista, su habilidad y las demandas específicas que le sean requeridas en la competición (Ziv y Lidor, 2009). En este sentido, una correcta evaluación del perfil fuerza- velocidad (en adelante perfil F-V) nos va a proporcionar una información muy valiosa, que nos ayudará a conocer mejor al deportista, adaptarnos a sus necesidades y prescribir un entrenamiento individualizado a sus características (Samozino, 2017). Por tanto, esta metodología nos va a permitir, por un lado, determinar los niveles individuales de potencia, fuerza y velocidad, y por el otro lado, identificar cual es la orientación del perfil de nuestro deportista, es decir, si tiende más a un perfil de fuerza o de velocidad. Además, también podremos identificar si existe un desequilibrio entre las variables fuerza-velocidad y analizar cuál sería el equilibrio óptimo (Samozino, 2017).

El perfil óptimo de fuerza- velocidad, es una reciente metodología validada por Samozino, Morin, Hintzy y Belli (2008), que partiendo de un análisis del modelo mecánico muscular descrito por Hill (1983), y atendiendo a la relación existente entre la fuerza y la velocidad, pretende identificar de forma simple y precisa, las capacidades mecánicas del sistema neuromuscular de los miembros inferiores. Esta relación ha manifestado ser inversa e hiperbólica en las acciones de los músculos aislados (Hill, 1938; Thorstensson, et al., 1976 en Samozino, 2017), mientras que en acciones multiarticulares revela ser lineal (Bosco et al., 1995; Rahmani et al., 2001; Vandewalle et al., 1987; Yamauchi y Ishii, 2007 en Samozino, et al., 2010).

Inicialmente, esta metodología se propuso para los saltos verticales, más concretamente para el SJ (Samozino, et al., 2008), y posteriormente para el CMJ (Jiménez- Reyes, et al., 2014, Jiménez- Reyes, et al., 2016). Sin embargo, el incipiente reconocimiento y aceptación de este modelo entre la comunidad científica, en el contexto del análisis de la relación fuerza- velocidad en acciones balísticas de los miembros inferiores (Giroux, Rabita, Chollet y Guilhem, 2015), supuso que este modelo se validase rápidamente en otros contextos como los sprints (Samozino, et al., 2016) o la ejecución de otros ejercicios de fuerza, como el press de banca (Rahmani, Samozino, Morin y Morel, 2017).

2. JUSTIFICACIÓN Y ÁMBITOS DE INTERES

Los esfuerzos realizados en el campo del entrenamiento deportivo, se han dirigido en los últimos años hacia el diseño y elaboración de nuevas herramientas, que nos permitan llevar un control periódico del entrenamiento y del estado de nuestro deportista (Rodríguez, 2015). En este contexto, nace el perfil óptimo de fuerza-velocidad, un test de campo cuyas prestaciones permiten realizar una correcta valoración del deportista de forma válida y fiable. El cálculo del perfil F-V pretende identificar la orientación del deportista y su estado de forma, para posteriormente atender a sus necesidades y características personales e intervenir sobre su entrenamiento, individualizándolo (Rodríguez, 2015).

El perfil óptimo de fuerza-velocidad se caracteriza por su sencillez, bajo coste y rápida utilización. Además, pertenece a un proyecto vanguardista que ha desembocado a su vez, en el ámbito de las nuevas tecnologías, sirviendo de soporte para el desarrollo de novedosas aplicaciones (Balsalobre-Fernández, Glaister y Lockett, 2015; Balsalobre-Fernández, Agopyan y Morin, 2017). Asimismo, esta metodología se ha integrado en el ámbito del alto rendimiento, aplicándose en deportistas del más alto nivel (Giroux, Rabita, Chollet y Guilhem, 2016). La relevancia de sus datos, junto con su carácter utilitario manifestado a través del perfil F-V, ha logrado que esta metodología suponga un gran avance y aportación en el ámbito del entrenamiento. De hecho, se ha observado que los atletas generalmente poseen perfiles de fuerza-velocidad alejados de lo que sería su perfil óptimo, por lo que esta línea de trabajo podría ser una perspectiva interesante sobre la que incrementar su rendimiento deportivo (Giroux, et al., 2016).

Por otro lado, al revisar la literatura científica podemos observar como los estudios que abordan esta temática son escasos, ya que se trata de una innovadora línea de investigación (Giroux, et al., 2016; Samozino, 2017; Jiménez- Reyes, Samozino, Brughelli y Morin, 2017; Hervéou, et al., 2018), pudiendo ser una buena oportunidad para futuros estudiantes de máster y doctorado, permitiéndoles adentrarse en una carrera profesional ligada a la investigación. Por tanto, los principales ámbitos de interés con los que se relaciona este trabajo, son, por un lado, el entorno del entrenamiento y el rendimiento deportivo, y por el otro, el contexto ligado a la actividad investigadora.

3. OBJETIVOS

Los objetivos que persigue este trabajo de fin de grado son:

- *Poner en práctica un recurso actual, sencillo y válido para la valoración de los deportistas.*
- *Buscar, interpretar y sintetizar la información obtenida en las diferentes fuentes bibliográficas.*
- *Identificar la orientación individual de cada sujeto en base al desequilibrio obtenido entre la fuerza y la velocidad.*
- *Elaborar una propuesta descriptiva de entrenamiento de acuerdo a las orientaciones individuales de los deportistas y a la literatura científica publicada.*

4. METODOLOGÍA

Samozino et al. (2012) justifican esta metodología aludiendo a la inclusión de dos conceptos teóricos, fuerza máxima teórica (F_0) y velocidad máxima teórica (V_0). A partir de ellos, dan explicación a este complejo modelo matemático, en el que terminan concluyendo finalmente que la potencia máxima se alcanza aplicando la fuerza y velocidad óptimas, que corresponden a la mitad de la velocidad máxima teórica y la mitad de la fuerza máxima teórica (Figura 1).

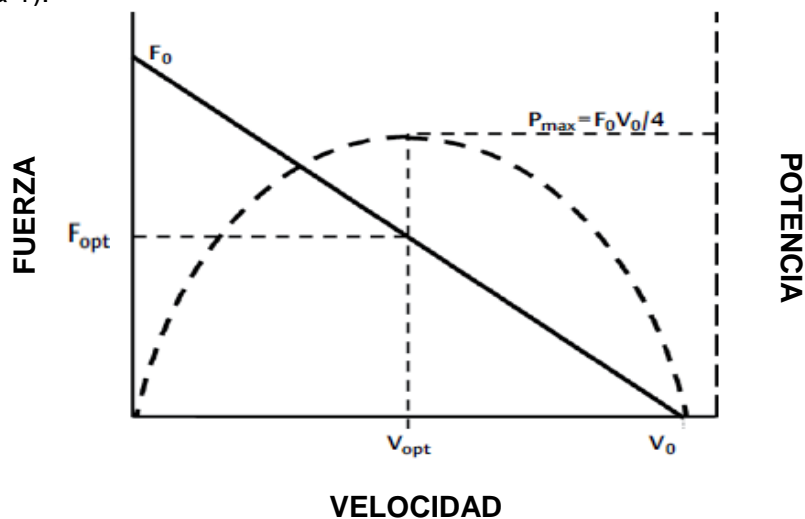


Figura 1. Relación lineal entre F-V (línea continua) y parabólica entre P-V (línea discontinua) en movimientos multiarticulares. La potencia máxima ($P_{m\acute{a}x}$) se obtiene aplicando la velocidad (V_{opt}) y fuerza óptima (F_{opt}), que corresponde a la mitad de la F_0 y V_0 (Fuente: Jaric, 2015).

