

Predicción de la altura óptima de caída en *Drop Jumps* usando antropometría y pruebas motoras¹

Predicting optimum drop height in Drop Jumps through anthropometry and motor tests

Francisco Antonio Amú Ruiz*

Recibido: 07 / 08 / 2009. Aprobado: 05 / 10 / 2010

Resumen

El objetivo de este estudio ha sido predecir la altura óptima de caída (AOC) en los ejercicios pliométricos Drop Jump (DJ) a partir de variables cinemáticas y antropométricas, mediante un modelo de regresión múltiple lineal. Participaron en el estudio 13 sujetos, 6 hombres y 7 mujeres de la liga vallecaucana de atletismo. Inicialmente se determinó la altura de vuelo y longitud de los saltos efectuados con las pruebas físicas Countermovement Jumps (CMJ), Abalakov (ABK), salto largo sin/con impulso de brazos, el tiempo en carreras de 30 y 100 m. Se determinó la composición corporal en % y Kg. (músculo, grasa, óseo y residual) por ecuaciones de regresión (Yuhasz, Mateigka, De Rose, etc.) Además, se valoró utilizando la plataforma de contacto la AOC a partir de los índices de fuerza reactiva (RSI), coeficiente de calidad del salto (CQ), capacidad reactiva del músculo (CR) que se determinan usando los tiempos de contacto y vuelo. La información se analizó con estadística descriptiva e inferencial principalmente con análisis de correlación, regresión lineal múltiple y pruebas no paramétricas para el modelo de regresión. En la AOC con utilización de brazos, el salto largo explicó por sí solo un 99,6% de la variabilidad en la AOC. La variable anterior combinada con el tiempo en 100 m. permitió explicar un 99,8% de la variabilidad en la AOC. Al añadir a la ecuación anterior el porcentaje de masa muscular se pudo explicar un 99,9% de la variabilidad en la AOC. Añadiendo a la

ecuación el porcentaje de grasa se explicó 99,9% de la variabilidad en la AOC

Palabras clave: Drop Jump, Altura Óptima de Caída, Pliometría, Potencia de Miembros inferiores

Abstract

The aim of this study was to find out if it is possible to predict the land optimal height (AOC) of the plyometric jump (DJ) from kinematic and anthropometric variables using a multiple linear regression model. Thirteen subjects, 13, 6 male and 7 female athletics runners and jumpers of Liga Vallecaucana de Atletismo First, the height of the flight and long jump during the performance of the "countermovement jump" (CMJ), Abalakov, long jump with/without arms impulse, time in 30, 100 m were determined. Then, the corporal composition in % and Kg. (muscle, fat, bone and residual tissue), using Yuhasz, Mateigka, and De rose equations. So, with the contact platform calculate the several index: reactive strength index (RSI), quality coefficient (CQ) and muscle reactive output (CR) using flight and contact times. The information was analyzed with descriptive and inferential statistics mainly correlation, regression linear and non parametric tests for the regression model. In the AOC using arms, long jump explain 99,6% of the variability. the Prediction power was increased to 99,8% including in the model 100 m time. The inclusion of the muscle mass, as a third variable, raised the

¹ Investigación adscrita a la Universidad del Valle, Cali, Colombia.

* Candidato a Magíster. Universidad del Valle. framuriz@yahoo.es

prediction power to 99,9% of land optimal height variability. Adding to the corporal fat (%) to the model, the prediction power was 99,9% too.

Keywords: Drop Jump, Optimal Drop Height, Plyometrics, power in inferior limbs

Problema

Como el objetivo del entrenamiento deportivo es la consecución de los más altos logros, es necesario saber qué tipo de entrenamiento es el adecuado para producir los cambios esperados en las cualidades físicas.

En muchos deportes (voleibol, baloncesto, atletismo, etcétera) la contracción muscular máxima, el tiempo de reacción y la capacidad para forzar movimientos enérgicos con la mayor frecuencia y el mínimo tiempo son habilidades predominantes y, como tales, necesitan ser trabajadas efectivamente.

