

TRABAJO FIN DE GRADO

“Análisis de la curva fuerza-velocidad en Squat Jump entre puestos diferentes de futbolistas juveniles: porteros y extremos”



AUTOR FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ DANIEL
DIRECTOR MEJUTO HIDALGO GAIZKA

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

2015-2016

1ª CONVOCATORIA

CONTENIDO

RESUMEN.....	3
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN.....	4
MÉTODO.....	7
<i>Muestra</i>	<i>7</i>
<i>Material.....</i>	<i>7</i>
<i>Procedimiento</i>	<i>8</i>
<i>Variables.....</i>	<i>9</i>
<i>Análisis de los datos</i>	<i>9</i>
RESULTADOS	10
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....	12
PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA PARA PORTEROS JUVENILES.....	15
BIBLIOGRAFIA.....	19
ANEXOS	21

RESUMEN

El objetivo del presente estudio consistió en hallar diferencias significativas mediante la curva de la fuerza-velocidad entre distintos puestos específicos de futbolistas juveniles (porteros y extremos). Para ello, se escogieron a 8 jugadores de fútbol juveniles de élite (entre 16 y 18 años) y se formaron dos grupos, uno compuesto de 4 porteros y otro de 4 extremos. Se midió el Squat Jump (salto vertical sin contramovimiento), realizando saltos máximos con cargas adicionales (de 0 a 35% de la masa corporal); y los valores de los saltos (tiempo de vuelo), la fuerza producida, la velocidad adquirida y la potencia derivada fueron registrados mediante una plataforma de fuerzas (CHRONOJUMP) y una cámara de súper velocidad. Estos resultados muestran la relación, diferencias y el perfil descriptivo del rendimiento en el salto vertical y entre en puestos específicos del fútbol sobre una población específica.

Palabras clave: fútbol, fuerza, Squat Jump, velocidad, potencia

ABSTRACT

The aim of this study was to find significant differences between different positions in junior soccer players (goalkeepers and wingers) using the force-velocity curve. For this purpose, 8 junior football elite players (age range 16 to 18 yr) were recruited. There were two groups, the first one was set up by 4 goalkeepers and the other one by 4 wingers. The Squat Jump was measured performing vertical jumps with additional loads (from 0 to 35% of the body mass); and the results of the jumps (flight time), the produced force and the achieved velocity were registered by a force platform. Our results showed descriptive data, relationship and differences amongst specific positions in a specific football population.

Key words: soccer, force, Squat Jump, velocity, power

INTRODUCCIÓN

En el fútbol, la fuerza en el salto, al igual que cuando se realiza un sprint o un lanzamiento, se caracterizan como formas especiales de aparición de la fuerza en relación con un ejercicio determinado. Los saltos se encuentran considerablemente extendidos en el trabajo del futbolista moderno debido al impacto que supone su práctica sobre la capacidad reactiva del sistema neuromuscular (Verkhoshansky, 2000).

Movimientos específicos como los cambios de dirección, las aceleraciones y deceleraciones, y los remates o saltos para cabecear el balón, son claras manifestaciones de capacidades determinadas como la fuerza-velocidad y potencia-velocidad.

Además, estas capacidades mecánicas que tienen los miembros inferiores del ser humano han sido extensamente estudiadas mediante distintas herramientas de medición, algunas de ellas de elevada sofisticación. Así mismo, parámetros como la evaluación de la fuerza, velocidad y potencia son de interés y utilidad para preparadores físicos, entrenadores, etc. de cara a una mejora del rendimiento (Buchheit y col. 2010). El poder medir estas variables del rendimiento de forma sencilla y asequible, podría ser de gran utilidad para equipos y personal técnico.

En aras de evaluar correctamente las manifestaciones de la fuerza, Carmelo Bosco (1983) propone una serie de saltos "Test de Bosco" para valorar las características individuales y la selección de la cualidad específica de cada deportista.

Este método consiste principalmente en seis saltos:

1. Squat Jump (SJ)
2. Counter Movement Jump (CMJ)
3. Squat Jump con carga
4. Abalakov (ABA)
5. Drop Jump (DJ)
6. Saltos durante 15 segundos

Como en éste caso se trata de un salto vertical, en concreto el SJ (sin contramovimiento), si dicho salto se realiza sobre una plataforma de contacto que esté conectada a un cronómetro o se graba mediante una cámara de súper velocidad, es posible obtener el tiempo de vuelo y, por tanto, la altura alcanzada por el centro de masa del deportista teniendo en cuenta la siguiente fórmula (Garrido y González, 2004):

$$H_v = T_v^2 \cdot g / 8$$

H_v es la altura en metros que alcanza el centro de masa del deportista; T_v es el tiempo de vuelo en segundos y g la constante gravitatoria (9.81 m/s^2).

A partir de esta medición Carmelo Bosco comienza a obtener la fuerza del impulso y la potencia de éste (La valoración de la fuerza con el test de Bosco, 1994) mediante las fórmulas que hoy en día están integradas en las plataformas de salto como el *Chronojump*.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la ejecución del salto se conoce como una función de varias características mecánicas de los miembros inferiores, y es aquí donde Samozino y col. (2008 y 2010) proponen otros métodos de medida.

En 2010, Samozino y col. incluyen en fórmulas más detalladas la dinámica de movimiento del centro de masas corporal durante el salto (*Figura 1*) y los límites mecánicos externos que completan el conjunto del sistema neuromuscular de los miembros inferiores.

Gracias a estas fórmulas, es posible conocer el perfil óptimo de la fuerza-velocidad del individuo teniendo en cuenta las siguientes variables: la fuerza máxima isométrica teórica, F_0 ; la velocidad de despegue en el salto, V_0 ; la distancia de empuje durante el salto, h_{PO} ; y, la potencia máxima (W/Kg) .