Participantes

La muestra estuvo formada por cuatro jugadores semi-profesionales de balonmano pertenecientes al equipo nacional del Ademar de León, cuya edad se encuentra comprendida entre los 19 y 23 años (Edad: 21.5 ± 1.7 años, Peso: $84,3 \pm 11.5$ kg, Altura: 1.81 ± 0.062 m). Todos ellos fueron informados por escrito del objetivo de la intervención y de su procedimiento, previo consentimiento del equipo y de su entrenador (Anexo 1). Todos los sujetos que iban a realizar la prueba experimental ejecutaron, durante las dos semanas anteriores, el correspondiente periodo de familiarización, que coincidía con el calentamiento que posteriormente se utilizó, y que más adelante se describe. De la misma manera, también se verificó que todos ellos tuvieran una experiencia previa, entre dos y tres años, en el trabajo de fuerza (manejo de cargas medias-altas).

Instrumentos

Para la realización de la prueba se utilizó una plataforma de contacto láser (SportJump System Pro) validada por García-López et al. (2005), cuya precisión es de un milisegundo (500 Hz), con la que se identificaba la altura de salto a partir del tiempo de vuelo. Asimismo, contábamos con una máquina "Smith machine", cuya barra pesaba 10 kg, sobre la que se cargaban los discos necesarios hasta completar la carga que debía ser levantada. También, fue necesario un marcador luminoso para identificar la correspondiente región anatómica y una cinta métrica con la que se establecía la altura de salida individual en cada intento.

Procedimiento

Los participantes fueron testados el mismo día, en horario de tarde, en el Centro de Alto Rendimiento de León. En primer lugar, se recogieron las medidas necesarias, de acuerdo a la metodología utilizada por Samozino et al. (2008), para la elaboración del perfil F-V (Figura 2).

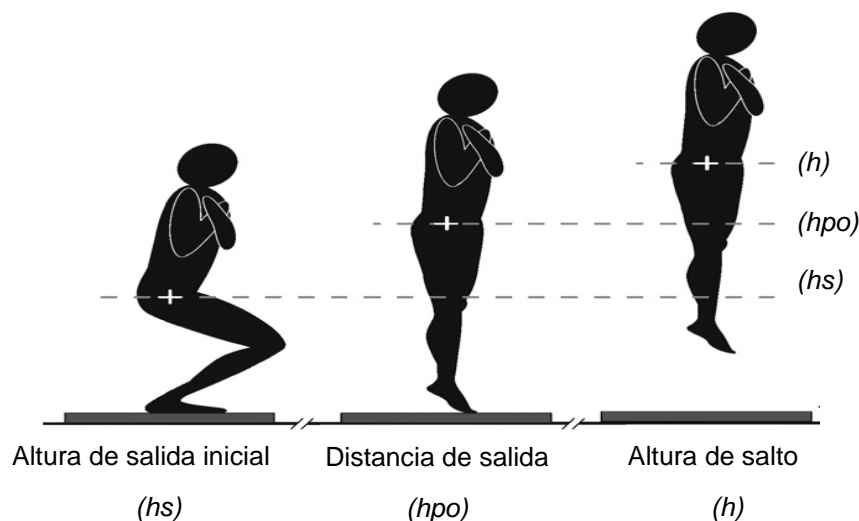


Figura 2. Las tres posiciones claves en un salto con sentadilla y las tres variables utilizadas para aplicación de esta metodología (Fuente: Samozino, et al., 2008).

Las medidas que se tomaron fueron las siguientes:

- Peso corporal, junto con la carga adicional que le fuéramos añadiendo en las próximas series, expresada en kilogramos (m).
- Altura de salto (h) expresada en metros, identificada a partir del tiempo de vuelo.
- Altura de salida inicial (hs), que corresponde a la distancia (expresada en metros) entre la región anatómica de la cresta iliaca superior en posición de SJ con flexión de noventa grados, hasta el suelo.
- Distancia de impulso (hpo), que corresponde con la longitud de los miembros inferiores con el tobillo en extensión en la posición de decúbito supino, concretamente desde la creta iliaca antero superior hasta las falanges de los pies (Figura 3).



Figura 3. Medición de la longitud de los miembros inferiores con extensión de tobillo que corresponde con la distancia de salida (hpo) previa al salto vertical (Fuente: Samozino, 2017).

A continuación, se aplicó un protocolo de calentamiento de 10 minutos propuesto por Rodríguez (2015), que consistía en cinco minutos de carrera continua, dos series de diez sentadillas completas y dos series de cinco sentadillas con salto ejecutados correctamente y de intensidad progresiva, cuyo tiempo de recuperación era de dos minutos entre series. Posteriormente, y previa recuperación, se les pidió que el primer salto se realizase sin carga y con las manos cruzadas sobre el pecho, mientras que cuando se les propuso el resto de saltos con carga, estas debían de colocarse sobre la barra y no podían perder el contacto durante el movimiento (Jiménez- Reyes, et al., 2017). La posición inicial adoptada, previa al inicio del movimiento, se comprobaba antes de cada intento, permitiéndose una posición confortable que cumpliera con la condición de mantener una flexión de rodilla en torno a los 90° y que se mantuviera durante 2 segundos antes del inicio del movimiento (Figura 4).

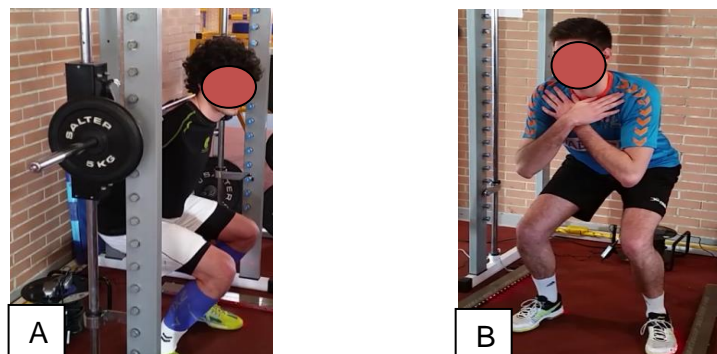


Figura 4. Sentadilla con salto sin peso (B) con las manos situadas sobre el pecho y sentadilla con salto con peso (A) con las manos situadas sobre la barra, con una flexión de rodillas entorno a los 90° .

Además, en cada intento se alentaba al sujeto para que aplicase la máxima fuerza y despegase lo más rápido posible, para alcanzar así la mayor altura vertical. También se le advertía verbalmente de la imposibilidad de realizar contramovimiento, al mismo tiempo que se comprobaba cuidadosamente en cada salto. Asimismo, también se examinó que el aterrizaje se produjera con las piernas extendidas evitando posibles engaños a la plataforma. En el caso de que alguno de estos criterios no se cumpliera el salto quedaba anulado y debía de repetirse (Samozino, et al., 2008; Samozino, et al., 2012; Samozino, et al., 2014; Rodríguez, 2015; Jiménez- Reyes, et al., 2017).