La eficiencia mecánica de las extremidades inferiores y la habilidad para saltar y aterrizar son indicadores del desempeño deportivo en la mayoría de los deportes colectivos e individuales (Chae, W. et al. 2004; Kollias, et al, 2004). En particular, los saltos requieren una compleja coordinación entre los segmentos corporales superiores e inferiores (Thomas, T. et al. 2004.).

Con el objeto de mejorar la eficiencia de los saltos se debe realizar un entrenamiento adecuado que brinde la mayor preparación en el menor tiempo posible.

Un método de entrenamiento de la fuerza, que surgió en los años sesenta y que ha dado excelentes resultados para el mejoramiento de la fuerza explosiva, es el método pliométrico tipo Drop Jump (DJ), el cual utiliza el peso corporal como carga de entrenamiento y una altura de caída para mejorar la respuesta neuromuscular de los atletas. No obstante, este método de entrenamiento ha tenido demasiados detractores que afirman que se producen lesiones por el sobreentrenamiento del sistema muscular. Esto se debe, posiblemente, a que no existen estudios

científicos que indiquen cuál es la técnica más apropiada para realizar entrenamiento con base en la pliometría.

En el entrenamiento pliométrico existen diferentes ejercicios que van desde saltos en el sitio hasta caídas de alturas. El más utilizado por su gran efectividad es el entrenamiento pliométrico tipo Drop Jump (DJ) en el cual es importante conocer la altura de caída óptima que genere el estímulo adecuado de acuerdo a las capacidades del atleta y que no ocasione sobreentrenamiento y/o lesiones óseo musculares.

En países en vía de desarrollo normalmente esta altura se determina por ensayo-error o por experiencia del entrenador o el deportista, y causa en muchos casos un estímulo insuficiente o un sobreentrenamiento, lo cual puede afectar negativamente el desempeño atlético del deportista.

En países desarrollados, el entrenamiento pliométrico (DJ) es controlado con tecnología de contactos, que son dispositivos electrónicos que miden los tiempos de contacto y de vuelo del deportista, con lo cual se puede definir si la altura de caída es la óptima.

La tecnología aplicada al deporte permite realizar todo tipo de prueba de forma directa y con un mínimo margen de error en las mediciones, pero esta tecnología no se encuentra disponible en muchos de los sitios de entrenamiento de nuestra ciudad o incluso de nuestro país por ser costosa.

Para conocer cómo mejora el entrenamiento las cualidades físicas trabajadas en el entrenamiento deportivo, se utilizan las pruebas físicas de campo, las cuales valoran cuantitativamente el desempeño deportivo de los deportistas. Por ejemplo, si se quiere conocer cuánto ha mejorado la velocidad se realizan pruebas de 30 m sin impulso, 30 m lanzados, 60 m o de 100 m planos, entre otras. Si se quiere saber cuánto ha mejorado la capacidad de salto de un atleta se utiliza la prueba de salto largo bipodal sin impulso y/o la de salto alto, entre otras. Dichas pruebas brindan al entrenador y al atleta parámetros para saber si el programa de entrenamiento de las cualidades físicas está por el camino correcto o si se tienen

que realizar variaciones. Estas pruebas se realizan en etapas importantes del entrenamiento, ya sea en la etapa de preparación general (prueba inicial) o en la etapa de preparación especial (prueba de control) con el fin de tener dos puntos de comparación antes de pasar al período competitivo.

La validez del salto vertical como medida de fuerza muscular ha sido cuestionada por algunos autores como Genuario y Dolgener (1980), quienes observaron una relación poco intensa entre la fuerza muscular de las extremidades inferiores y la altura de vuelo en salto vertical. Sin embargo, otros han observado que existe una relación intensa entre la altura de vuelo en el salto vertical y la capacidad máxima de aceleración (Ferragut Fiol y López Calbet, 1998). De ahí que los test de salto vertical se utilicen en la valoración de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores.