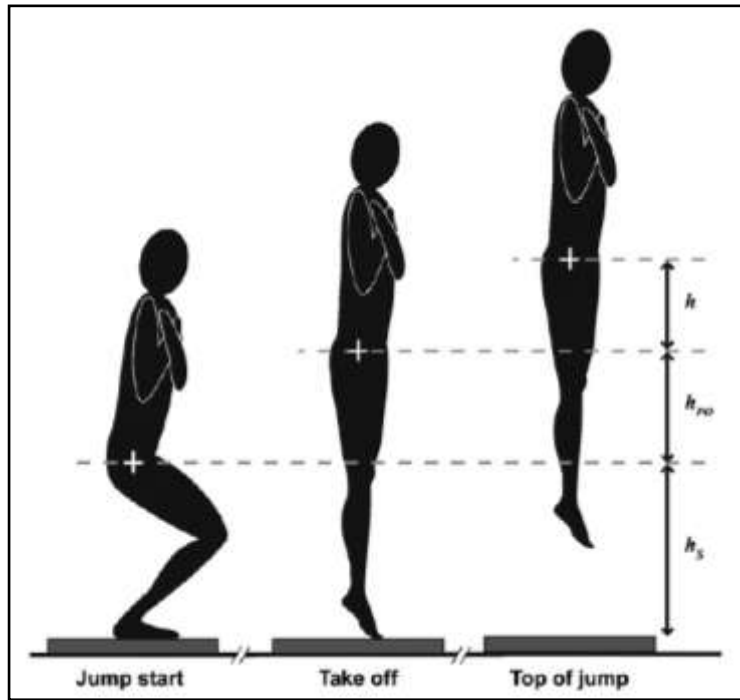


Figura 1. Las tres posiciones clave durante un salto de vertical y de las tres distancias utilizadas en los cálculos propuestos. Fuente: Samozino, Morin, Hintzy & Belli (2008).

Se conoce, que la fuerza es una de las variables más concluyentes relacionadas con la capacidad de salto, y que a su vez, está estrechamente vinculada con otras como la velocidad y la potencia. En diversos estudios (Alexander, 1989; Dowson y col., 1998) realizados en el laboratorio, teniendo en cuenta sus inconvenientes a la hora de comparar los resultados con un deporte como el fútbol, demuestran una correlación entre la carrera de velocidad y la fuerza producida por los diferentes grupos musculares implicados en el salto.

Al poder individualizar los resultados, se presenta igualmente, la opción de individualizar también los entrenamientos de los dos contenidos que componen la potencia, es decir, la fuerza y la velocidad (Izquierdo, 2009). Es por ello, que mediante la observación de los resultados que se consiguen en la curva fuerza-velocidad sería posible una programación más específica y adecuada de los entrenamientos para cada jugador, y conseguir así, las adaptaciones necesarias para la obtención de la potencia máxima.

En resumen, el rendimiento balístico es un factor fundamental en el fútbol, ya que puede ser definido como la habilidad de acelerar una masa tanto

como sea posible en el menor tiempo posible (saltos y sprints con el propio peso corporal). El éxito de dichas ejecuciones ha estado estrechamente relacionada con la producción de la potencia máxima ($P_{\text{máx}}$) que los miembros inferiores pueden desarrollar (Cronin & Sleivert, 2005).

MÉTODO

Muestra

Para la realización de este estudio se contó con la participación de 8 jugadores de categoría juvenil de alto nivel de segundo y tercer año (17 ± 1 años; $71,6 \pm 5,16$ kg). Estos jugadores pertenecían a un club filial de un equipo de la Primera División Española. Dicho club formador de jugadores se llama Danok Bat Club de Fika. Los jugadores escogidos entrenan un mínimo de 4 días por semana, en sesiones de 2 horas con un partido de competición semanal durante 30 semanas al año. Los padres/tutores de los participantes menores de edad autorizaron por escrito la participación de sus hijos en el estudio, al igual que los participantes mayores de edad firmaron un consentimiento informado (*Anexo A*), dejando claro su participación voluntaria.

El grupo fue contactado en el mes de enero de modo que se encontraban en la última fase del periodo competitivo y por lo tanto, ya había transcurrido más de la mitad de la temporada.

Material

El estudio fue llevado a cabo en el gimnasio del club, con el equipamiento y material característico de este tipo de instalación (bicicleta estática, bicicleta elíptica, tapiz rodante, bancos, barras, discos de diferentes pesos, fitballs, etc.).

La pieza fundamental de este proyecto fue la conocida plataforma de contacto llamada CHRONOJUMP[®] (tamaño DIN-A2) que tiene integradas las fórmulas propuestas por Bosco en 1983 y su correspondiente circuito integrado Chronopic v.3 (dispositivo cronométrico que se encarga de cronometrar los cambios del estado de la plataforma), que a su vez fue conectado a un

ordenador portátil Hp[®] con el sistema operativo Windows 7. Todo el material está validado científicamente.

Además, se utilizó también una cinta métrica y una báscula electrónica Postal Beurer[®] KS-59 para medir las características de los miembros inferiores de los sujetos y los respectivos pesos de cada jugador. Los saltos fueron grabados frontalmente por la cámara de súper-velocidad Go Pro[®] Hero 3 Silver Edition (240fps-modo WGA) para si hubiese alguna anomalía, analizar la técnica de salto.

Así como estos materiales anteriormente mencionados han sido utilizados exclusivamente para la medición de los parámetros descritos, los detallados a continuación se usaron para efectuar el calentamiento y los posteriores ejercicios: una bicicleta elíptica BH[®] Andium ,un TRX[®] Suspension Trainer, y por último, bandas elásticas y barras con discos de diferentes pesos Domyos[®].

Por último, la recogida de datos para el tratamiento gráfico se realizó mediante la Hoja de Cálculo Excel (v.2007).