La secuencia que se estableció para el incremento progresivo de las cargas fue del 0, 25, 50, 75, 100% del peso corporal de los sujetos (Samozino, et al., 2014). Además, se realizaron dos intentos válidos por cada carga, cuyo tiempo de recuperación era de 2 minutos entre intentos, y de 5 minutos entre series con distinta carga (Samozino, et al., 2008; Samozino, et al., 2012; Samozino, et al., 2014; Rodríguez, 2015; Jiménez- Reyes, et al., 2017).

Por último, a partir de las variables citadas anteriormente, y aplicando las siguientes formulas (Figura 5), se estimó la velocidad, la fuerza y la potencia de los miembros inferiores que se alcanzaba en cada salto.

$$F = m.g. \left(\frac{h}{h_{PO}} + 1 \right) \quad v = \sqrt{\frac{g.h}{2}} \quad P = m.g. \left(\frac{h}{h_{PO}} + 1 \right) \cdot \sqrt{\frac{g.h}{2}}$$

Figura 5. Ecuaciones para estimar la fuerza (F), la velocidad (V) y la potencia (P) a partir de una serie de variables (Fuente: Samozino, 2017).

Finalmente, a partir de todos los datos citados anteriormente, se elaboró el perfil F-V y se determinó el desequilibrio entre la fuerza y la velocidad (F-V imb). Este concepto fue propuesto por Samozino et al. (2013) para referirse a la diferencia existente entre el perfil actual de F-V del atleta (S_{fv}) y su perfil óptimo de F-V (S_{fvOpt}), cuyo resultado se expresa en términos porcentuales a partir de la aplicación de la siguiente fórmula (Figura 6). Este criterio, también ha sido utilizado por Jiménez- Reyes et al. (2017), quienes apoyándose en una nueva fórmula (Figura 7), elaborada a partir de una simplificación de la anterior, propusieron una clasificación donde establecían los puntos de corte de cada tipo de desequilibrio en función de lo enfático que fuese y unas ratios de trabajo (Tabla 1).

$$F - Vimb(\%) = 100 \times \left(1 - \frac{S_{fv}}{S_{fvOpt}} \right)$$

Figura 6. Ecuación para calcular el desequilibrio entre la fuerza y la velocidad del atleta. (Fuente: Samozino, et al., 2013).

$$F - Vimb(\%) = \frac{Sfv}{SfvOpt}$$

Figura 7. Ecuación para calcular el desequilibrio entre la fuerza y la velocidad del atleta. (Fuente: Jiménez- Reyes, et al., 2017).

Tabla 1. Categorías de desequilibrios entre fuerza y velocidad, puntos de corte y ratios de entrenamiento (Fuente: Jiménez-Reyes, et al., 2017).

Categorías F-v imb	Puntos de corte F-V imb (%)	Ratio de entrenamiento
Déficit alto de fuerza	< 60	3 Fuerza 2 Fuerza – potencia 1 Potencia
Déficit bajo de fuerza	60-90	2 Fuerza 2 Fuerza – potencia 2 Potencia
Equilibrio	>90 -110	1 Fuerza 1 Fuerza – potencia 2 Potencia 1 Potencia - velocidad 1 Velocidad
Déficit bajo de velocidad	>110-140	2 Velocidad 2 Potencia - Velocidad 2 Potencia
Déficit alto de velocidad	> 140	3 Velocidad 2 Potencia - velocidad 1 Potencia

5. RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en la valoración del perfil F-V los cuales presentan un coeficiente de correlación lineal consistente ($R^2 > 0,90$) (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados individuales de los sujetos sometidos al protocolo perfil F-V.

VARIABLES	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4
Peso (Kg)	73	78	86,90	99,3
Estatura (m)	1,75	1,77	1,85	1.88
Hs (m)	0,69	0,65	0,58	0,84
Hpo (m)	1,10	1,09	1,26	1,19
F ₀ (N)	2125,0	2931,31	2380,1	3181,0
F ₀ / peso (N / Kg)	29,1	37,6	27,4	32,0
V ₀ (m/s)	3,18	2,33	2,35	2,75
Pot. máx (W)	1688	1709	1400	2185
Pot. máx/ peso (W/Kg)	23,13	21,92	16.11	22
H máx (m)	0,324	0.334	0.266	0.288
Sfv	-9,16	-16.10	-11.64	-11.66
Sfv Opt.	-13,9	-13.49	-11.84	-15.02
FV-imb (%)	34,10	19.38	1.71	22.38
ORIENTACIÓN:	Déficit bajo de fuerza (65%)	Déficit bajo de velocidad (119%)	Equilibrado (98%)	Déficit bajo de fuerza (77%)

Abreviaciones: *Hs*: altura de salida inicial; *Hpo*: distancia de salida; *F₀*: Fuerza máxima teórica; *V₀*: Velocidad máxima teórica; **Pot. Máx**: Potencia máxima; **H máx**: Altura máxima de salto; **Sfv**: Perfil actual fuerza - velocidad; **Sfv Opt**: Perfil óptimo fuerza – velocidad; **FV-imb**: Desequilibrio entre fuerza y velocidad.

En este sentido, atendiendo a la clasificación propuesta por Jiménez-Reyes et al. (2017) en función de los desequilibrios existente entre las variables fuerza y velocidad (F-V imb) podemos establecer cuál es la orientación del perfil de nuestro deportista.

En este caso, analizando los datos obtenidos, podemos observar que el jugador 1 (Figura 8) y el jugador 4 (Figura 9) manifiestan tener un perfil de déficit bajo de fuerza, ya que su

F-V imb se encuentra comprendido entre el 60 y el 90% del FV imb. Sin embargo, atendiendo al caso del sujeto 2 (Figura 10), podemos observar como, por el contrario, presenta un déficit bajo de velocidad, ya que su porcentaje de F-V imb se encuentra comprendido entre el 110-140 %. Por último, el sujeto 3 (Figura 11) manifiesta un perfil de fuerza- velocidad equilibrado, ya que presenta una puntuación que se encuentra comprendida entre el 90-110 %. Este resultado quiere decir que apenas existen diferencias entre su perfil actual y el perfil óptimo.

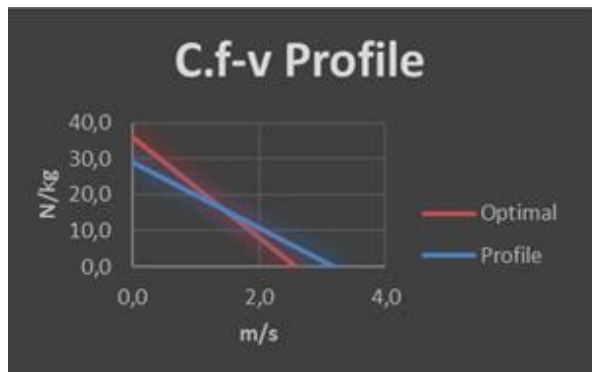


Figura 8. Sujeto 1 - Perfil con déficit bajo de fuerza (F-V imb = 65 %).