Procedimiento

Antes de la aplicación del test, los participantes llevaron a cabo un protocolo de calentamiento estandarizado de 10 minutos de duración que consistía en lo siguiente: 5 minutos de carrera en la bicicleta elíptica; ejercicios para la movilización de la cintura escapular mediante gomas con activación de la musculatura adyacente al hombro, debido a la carga que soportará en la barra (ejercicio llamado "W", 10 repeticiones, *Anexo B*); y, finalmente, 8 sentadillas en TRX con bajada excéntrica y extensión rápida.

El Salto vertical sin contramovimiento (SJ): el sujeto se colocaba de pie, con los pies separados a la anchura de los hombros, y situando los pies encima de la plataforma de fuerza incrustada en el suelo; con las manos en la cintura, el sujeto flexionaba las rodillas realizando una sentadilla con el tronco recto (Bosco, 1994) para conseguir un ángulo de aproximadamente $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ (tibia-fémur).

Se estableció, que el ángulo de partida fuese desde una posición en la que los sujetos se encontraban confortables, debido a que las características anatómicas de cada deportista son diferentes. Para ello, se midió la altura desde la que el jugador iniciaría el salto, para que en todos partiese desde el mismo ángulo.

La ejecución consistía en efectuar un salto vertical máximo sin contramovimiento partiendo con las rodillas flexionadas desde el ángulo previamente establecido para cada jugador. Se realizaban 2 ensayos por cada salto con 90 segundos de descanso entre ellos. Para el análisis posterior, se seleccionaba el salto en el que se conseguía mayor altura y en el que la ejecución había sido la correcta.

Variables

El test SJ fue realizado con pesos crecientes para la determinar los parámetros condicionales anteriormente mencionados: la fuerza, la velocidad y la potencia.

El aumento de los pesos se realizó mediante unos porcentajes estandarizados en base al peso corporal del individuo: 0% - 19% - 27% - 35%.

A los sujetos que participaron en los saltos se les denominaron de la siguiente forma:

- Porteros: 1, 2, 3, 4
- Extremos: 1, 2, 3, 4

Análisis de los datos

Para el análisis de las variables y para conocer la tendencia de cada jugador, se utilizaron las fórmulas de Bosco (1994) y las de Samozino y col. (2008 y 2010). A continuación, se utilizó el tamaño del efecto (Cohen, 1988) para medir las diferencias entre los dos grupos.

RESULTADOS

Con el objeto de conocer la tendencia de los resultados adquiridos durante los saltos y hallar diferencias entre las dos posiciones, se realizaron dos tipos de gráficas relacionadas con la tendencia de la Fuerza-Velocidad:

La primera, una general en base al puesto específico que ocupaba el jugador, por un lado, los porteros (*Figura 2*) y por otra, extremos (*Figura 3*).

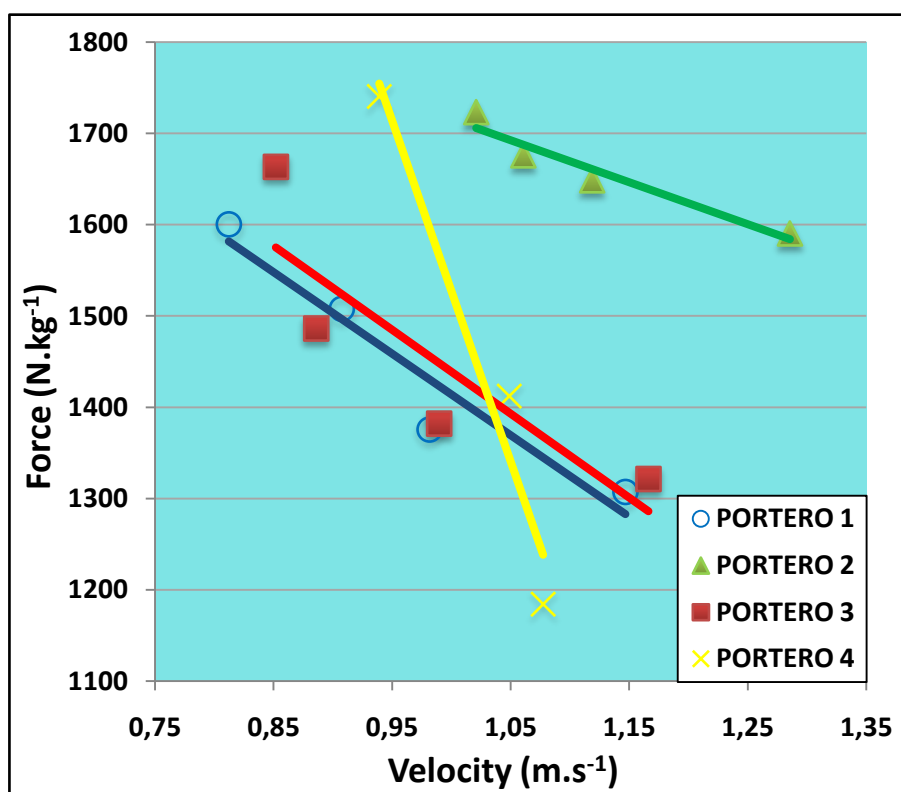


Figura 2. Gráfico general F-V de Porteros. Fuente: Elaboración propia.

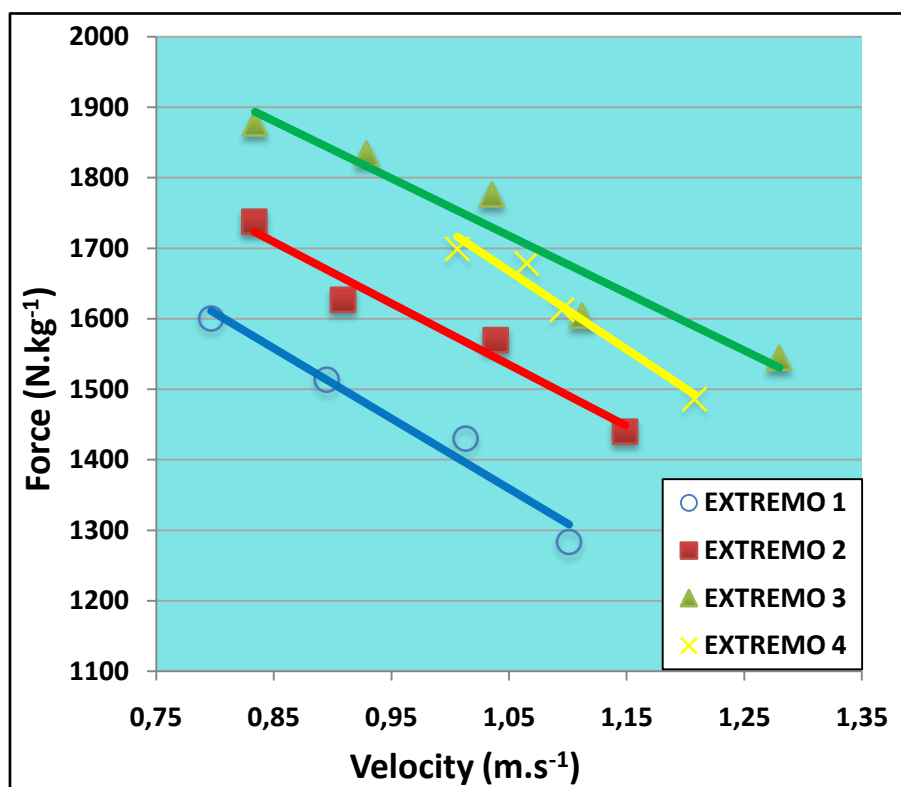


Figura 3. Gráfico general F-V de Extremos. Fuente: Elaboración propia.

Y en la siguiente tabla (Tabla 1), son ofrecidos los datos referentes a las variables condicionales analizadas: la fuerza máxima isométrica teórica (F_0); la velocidad de despegue en el salto, (V_0); y, la potencia máxima (W/Kg). Además de ello, se muestra el desequilibrio de los valores obtenidos (% Desequilibrio F-V) que indica la predominancia de una variable u otra (Fuerza y Velocidad), gracias a esto, se revela cuál de ellas debería ser más entrenada.

Tabla 1. Resumen de las variables y la tendencia de los participantes. Fuente: Elaboración propia.

JUGADOR	F_0 (N/Kg)	V_0 (m/s)	$P_{\text{máx}}$ (W/Kg)	%Desequilibrio F-V	F/V
PORTERO 1	31,9	2,49	20	17,28	Fuerza
PORTERO 3	37,7	2,17	20,4	4,16	Fuerza
EXTREMO 1	32,1	2,42	19,4	14,86	Fuerza
EXTREMO 2	34,7	2,74	23,7	30,77	Fuerza
EXTREMO 3	33,9	2,99	25,3	34,57	Fuerza
EXTREMO 4	37,9	2,55	24,2	9,99	Fuerza

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Antes de analizar la tendencia de las curvas en la gráfica de ambos puestos (porteros y extremos), hay que remarcar que los datos del *Portero 2* y *Portero 4* no son válidos puesto que no ejecutaban de manera correcta el salto vertical (*Figura 4* y *Figura 5*). Además, tal y como se observa en su respectiva gráfica (*Figura 2*), se aprecian dos curvas con una orientación no habitual.

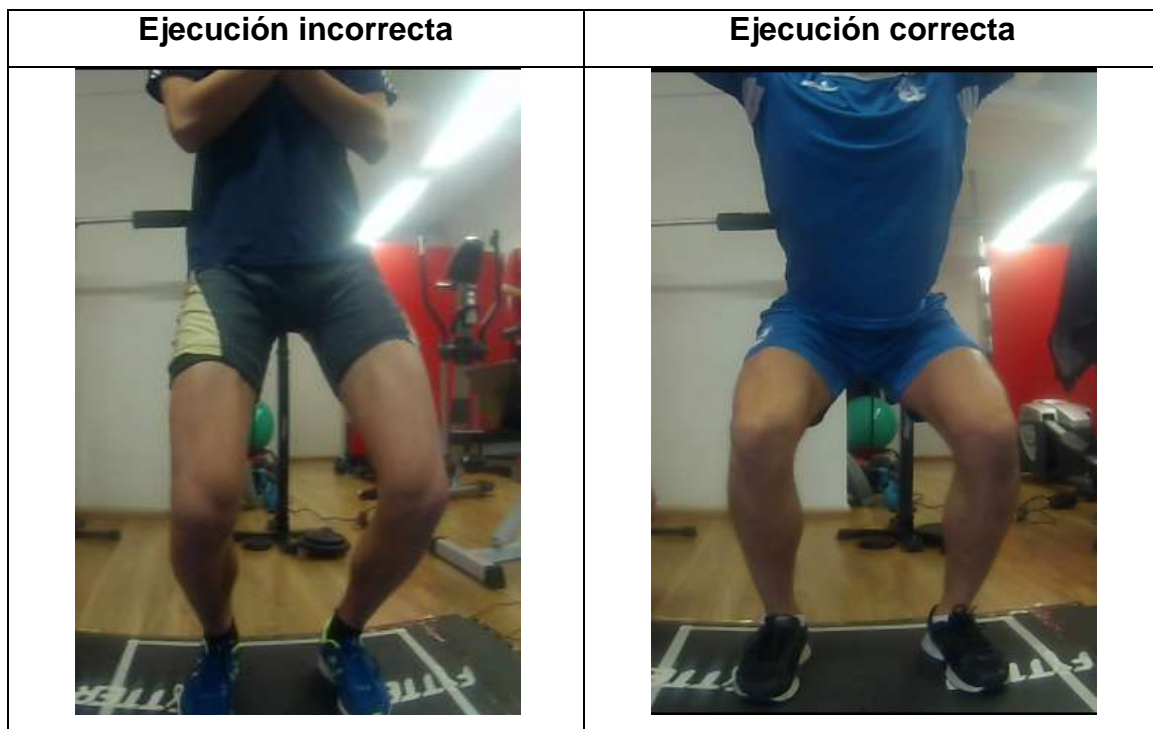


Figura 5. Salto SJ sin carga adicional tomada en las instalaciones del club durante los experimentos. Fuente: Elaboración propia.