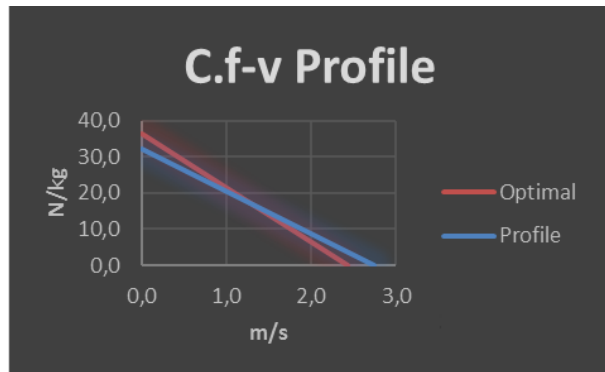


Figura 9. Sujeto 4 - Perfil con déficit bajo de fuerza (F-V imb = 77 %).

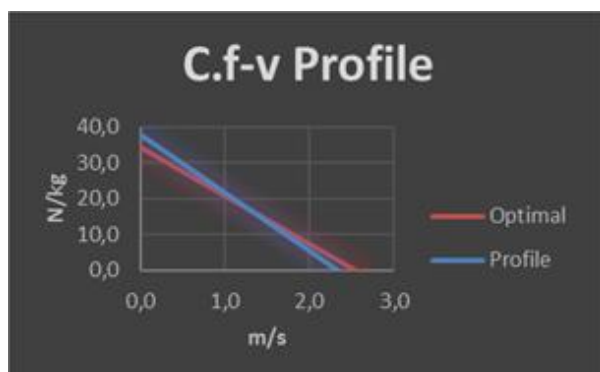


Figura 10. Sujeto 2 - Perfil con déficit bajo de velocidad (F-V imb = 119 %).

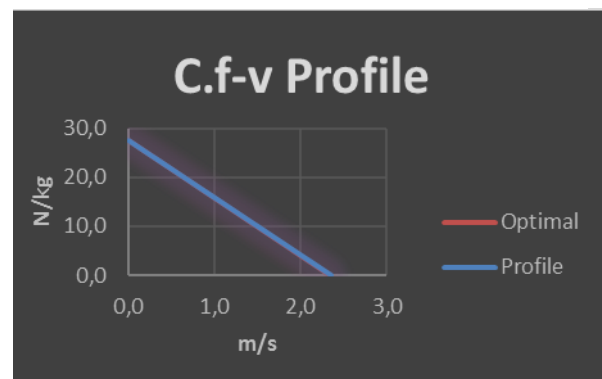


Figura 11. Sujeto 3 - Perfil equilibrado (F-V imb = 98 %).

Además, esta representación gráfica nos muestra visualmente la comparación entre el perfil manifestado por el propio sujeto (línea azul) y el perfil óptimo (línea roja) que le correspondería. En este sentido, podemos observar como cada sujeto presenta unas capacidades mecánicas neuromusculares completamente individuales, de acuerdo a sus características. Por tanto, un entrenamiento individualizado, adecuado a las características de cada jugador, es decir, atendiendo a la orientación que le caracterice, reduciría la diferencia entre las variables fuerza y velocidad, aumentando su rendimiento en el salto sin una modificación de la potencia máxima generada (Samozino, et al., 2014).

6. DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo pretende abordar la nueva metodología propuesta por Samozino et al. (2008) para hallar el perfil F-V en jugadores de balonmano, establecer cuál es el perfil óptimo individual de cada deportista e identificar a través de la variable F-V imb la orientación de su perfil, para proponer, a continuación, un programa descriptivo de entrenamiento de acuerdo a la literatura científica existente.

La relación entre fuerza y la velocidad ha demostrado ser lineal y con una fuerte consistencia en movimientos multiarticulares como los levantamientos (García-Ramos, Jaric, Padial y Feriche, 2016; Sánchez-Medina, González-Badillo, Pérez, y Pallares, 2014; Sreckovic et al., 2015 en Zivkovic, Djuric, Cuk, Suzovic y Jaric, 2017), los saltos (Nikolaidis, 2012; Cuk et al., 2014; Giroux, Rabita, Chollet y Guilhem, 2015; Feeney, Stanhope, Kaminski, Machi, y Jaric, 2016 en Zivkovic, et al., 2017), o deportes concretos, como el ciclismo (Zivkovic, et al., 2017) o el atletismo (Zivkovic et al., 2017).

Tras realizar una revisión de la bibliografía, podemos establecer que, a día de hoy, la literatura científica carece de estudios en donde se aborde concretamente el perfil F-V en la disciplina deportiva del balonmano. En este sentido, y ampliando la búsqueda a deportes de carácter colectivo, tampoco encontramos resultados que nos permitan comparar nuestra muestra con otras poblaciones. Sin embargo, sí que existen estudios realizados en otras modalidades deportivas donde se analiza el perfil F-V (Figura 12) como por ejemplo el ciclismo, la esgrima, el taekwondo (Giroux, et al., 2016) y el remo (Giroux, et al., 2017).

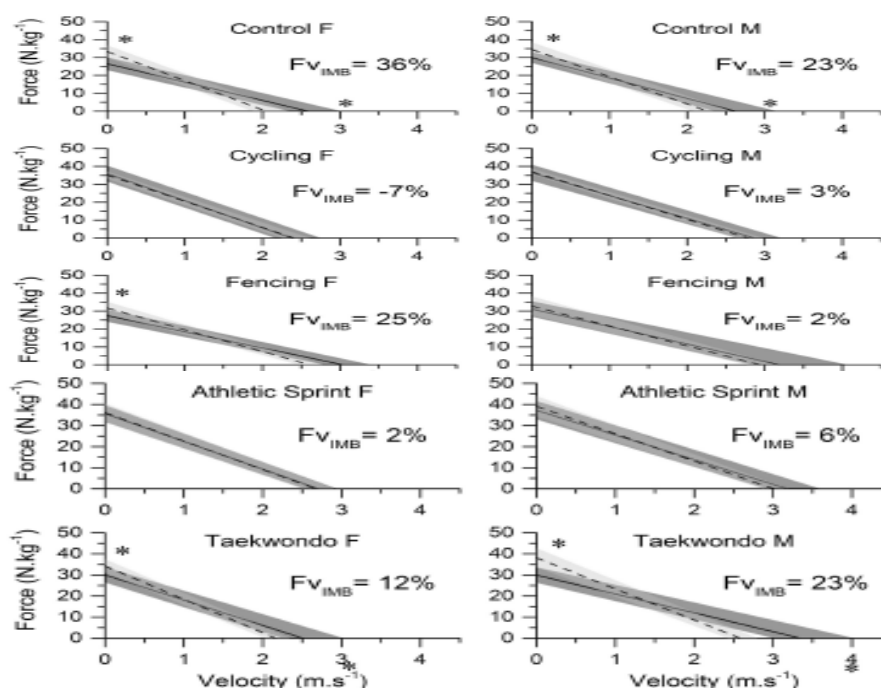


Figura 12. Perfil fuerza- velocidad medido (negro y línea continua) y perfil óptimo de fuerza velocidad en diversos deportes (blanco y línea discontinua) (Fuente: Giroux, et al., 2016).

No obstante, el único estudio que hace un análisis del perfil F-V en un deporte colectivo e intermitente, es el llevado a cabo por Hervéou et al. (2018), en donde analizan específicamente la demarcación del portero en la disciplina del fútbol. Sin embargo, esta demarcación cuenta con unas características determinadas que no se asemejan a las abordadas por los jugadores de balonmano.