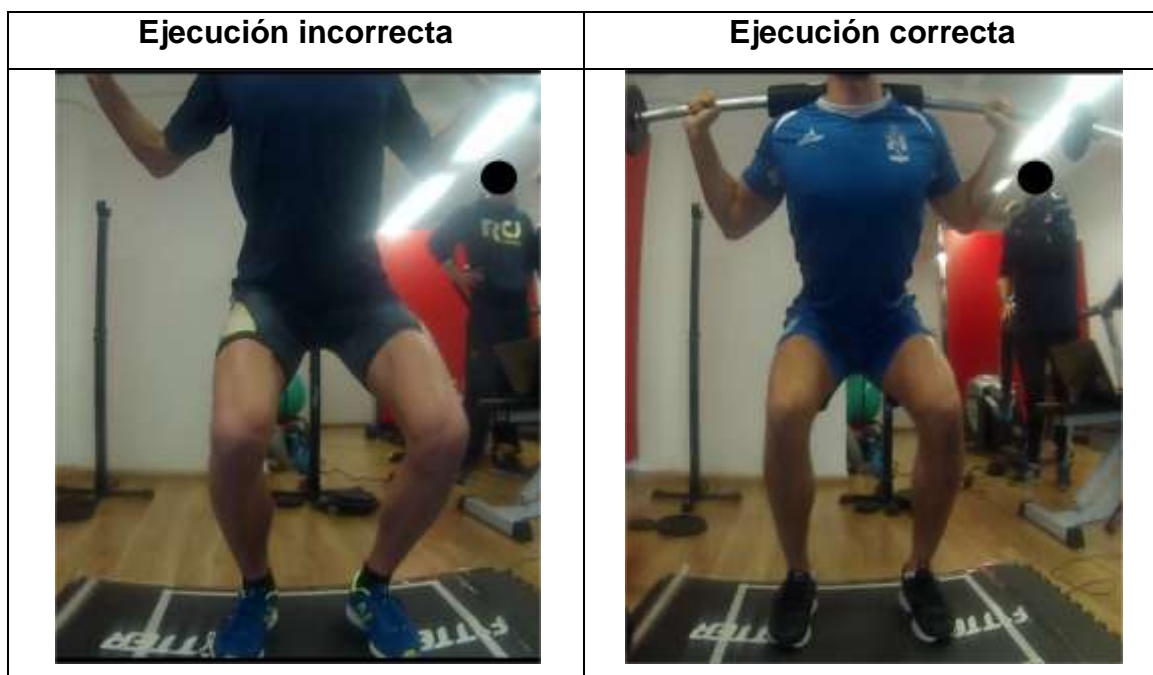


Figura 4. Salto SJ con carga adicional (19% peso corporal) tomada en las instalaciones del club durante los experimentos. Fuente: Elaboración propia.

Tras analizar la técnica de los saltos (*Figura 4 y Figura 5*), se observa claramente una falta de retroversión de la cadera que produce una dorsiflexión del tobillo provocando una anteriorización innecesaria e incorrecta de las rodillas.

Esto se produce en ambos casos (Portero 2 y Portero 4) y puede ser debido a que el patrón motor del salto no haya sido correctamente aprendido e interiorizado ni dominado y, por lo tanto no pueden servir para el estudio.

En lo que respecta a los otros dos porteros, a simple vista, se aprecia una inclinación de ambas curvas indicando una tendencia hacia la fuerza, sin embargo, se deberán tener en cuenta los resultados de las variables condicionales ya que los resultados (*Tabla 1*) son bajos teniendo en cuenta su posición y las funciones en el deporte.

Por otro lado, los resultados de los extremos muestran una inclinación similar entre sí hacia la velocidad y se aprecian unos valores parcialmente adecuados en lo que respecta a la fuerza, aún así, habrá que comprobar nuevamente los valores relativos de cada jugador para certificar su tendencia.

En cuanto a las diferencias en las variables analizadas (fuerza, velocidad y potencia), estos son los resultados obtenidos:

En primer lugar, respecto a la F_0 no se han hallado diferencias significativas entre porteros y extremos, ya que el tamaño del efecto es pequeño ($d= 0.044$). Por lo tanto, este dato da a entender que los niveles de fuerza de los porteros, que deberían haber dominado en esta variable condicional, están por debajo de los óptimos.

En segundo lugar, se aprecian diferencias en la V_0 entre ambos puestos, teniendo en cuenta que el tamaño del efecto es grande ($d= 1.281$), en este caso, como era de esperar, los jugadores de banda son más veloces.

Por último, se han encontrado diferencias significativas en la $P_{m\acute{a}x}$, puesto que el tamaño del efecto ha sido grande también ($d= 1.607$). De tal manera, se observa, que los extremos son más potentes, después de observar los datos de las dos variables anteriormente analizadas.

La principal limitación de este estudio es su tamaño de muestra (n=8) al que hay añadirle el inconveniente de que en los sujetos Portero 2 y Portero 4 ha sido imposible considerar totalmente válidos los resultados, puesto que presentaban demasiadas irregularidades en la acción del salto vertical.

En general, se aprecia una falta de trabajo de fuerza en los guardametas y en la planificación de este contenido. Además, probablemente exista un excesivo trabajo sobre el peso corporal del jugador realizando únicamente ejercicios explosivos, por lo que las adaptaciones musculares podrían ser las incorrectas para un rendimiento apropiado.

Es por ello, que se podría afirmar que en el fútbol moderno hay una necesidad fundamental de preparación física específica de porteros y, también escasez del trabajo individualizado para cada uno de ellos.

Con esta investigación, el club de fútbol Danok Bat obtiene información que podría ser útil para conocer el patrón motor del salto y podrá realizar una planificación específica para el desarrollo de la fuerza.

En conclusión, este estudio aporta datos críticos sobre el entrenamiento de porteros en la actualidad en este club. A pesar de que el salto vertical tenga una importante transferencia a ciertos gestos del guardameta (blocajes aéreos, despejes...), el incorrecto aprendizaje de éste o la falta de entrenamiento de fuerza conlleva un déficit del rendimiento.

PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA PARA PORTEROS JUVENILES

Con los resultados obtenidos en el estudio, se ha elaborado una propuesta de entrenamiento para otorgarle funcionalidad a las conclusiones extraídas. Ésta, consiste en un programa de desarrollo de la fuerza exclusivamente para los porteros durante los 3 años que forman la categoría juvenil (16-17-18 años).

En la siguiente tabla, García (2000) recoge entre otras capacidades condicionales, se resaltan las diferentes manifestaciones de la fuerza y su importancia relativa:

Tabla 2. *Importancia relativa de las diferentes manifestaciones condicionales para el portero. Fuente: García (2000).*

CAPACIDAD A DESARROLLAR	IMPORTANCIA
Capacidad Aeróbica	**
Potencia Aeróbica	*
Capacidad Anaeróbica Láctica	*
Potencia Anaeróbica Láctica	*
Capacidad Anaeróbica Aláctica	****
Potencia Anaeróbica Aláctica	*****
Fuerza Máxima	***
Fuerza Explosiva	*****
Fuerza Resistencia	**
Flexibilidad	****

(* Innecesaria,** Complementaria,*** Necesaria,**** Importante,***** Muy importante)

Además de ello, se deben valorar las diferentes características de las acciones de fuerza que realizan los guardametas (Casáis, Domínguez y Lago, 2013):

- Puesta en acción: Desplazamientos o movimientos que realiza el portero desde parado o en ligero movimiento en el menor tiempo posible. Por lo tanto, el aspecto más importante a trabajar para el portero será la fuerza explosiva y explosivo-elástica.
- Por otro lado, será muy importante prevenir desequilibrios entre los diferentes grupos musculares, orientando el trabajo a la realización de ejercicios de fuerza compensatoria. Asimismo, una adecuada construcción muscular proporcionará una buena protección contra las frecuentes caídas, golpes y contactos.

En base a ello, como característica importante del portero será el trabajo de la zona del cinturón pélvico (abdominal y lumbar) y del tren superior.

- Fuerza máxima: hay que considerarla como una necesidad, ya que la idea será utilizarla como un medio para conseguir una mejora de la fuerza explosiva.
- Fuerza resistencia: con importancia en el desarrollo de la condición física general.
- Fuerza velocidad: Centrada en el desarrollo de la fuerza explosiva.

Entre los diferentes niveles de aproximación, habrá que desarrollar diferentes tareas aplicadas a las categorías específicas de la fuerza en el portero de fútbol (Fuerza Específica de porteros):

- **Fuerza de salto.**
- Fuerza de golpeo (o “fuerza de saque”, con la mano y el pie).
- Fuerza de desplazamiento.
- Fuerza de lucha y contacto.

A continuación, se muestra la propuesta de la distribución de los contenidos de la fuerza por edades de la categoría juvenil y por niveles de aproximación del entrenamiento (dirigida al desarrollo de la capacidad de salto y de sus respectivas acciones técnicas):

Tabla 3. Distribución de los contenidos de la fuerza por etapas de Juveniles y niveles de aproximación del entrenamiento. Fuente: Elaboración propia.