Por último, y con el propósito de discutir los resultados, encontramos el estudio llevado a cabo por Samozino et al. (2013), cuya muestra, configurada por jugadores de rugby, de fútbol y velocistas, parece entrañar una cierta "similitud" con la práctica del balonmano. En este estudio se puso de manifiesto que aquellos jugadores cuya modalidad deportiva requiriese de acciones predominantemente explosivas en dirección horizontal, (por ejemplo, aceleraciones o esprines) como en el caso de jugadores de fútbol o velocistas, la orientación a la que tenderían sus perfiles se caracterizaría por una orientación a la velocidad (Jiménez-Reyes, et al., 2014). Sin embargo, aquellos deportistas cuyo entrenamiento se fundamenta en el levantamiento de cargas altas, como por ejemplo jugadores de rugby, tenderán a manifestar un perfil orientado a la fuerza (Samozino, et al., 2013; Jiménez-Reyes, et al., 2014). De acuerdo con lo anterior, podemos observar como nuestro trabajo tiende a cumplir estas afirmaciones, ya que dos de nuestros jugadores (sujeto 1 y sujeto 4) cumplen con estos criterios, ya que poseen un perfil orientado a la velocidad, presentando consecuentemente un déficit de fuerza. Sin embargo, la carencia e insuficiente literatura científica no nos permite hacer una comparación con mayor profundidad, pudiendo reafirmar únicamente que la orientación del perfil F-V, es totalmente individual, estando definido por las capacidades neuromusculares del sujeto de producir fuerza y generar velocidad (Samozino, 2017).

Por último, añadir que de esta metodología han surgido nuevas propuestas y protocolos de intervención, con el objetivo hacerla más sencilla y rápida, pudiendo testar un mayor número de jugadores. Una de las propuestas que se han hecho, ha sido modificar el número de cargas necesarias para determinar el perfil F-V. Recientemente, Jaric (2016) propuso un nuevo modelo donde únicamente se utilizaban dos cargas para determinar el perfil F-V. Ambos modelos, tanto el de dos cargas como el tradicional, de cinco cargas, fueron comparados más tarde por Zivkovic et al. (2017), quien concluyó que ambos manifestaban tener validez. Otra de las aportaciones que se han hecho, con el fin de poder adecuarlo a todas las poblaciones, ha sido modificar el tipo de carga a utilizar, pudiendo ser un porcentaje del peso corporal (Samozino, et al. 2008), un porcentaje relativo del peso máximo levantado, es decir, del 1 RM, (Giroux, et al., 2015) o valores absolutos (Samozino, et al., 2014). Todas estas propuestas se postularon con el objetivo de mejorar esta metodología, pudiendo testar a un mayor número de atletas y adecuar la carga a sus características.

7. APLICACIONES PRÁCTICAS

Un entrenamiento individualizado, atendiendo a las características y a la orientación que caracterice al jugador, va a suponer una reducción en la diferencia en las variables fuerza y velocidad (F-V imb), aumentando consecuentemente su rendimiento en el salto (Samozino, et al., 2014).

Por tanto, una vez obtenidos y descritos los perfiles de nuestros deportistas, debemos proponer una carga de trabajo que les permita mantener un estado de equilibrio entre las variables fuerza y velocidad, y que, además, les acerque lo máximo posible a su perfil óptimo. Las cargas de trabajo las dividiremos en rangos de fuerza, fuerza-potencia, potencia-velocidad o de velocidad de acuerdo a la propuesta realizada por Jiménez- Reyes (2017).

A continuación, y en función de la orientación que haya manifestado el deportista y lo acentuado que hayan sido sus desequilibrios, se le prescribirá en mayor, igual o menor proporción, aquellas cargas de trabajo que le permitan mejorar en esa faceta, con el objetivo de compensar las deficiencias y corregir el desequilibrio existente entre ambas variables. Por ejemplo, en aquellos perfiles cuyo déficit sea la fuerza, la intervención estará dirigida sobre la capacidad de generar la máxima fuerza (F_0), al mismo tiempo que pretendemos reducir el desequilibrio entre F-V, con el fin de lograr incrementar la potencia máxima (Samozino, et al., 2012). Para ello, deberemos de nutrirnos del entrenamiento de fuerza con cargas elevadas, por encima del 70 % de nuestra repetición máxima (en adelante RM), cuyos efectos proporcionarán una mejora de las capacidades neuromusculares (Cormie et al., 2007, 2010; Rønnestad et al., 2012, 2016; Zaras et al., 2013, en Jiménez- Reyes, et al., 2017).

Por el contrario, en aquellos deportistas cuyo perfil está relacionado con un déficit de velocidad, será necesario actuar sobre la capacidad para generar la máxima velocidad (V_0), es decir, producir la máxima fuerza en una contracción a alta velocidad. Para ello, es necesario que la carga de entrenamiento este orientada hacia acciones explosivas, en otras palabras, esfuerzos cuya aceleración y velocidad de ejecución sean máximas. Para ello, será necesario el uso de cargas bajas, por debajo del 30 % RM, o incluso, cargas negativas (Argus, Gill, Keogh, Blazevich y Hopkins, 2011; Markovic, Vuk y Jaric, 2011). En este sentido, se han observado mejores resultados si se reduce o elimina la fase de frenado, pudiendo ser una estrategia interesante para potenciar su mejora (Cormie, McGuigan y Newton, 2010).

Finalmente, en el caso de encontrarnos con un perfil equilibrado, el entrenamiento deberá estar dirigido a la mejora de ambas capacidades, tanto la de producir fuerza como la de generar velocidad, manteniendo siempre el equilibrio entre fuerza y velocidad (Jiménez-Reyes, 2017). Por tanto, será necesario trabajar con un alto rango de cargas, desde pesadas a ligeras, combinándolas adecuadamente. (McBride, Triplett-McBride, Davie y Newton, 2002; Kotzamanidis et al., 2005; Cormie et al., 2007 en Jiménez-Reyes, et al., 2017). No obstante, el hecho de que un deportista tenga potenciada una capacidad en concreto, por ejemplo, la fuerza, no quiere decir que debemos focalizar exclusivamente en su punto débil, la velocidad, sino que deberemos de mantener un equilibrio y seguir un orden lógico de entrenamiento, atendiendo a sus características.

En este sentido, tomando como referencia la propuesta realizada por Jiménez-Reyes et al. (2017) sobre las ratios óptimas entre sesiones de diferente orientación (Tabla 1), el tipo de ejercicios y las intensidades de trabajo en función del perfil de cada sujeto, propongo el siguiente programa (Tabla 3). Este programa de entrenamiento comprende un periodo temporal de 12 semanas de entrenamiento, con dos sesiones de entrenamiento a la semana, cuyas sesiones se encuentran comprendidas por 3 series de cada ejercicio propuesto. Además, es importante que cada sesión se realice cuando el jugador este completamente recuperado, por este motivo, se propone que sea necesaria una separación entre sesiones de un intervalo de tiempo superior a las 42 horas. En función de la capacidad sobre la que intervenga, el número de repeticiones variará. El rango de repeticiones, como pauta general, para los ejercicios de fuerza serán entre 1- 5 repeticiones, los rangos de potencia serán entre 4-8 repeticiones y para los ejercicios de velocidad, los rangos de repeticiones serán entre 8-10 repeticiones.

Este programa trata de atender a las diferentes necesidades de cada jugador en función de sus características, tratando de incidir sobre sus debilidades para potenciarlas, pero también interviniendo, con diferentes cargas, sobre toda la curva de fuerza-velocidad. En este sentido, pretenderemos actuar sobre todas las manifestaciones de la fuerza, pero manteniendo siempre el desequilibrio entre la fuerza – velocidad, o tratando de disminuirlo progresivamente.

Tabla 3. Intensidad y tipos de ejercicios en función de la orientación del perfil F-V (Fuente: *Adaptado de Jiménez- Reyes, et al., 2017*).

Objetivo	Ejercicios	Intensidad
Fuerza	Sentadilla trasera	80-90% 1RM
	Sentadilla frontal	80-90% 1 RM
	Peso muerto convencional	90-95% 1RM
	Peso muerto sumo	90-95% 1RM
	Prensa de piernas	90-95% 1RM
Fuerza- potencia	Cargada completa	80% 1RM
	Arrancada	80% 1RM
	Peso muerto	80% 1RM
	CMJ	> 80 % del peso corporal
	SJ	> 70% del peso corporal
Potencia	SJ	20-30% del peso corporal
	CMJ	35-45% del peso corporal
	SJ unilateral	Peso corporal
	CMJ unilateral	10% Peso corporal
	Cargada colgante	65% 1RM
Potencia-rápida	Salto desde altura	-----
	SJ	Peso corporal
	CMJ	10% del peso corporal
	Salto al cajón	-----
	Power Skipping	Peso corporal
	Sentadilla Split	Peso corporal
	Zancada con salto	Peso corporal
Velocidad	CMJ con brazos	Peso corporal
	SJ con brazos	Peso corporal
	Saltos facilitados	-----

Abreviaciones: **CMJ:** Salto con contramovimiento; **SJ:** Sentadilla con salto; **RM:** Repetición máxima

8. CONCLUSIONES

El perfil fuerza- velocidad ha manifestado ser una herramienta útil e interesante, ya que su bajo coste y simplicidad, permite al cuerpo técnico servirse de sus datos, y utilizarla periódicamente como un test de campo para valorar a sus deportistas. Además, la información que se desprende en este test, no solo nos permite detectar el desequilibrio existente entre la capacidad de generar fuerza y velocidad (Samozino, et al., 2014; Samozino, et al., 2012), sino que también nos permite evaluar las adaptaciones que se producen con el entrenamiento o tras una intervención de rehabilitación (Cormie, McGuigan y Newton, 2010) así como analizar el déficit bilateral entre ambos segmentos. (Samozino, Rejc, di Prampero, Belli y Morin, 2014). Por tanto, es evidente la aplicabilidad de este recurso como método para optimizar el entrenamiento y el rendimiento deportivo, analizar las capacidades neuromusculares o hacer un seguimiento de un deportista y observar su evolución durante una o varias temporadas. Además, las nuevas propuestas que se han planteado para la mejora de esta metodología, han demostrado ser válidas y fiables, permitiendo que un mayor número de jugadores sean testados, y que además se necesite un menor tiempo.

Limitaciones

La principal limitación de este estudio ha sido la familiarización de los jugadores con el protocolo, ya que el factor psicológico (miedo) estuvo presente al inicio de la prueba, originando que los jugadores lograsen mayor altura de salto a medida que avanzaban en el protocolo, es decir, lograban mayor altura con cargas más elevadas en vez de con cargas bajas.

La segunda limitación ha sido la imposibilidad de intervenir sobre la muestra, ya que se trata de un equipo semi-profesional, con un denso calendario competitivo que imposibilitaba una adecuada relación entre sus intereses y las de pruebas de valoración del perfil F-V.

La tercera limitación ha sido la complejidad técnica que entraña el propio salto con sentadilla y la altura de salida que correspondía a cada sujeto, ya que en ocasiones se encontraban incómodos con la posición y eso desembocaba en posiciones forzadas, por ejemplo, la abertura de los pies, que terminaba interfiriendo en la altura de salto. No obstante, se estandarizó todas las variables descritas en la metodología.

Por último, para tratar de dar explicación al problema de la familiarización y habiéndome dado cuenta de su importancia en el proceso de valoración, he decidido realizar un breve experimento que permite resaltar este aspecto, y completar así este presente trabajo (Anexo 2).

9. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este trabajo ha sido muy satisfactoria y motivante, ya que me ha permitido, por un lado, aplicar el conocimiento que he adquirido durante estos cuatro años en una situación real y práctica, y por el otro, hacerme estudioso de un tema tan interesante y novedoso como el perfil óptimo de F-V, cuya trayectoria en los últimos años ha sido ascendente. Asimismo, también me ha permitido experimentar y sufrir cuales son las problemáticas que entraña la investigación de campo, en donde el investigador se debe de adaptar constantemente a los jugadores y las situaciones del propio equipo deportivo.

Por otro lado, esta experiencia me ha brindado la oportunidad de trabajar conjuntamente con dos compañeros de esta facultad, Santiago Pérez, quien me ha prestado su ayuda y colaboración en cada uno de los test, y Luis Puertas, encargado de la preparación física del equipo ULE- Ademar León y quien me ha asesorado en todos los temas técnicos de la modalidad deportiva.

Respecto a la elaboración del trabajo, considero que he cumplido los objetivos anteriormente formulados, aunque bien es cierto, que me hubiera gustado dar un salto de calidad y haber intervenido sobre la muestra, sin embargo, esta pretensión no ha sido posible. No obstante, considero que la temática escogida es muy reciente, siendo necesarias más investigaciones en este sentido. Asimismo, el haberme embarcado en un trabajo final de grado más complejo y exhaustivo, habría sido probablemente competencia de master o incluso de un doctorado, ya que no existe literatura sobre el análisis de los perfiles fuerza- velocidad en los jugadores de balonmano, ni ningún otro deporte colectivo. Por tanto, sería interesante analizar el perfil F-V en función de las demarcaciones habituales, partiendo de la hipótesis de que cada posición tendrá un perfil F-V característico, u observar cómo se modifican las manifestaciones del perfil F-V en función del entrenamiento.

En definitiva, la posibilidad aplicar los conocimientos teóricos en una situación práctica y real, junto con la oportunidad de poder plasmar sobre un trabajo la bibliografía actual de forma resumida y sintetizada, me ha permitido culminar con este proceso de formación de cuatro años. Asimismo, vista la transcendencia y los ámbitos de interés de esta temática, dejo una puerta abierta que me posibilite el acceso a estudios superiores, cuya complejidad y concreción son mayores.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, D. (2017). *Métodos de entrenamiento de diferentes manifestaciones de la fuerza sobre parámetros de rendimiento en balonmano*. Universidad de Granada, Granada, España.
- Argus, C. K., Gill, N. D., Keogh, J. W., Blazevich, A. J., y Hopkins, W. G. (2011). Kinetic and training comparisons between assisted, resisted, and free countermovement jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2219-2227.
- Balsalobre-Fernández, C., Agopyan, H., y Morin, J. B. (2017). The validity and reliability of an iPhone app for measuring running mechanics. *Journal of applied biomechanics*, 33(3), 222-226.
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., y Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of sports sciences*, 33(15), 1574-1579.
- Bautista, I. J., Chiroso, I. J., Robinson, J. E., Van der Tillaar, R., Chiroso, L. J., y Martín, I. M. (2016). A new physical performance classification system for elite handball players: cluster analysis. *Journal of human kinetics*, 51(1), 131-142.
- Carvalho, A., Mourão, P., y Abade, E. (2014). 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. *Journal of human kinetics*, 41(1), 125-132.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., y Newton, R. U. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42, 1582–1598.
- Dello Iacono, A. D., Ardigò, L. P., Meckel, Y., y Padulo, J. (2016). Effect of small-sided games and repeated shuffle sprint training on physical performance in elite handball players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(3), 830-840.
- García-López, J., Peleteiro, J., Rodríguez-Marroyo, J. A., Morante, J. C., Herrero, J. A., y 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.
- Giroux, C., Maclejewski, H., Ben-Abdessamie, A., Chorin, F., Lardy, J., Ratel, S., Rahmani, A. Relationship between Force-Velocity Profiles and 1,500-m Ergometer Performance in Young Rowers (2017) *International Journal of Sports Medicine*, 38(13), 992-1000.