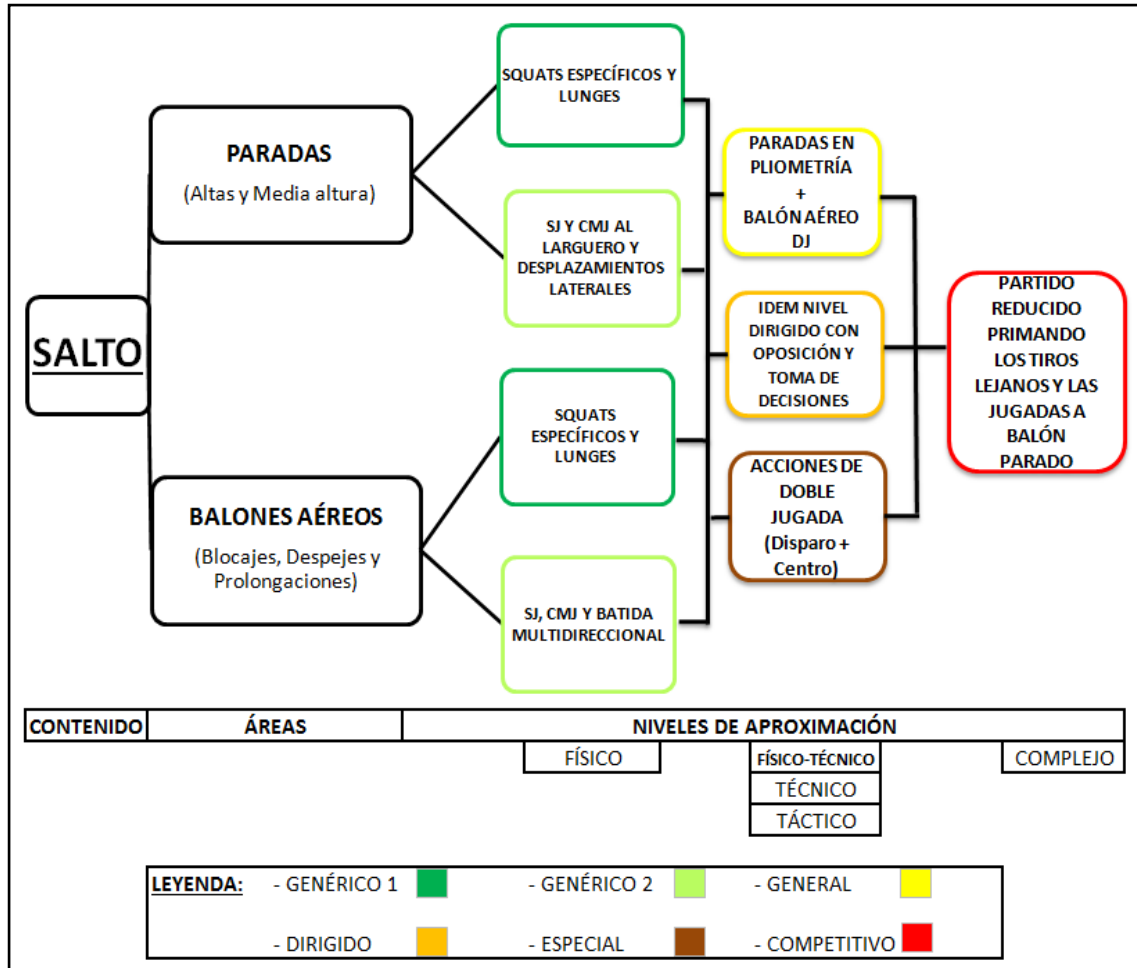
EDAD	NIVELES DE APROXIMACIÓN	CONTENIDOS DE LA FUERZA
Juvenil 1er año (16 años)	Genérico	Acondicionamiento General Fuerza Máxima (Hipertrófica I, 65% 1RM)
	General	Control Neuromuscular Excéntricos Isométricos
	Dirigido	Resistencia a la Fuerza Fuerza Velocidad Cambios de Dirección (CDD)
	Específico	Fuerza Explosiva Fuerza Elástico-Explosiva Fuerza Específica de Porteros

Juvenil 2do año (17 años)	Genérico	Acondicionamiento Gral. Fuerza Máxima (Hipertrófica I, 60% 1RM y II, 75% 1RM)
	General	Control Neuromuscular Excéntricos Isométricos
	Dirigido	Resistencia a la Fuerza Fuerza Velocidad Cambios de Dirección (CDD) Contrastes motrices
	Específico	Fuerza Explosiva Fuerza Elástico-Explosiva Fuerza Reflejo-Elástico-Explosiva Fuerza Específica de Porteros
Juvenil 3er año (18 años)	Genérico	Acondicionamiento Gral. Fuerza Máxima (Coordinación Intramuscular, 85% 1RM, Hipertrófica I y II)
	General	Control Neuromuscular Excéntricos Isométricos
	Dirigido	Resistencia a la Fuerza Fuerza Velocidad Cambios de Dirección (CDD) Contrastes motrices
	Específico	Fuerza Explosiva Fuerza Elástico-Explosiva Fuerza Reflejo-Elástico-Explosiva Contrastes Específicos Fuerza Específica de Porteros

Hay que tener en cuenta, que previamente a la etapa de Juveniles, los porteros habrían realizado un trabajo de fuerza de base sobre su propio peso corporal (auto-cargas, fuerza por parejas, etc.), un trabajo de hipertrofia con valores bajos (60% 1RM) en el último año de Cadetes; y, sobre todo, un aprendizaje de los patrones motores correctos (salto, carrera, etc.).

En lo que respecta a la ausencia del nivel competitivo, no se ha considerado relevante mencionarlo en la tabla, pero sí que es cierto que a medida que aumenta la edad, aumenta también la complejidad mediante el incremento de la intensidad del estímulo y la dificultad de éste. Es decir, que en el primer año de juveniles, manejan diferente volumen e intensidad de acciones competitivas que en el tercer año.

En la siguiente ilustración, se presenta una aplicación práctica de la fuerza en función de los niveles de aproximación del entrenamiento en dos acciones que involucran el salto del portero, basándose en el salto del jugador de baloncesto que desarrolla Tous (2007):



CONTENIDO	ÁREAS	NIVELES DE APROXIMACIÓN		
		FÍSICO	FÍSICO-TÉCNICO	COMPLEJO
			TÉCNICO	
			TÁCTICO	

LEYENDA:	- GENÉRICO 1	- GENÉRICO 2	- GENERAL
	- DIRIGIDO	- ESPECIAL	- COMPETITIVO

Figura 6. Aplicación práctica de la Fuerza en el salto del portero de Fútbol (Modificado de Tous, 2007). Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFIA

- Alexander, M.J.L. (1989). The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters. *Canadian Journal of Sports Science*, 14, 148-157.
- Bosco, C., Luhtanen, P. & Komi P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in Jumping. *Eur. J. Appl. Physiol.* 50 (2): 273-282.
- Bosco, C. (1991). Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista. Barcelona. Ed. Paidotribo.
- Bosco, C. (1994). La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona: Paidotribo.
- Buchheit, M., Spencer, M., & Ahmaidi, S. (2010). Reliability, Usefulness and Validity of a Repeated Sprint and Jump Ability Test. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 5(1), 3-17.
- Casáis, L., Domínguez, E. y Lago, C. (2013). Fútbol Base: El entrenamiento en categorías de Formación. Tercera edición. MC Sports.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Cronin, J. & Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maxi-mal power training on improving athletic performance . *Sports Med*; 35 : 213 – 234.
- Dowson, M.N., Nevill, M.E., Lakomy, A.M., Nevill, A.M, and Hazeldine, R.J (1998). Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *J. Sports Science*, 16, 257-265.
- García Ocaña, F.(2000) “El portero de fútbol”. Paidotribo. Tercera edición. Barcelona.