- Giroux, C., Rabita, G., Chollet, D., Guilhem G. (2015). What is the best method to assess lower limb force-velocity relationship? *International journal of sport medicine*, 36(2), 143-149.
- Giroux, C., Rabita, G., Chollet, D., y Guilhem, G. (2016). Optimal balance between force and velocity differs among world-class athletes. *Journal of applied biomechanics*, 32(1), 59-68.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibañez, J., e Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International journal of sports medicine*, 26(3), 225-232.
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., e Ibañez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80(5), 485-493.
- Hernández, M. L. (1998). Análisis praxiológico de la estructura funcional del balonmano. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 12(1), 19-27.
- Hervéou, T., Rahmani, A., Chorin, F., Frère, J., Ripamonti, M., y Durand, S. (2018). Force-velocity muscular profiles and jumping performances of soccer goalkeeper. *Science & Sports*.
- Hill, A. V. (1938). The Heat of Shortening and the Dynamic Constants of Muscle. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 126(843), 136-195.
- Ingebrigtsen, J., Jeffreys, I., y Rodahl, S. (2013). Physical characteristics and abilities of junior elite male and female handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(2), 302-309.
- Jaric, S. (2015). Force-velocity relationship of muscles performing multi-joint maximum performance tasks. *International journal of sports medicine*, 36(9), 699-704.
- Jaric, S. (2016). Two-load method for distinguishing between muscle force, velocity, and power-producing capacities. *Sports Medicine*, 46(11), 1585-1589.
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Brughelli, M., y Morin, J. B. (2017). Effectiveness of an individualized training based on force-velocity profiling during jumping. *Frontiers in physiology*, 7, 677.
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Cuadrado-Peñafiel, V., Conceição, F., González-Badillo, J.J., y Morin, J.B. (2014). Effect of countermovement on power–force–velocity profile. *European journal of applied physiology*, 114(11), 2281-2288.

- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Pareja-Blanco, F., Conceição, F., Cuadrado-Peñafiel, V., González-Badillo, J. J., y Morin, J. B. (2016). Validity of a simple method for measuring force-velocity-power profile in countermovement jump. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 36-43.
- Karcher, C., y Buchheit, M. (2014). On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Medicine*, 44(6), 797–814.
- Markovic, G., Vuk, S., y Jaric, S. (2011). Effects of jump training with negative versus positive loading on jumping mechanics. *International journal of sports medicine*, 32(5), 365-372.
- Marques, M. A. C., y González-Badillo, J. J. (2006). In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *Journal of strength and conditioning research*, 20(3), 563.
- Michalsik, L. B., y Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 55(9), 878-891.
- Nikolaidis, P. T., y Ingebrigtsen, J. (2013). Physical and physiological characteristics of elite male handball players from teams with a different ranking. *Journal of human kinetics*, 38, 115-124.
- Ortega-Becerra, M., Pareja-Blanco, F., Jiménez-Reyes, P., Cuadrado-Peñafiel, V., y González-Badillo, J. J. (2018). Determinant Factors of Physical Performance and Specific Throwing in Handball Players of Different Ages. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1778-1786.
- Póvoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensão, A. A., Magalhães, J., Soares, J. M., y Rebelo, A. N. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3365-3375.
- Quagliarella, L., Sasanelli, N., Belgiovine, G., Moretti, L., y Moretti, B. (2010). Evaluation of standing vertical jump by ankles acceleration measurement. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1229-1236.
- Rahmani, A., Samozino, P., Morin, J. B., y Morel, B. (2017). A simple method for assessing upper limb force-velocity profile in bench press. *International journal of sports physiology and performance*, 1-23.
- Rimmer, E., y Sleivert, G. (2000). Effects of a Plyometrics Intervention Program on Sprint Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 295-301.

- Rodríguez, J.J. (2015). *Antropométricas y músculo-tendinosas relacionadas con el perfil mecánico fuerza-velocidad en acciones balísticas*. Universidad Católica de Murcia, Murcia, España.
- Samozino, P. (2017). Simple Method for Measuring Lower Limb Force, Velocity and power Capabilities During Jumping. En J-B. Morin y P. Samozino (Eds.), *Biomechanics of Training and Testing Innovative Concepts and Simple Field Methods* (pp. 65- 96). France: Springer.
- Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P., y Morin, J. B. (2014). Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *International journal of sports medicine*, 35(6), 505-510.
- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., y Belli, A. (2008). A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *Journal of biomechanics*, 41(14), 2940-2945.
- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., y Belli, A. (2010). Jumping ability: a theoretical integrative approach. *Journal of Theoretical Biology*, 264(1), 11-18.
- Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., y Morin, J. B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(6), 648-658.
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., y Morin, J. B. (2014). Force–velocity properties’ contribution to bilateral deficit during ballistic push-off. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46, 107–114.
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., y Morin, J. B. (2012). Optimal Force–Velocity Profile in Ballistic Movements—Altius. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(2), 313-322.
- Van Den Tillaar, R., y Cabri, J. M. (2012). Gender differences in the kinematics and ball velocity of overarm throwing in elite team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 30(8), 807-813.
- Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S., y Von Duvillard, S. P. (2014). Individual and team performance in team-handball: A review. *Journal of sports science & medicine*, 13(4), 808.
- Wagner, H., Orwat, M., Hinz, M., Pfusterschmied, J., Bacharach, D. W., Von Duvillard, S. P., y Müller, E. (2016). Testing game-based performance in team-handball. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(10), 2794-2801.

Ziv, G., y Lidor, R. (2009). Physical characteristics, physiological attributes, and on-court performances of handball players: A review. *European Journal of Sport Science*, 9(6), 375-386.

Zivkovic, M. Z., Djuric, S., Cuk, I., Suzovic, D., y Jaric, S. (2017). A simple method for assessment of muscle force, velocity, and power producing capacities from functional movement tasks. *Journal of sports sciences*, 35(13), 1287-1293.

11. ANEXOS

Anexo 1: Consentimiento informado para realizar una valoración del perfil fuerza – velocidad.



El objetivo del estudio es conocer el perfil de fuerza- velocidad de los jugadores de balonmano, en el marco del trabajo fin de grado titulado “Perfil de fuerza- velocidad en jugadores de balonmano”. La prueba consistirá en la realización de cinco series de sentadilla con salto con diferentes cargas y de forma progresiva para observar el comportamiento individual de cada perfil. La prueba se desarrollará el miércoles día 11 de Abril de 2018, en el Centro de Alto Rendimiento Deportivo de León.

El atleta autoriza a los investigadores a utilizar los datos de sus pruebas para ser tratados exclusivamente con fines de investigación, preservando siempre su derecho al anonimato, y cumpliendo con la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

El atleta debe ser consciente de que la prueba exige un esfuerzo intenso, pudiendo implicar algún tipo de lesión muscular similares a las que se pueden dar en entrenamientos o competiciones. Siendo conocedor de los posibles riesgos, ya que habitualmente entrena en parámetros similares, el atleta exime a los responsables del estudio de cualquier responsabilidad derivada de la misma.

La participación en el estudio es de carácter voluntario, y existe posibilidad de retirarse de la misma en cualquier momento.

El profesor responsable del trabajo de fin de grado es el Dr. Jaime Fernández Fernández, el cual se compromete a informar y contestar a todas las dudas y preguntas de los participantes.

CONSENTIMIENTO MAYORES DE EDAD

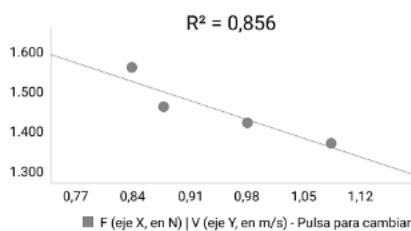
Yo, D/Dña, con DNI doy mi consentimiento para participar en la prueba pertinente para la valoración del perfil fuerza- velocidad.

Se me ha facilitado la precedente hoja informativa y habiendo comprendido el procedimiento y los riesgos inherentes al mismo, declaro estar debidamente informado y acepto participar libre y voluntariamente en el presente estudio. Comprendo que puedo retirarme de la prueba en cualquier momento, por lo tanto, eximo de cualquier responsabilidad a los responsables del estudio.

Deportista: Fdo: León, a de Abril de 2018

Anexo 2. La importancia de la familiarización en la valoración del perfil F-V.

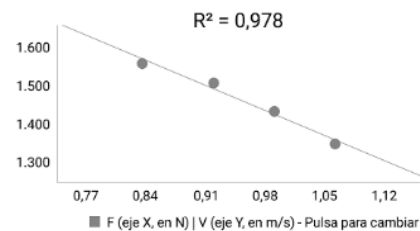
En este experimento, cuatro alumnos de la facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, fueron sometidos al protocolo de valoración del perfil F-V descrito anteriormente. A todos ellos se les evaluó el mismo día, en horario de mañana (pre test), evaluándoles nuevamente una semana más tarde, el mismo día y en el mismo horario (post-test). Durante este intervalo de tiempo que transcurre desde el pre-test hasta el post-test, no se aplicó ningún entrenamiento específico, siguiendo los sujetos con su actividad cotidiana. La hipótesis de la que parto, es que existirá una mejora en la altura de salto atribuida a la familiarización, y una mejor correlación lineal, ya que se habrá disipado el factor psicológico (miedo).



Déficit de fuerza ⓘ

38,3
Desequilibrio (%) **3,10**
V0 (m/s)

29,28
F0 (N/kg) **22,67**
Pmax (W/kg)

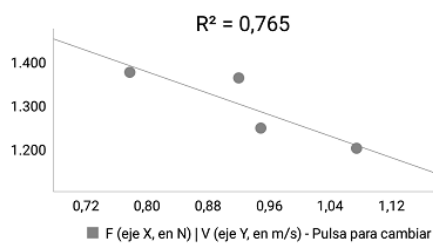


Déficit de fuerza ⓘ

14,7
Desequilibrio (%) **2,51**
V0 (m/s)

32,94
F0 (N/kg) **20,67**
Pmax (W/kg)

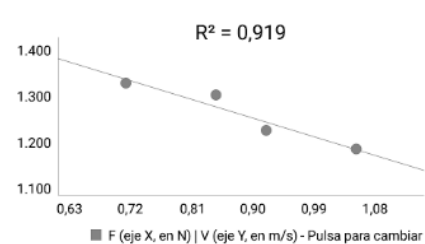
Perfil F-V del sujeto 1: Pre-test (izquierda) y Post-test (derecha).



Déficit de fuerza ⓘ

35,2
Desequilibrio (%) **3,04**
V0 (m/s)

27,26
F0 (N/kg) **20,72**
Pmax (W/kg)

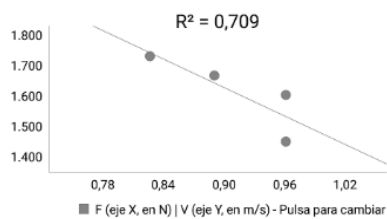


Déficit de fuerza ⓘ

52,4
Desequilibrio (%) **3,68**
V0 (m/s)

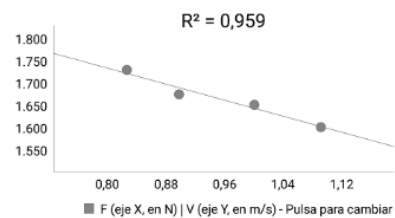
24,16
F0 (N/kg) **22,26**
Pmax (W/kg)

Perfil F-V del sujeto 2: Pre-test (izquierda) y Post-test (derecha).



Déficit de velocidad ⓘ

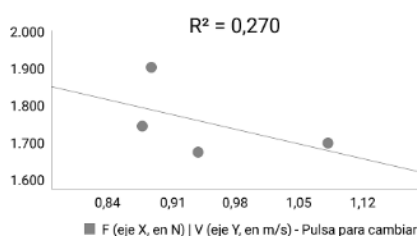
18,1	1,95
Desequilibrio (%)	V0 (m/s)
36,03	17,52
F0 (N/kg)	Pmax (W/kg)



Déficit de fuerza ⓘ

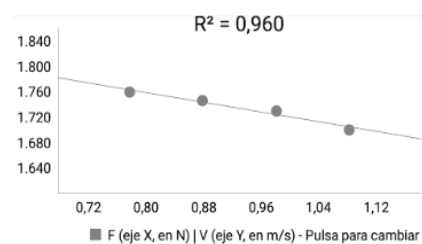
65,5	4,67
Desequilibrio (%)	V0 (m/s)
24,88	29,04
F0 (N/kg)	Pmax (W/kg)

Perfil F-V del sujeto 3: Pre- test (izquierda) y Post- test (derecha).



Déficit de fuerza ⓘ

59,3	4,04
Desequilibrio (%)	V0 (m/s)
25,33	25,55
F0 (N/kg)	Pmax (W/kg)



Déficit de fuerza ⓘ

87,1	10,02
Desequilibrio (%)	V0 (m/s)
21,09	52,85
F0 (N/kg)	Pmax (W/kg)

Perfil F-V del sujeto 4: Pre- test (izquierda) y Post- test (derecha).

En este sentido, podemos observar como la hipótesis tiende a cumplirse, ya que algunos de los saltos que se efectúan, se ven afectados por el factor familiarización y el factor miedo, saltando menos consecuentemente, y manifestando una relación lineal menos consistente. Por el contrario, podemos observar en el post-test, que la relación lineal es mayor, del mismo modo, que la altura de salto, y la potencia máxima generada.

Por tanto, esta intervención refrenda la importancia del proceso de familiarización en la aplicación de este protocolo, ya que si no fuese así, estaríamos incurriendo en un error que podría interferir negativamente en la obtención de los datos.