- Garrido, R. P. & González, M. (2004). Test de Bosco. Evaluación de la potencia anaeróbica de 765 deportistas de alto nivel. Servicios de Apoyo al Deportista del Centro de Tecnificación de Alicante (España). Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd78/bosco.htm>
- Izquierdo, M., José, J., y Badillo, G. (2009). Influencia del Volumen y la Intensidad en el Entrenamiento de la Fuerza y Potencia Muscular. Centro de Estudios, Investigación y Medicina del Deporte (CEIMD). Gobierno de Navarra.
- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & 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., & Belli, A. (2010). Jumping ability: a theoretical integrative approach. *J Theor Biol.* 264(1):11–8.
- Tous, J. (2007). Entrenamiento de la fuerza en los deportes colectivos. Máster profesional en alto rendimiento en deportes de equipo. Mastercede. Barcelona.
- Verkhonshansky, Y. (2000). Súper entrenamiento. Segunda edición. Ed. Paidotribo.

ANEXOS

- Anexo A: Consentimiento informado para la realización del estudio.

<p style="text-align: center;">CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN DEPORTIVA</p> <p>Título del protocolo: <u>Análisis de la curva fuerza-velocidad en Squat Jump entre puestos diferentes de futbolistas juveniles: porteros y extremos</u></p> <p>Investigador principal: Daniel Fernández Rodríguez</p> <p>Sede donde se realizará el estudio: Gimnasio del Danok Bat Club de Fika</p> <p>Nombre del participante: _____</p> <p>*Nombre del tutor/a (en el caso de ser menos de edad):</p> <p>_____</p> <p>A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación médica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.</p> <p>Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento.</p> <p>OBJETIVO DEL ESTUDIO</p> <p>A usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación revisado por la Universidad del País Vasco, en concreto, por la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (Vitoria-Gasteiz). Esta investigación tiene como objetivo analizar la fuerza, velocidad y potencia producida en un salto vertical entre puestos diferentes de futbolistas (porteros y extremos) y comparar los resultados. Esto ayudará conocer las diferencias entre ellos y a programar un mejor entrenamiento.</p> <p>RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO</p> <p>Durante el procedimiento para obtener los resultados puede sentir cansancio, alguna molestia o dolor ligero en las piernas o en los hombros.</p> <p>ACLARACIONES</p> <ul style="list-style-type: none">• La decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria• No habrá consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.• Si decide participar en el estudio, puede retirarse en el momento que lo desee, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.• No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio• La información obtenida en este estudio, será mantenida con estricta confidencialidad por el investigador.• En el transcurso del estudio, usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

Ilustración 1. Consentimiento informado (1/2). Fuente: Elaboración propia.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas ha sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

Si lo deseo, recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

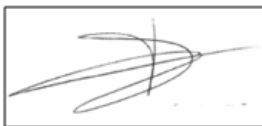
Firma del participante o del padre/madre o tutor/a

Fecha: _____

Esta parte debe ser completada por el Investigador (o su representante):

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.



Firma del investigador

Fecha: _____

Ilustración 2. Consentimiento informado (2/2). Fuente: Elaboración propia.

- Anexo B: Ejercicio llamado "W". Movilización de la cintura escapular y activación de la musculatura adyacente al hombro.



Ilustración 3. Ejercicio "W" (1/2). Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 4. Ejercicio "W" (2/2). Fuente: Elaboración propia.

GLOSARIO

CM	centro de masa corporal
m	masa corporal o masa movida (kg)
g	aceleración de la gravedad en la Tierra ($9,81 \text{ m/s}^2$)
F	fuerza externa desarrollada durante el empuje (push-off) a lo largo del eje de vertical de empuje (relativa a la masa movida ($\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$))
v	velocidad del CM durante el empuje a lo largo del eje de empuje ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
P	potencia de salida durante el empuje (relativa a la masa movida ($\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$))
F_0	valor máximo teórico de la F que los miembros inferiores puedan producir durante una extensión producen en una velocidad teórica nula (relativa a la masa movida ($\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$))
V_0	valor máximo teórico de la v a la que los miembros inferiores se puedan extender durante una extensión bajo la influencia teórica de la acción muscular en la condición de una carga nula ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
$P_{\text{máx}}$	P máxima que los miembros inferiores puedan producir durante un empuje ($\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$)
h_{PO}	distancia de empuje determinada por el rango de extensión del miembro inferior (m)
v_{TO}	velocidad del CM en el despegue ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
$v_{\text{TOmáx}}$	v_{TO} máximo que un individuo puede alcanzar ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
α	ángulo del empuje respecto al horizontal ($^\circ$)
S_{Fv}	pendiente de la relación lineal F - v ($\text{N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)
S_{FvOPT}	valor óptimo de S_{Fv} maximizando v_{TO} para los valores dados de $P_{\text{máx}}$ y h_{PO} ($\text{N}\cdot\text{s}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Danok Bat Club de Fika por haberme cedido las instalaciones (gimnasio del club) para llevar a cabo este trabajo, al igual que a Markos Amado Peña por la cesión de la plataforma de saltos. Del mismo modo, agradecer a los jugadores de la categoría juvenil que participaron voluntariamente en el estudio y a Aitor Ugarte Sandonís por su desinteresada colaboración.