Otra parte importante en el proceso de entrenamiento es la antropometría, que permite observar cambios en los componentes graso y muscular primordialmente. Por ejemplo, si se está siguiendo un entrenamiento de fuerza explosiva hay un mejoramiento de la masa muscular, pues la fuerza está directamente relacionada con el área transversal del músculo y es fácilmente observable y medible.

Teniendo en cuenta la importancia del entrenamiento deportivo, se utilizan las pruebas de las cualidades físicas y se relacionan con la antropometría. Estas herramientas direccionan el entrenamiento, pero no existe una relación entre las pruebas y la antropometría para encontrar objetivamente la altura óptima de caída, cuando se está haciendo entrenamiento pliométrico DJ sin contar con la tecnología de difícil adquisición, como las plataformas de contacto.

Utilizando la tecnología de contactos nos planteamos los siguientes interrogantes: ¿Cuáles son los factores biomecánicos y neuromusculares que determinan el rendimiento en el AOC? ¿Qué papel tienen las variables antropométricas? Éstas son cuestiones que aún no han sido resueltas (Bobbert y Van Soest, 1994; Brown, Mayhew y Boleach, 1986). Hasta la fecha no se tenía aún un

modelo capaz de establecer la influencia relativa que tienen en la AOC las variables antropométricas, dinamométricas y cinemáticas (Bobbert y Van Ingen Scheneau, 1988; Dowling y Vamos, 1993; Fukashiro y Komi, 1987; Hudson, 1986).

Por todo ello el objetivo principal de este estudio ha sido elaborar un modelo que nos permita integrar aquellas variables que posean un mayor valor predictivo de la AOC en los DJ. Para identificar, se han recogido datos de atletas velocistas y saltadores, que entrenan la capacidad de salto de forma regular. Además, se ha establecido la importancia que tiene para el rendimiento en el salto vertical, longitudinal y en el tiempo de 30 y 100 m.

Objetivos

Los siguientes objetivos servirán al investigador para guiar el estudio y ayudarán al lector a comprender el objetivo del trabajo.

Objetivo general

Generar ecuaciones predictivas a partir de la información de la plataforma de contacto, de las pruebas físicas de campo y de las mediciones antropométricas, para conocer cuál es la altura óptima de caída en el entrenamiento pliométrico DJ en los velocistas y saltadores de la Liga Val-lecaucana de Atletismo.

Objetivos específicos

- Valorar la capacidad del sistema neuromuscular de los atletas con base en pruebas de velocidad y de saltos alto y largo.
- Conocer la antropometría (talla, masa, porcentaje muscular, graso, óseo, etcétera) a partir de las mediciones de perímetros, diámetros, pliegues cutáneos, usando las ecuaciones de Mateigka, Yuhasz y De Rose.
- Conocer la altura óptima de caída y los tiempos de contacto de cada deportista mediante la plataforma de contacto, hallando los diversos índices.
- A partir de pruebas estadísticas, establecer las relaciones entre índices de las plataformas de contacto, la antropometría y las

pruebas físicas de campo.

- Generar ecuaciones de regresión para calcular la altura óptima de caída que mejor satisfaga únicamente con datos antropométricos y pruebas físicas.

Material y métodos

Participaron en el estudio 13 sujetos, 6 hombres y 7 mujeres de la Liga Vallecaucana de Atletismo.

Cada sujeto realizó saltos verticales y longitudinales con y sin utilización del impulso de brazos

(ABK, CMJ, SL). Los saltos ABK y SLCB se realizaron desde una posición inicial erecta, o bien flexionando las rodillas para hacer el salto y utilizando el impulso de los brazos. El otro tipo de salto se inició desde la posición erecta. En este caso los sujetos realizaron un contramovimiento previo al salto. Este salto se conoce como salto con contramovimiento (CMJ) y SLSB. Los sujetos mantuvieron sus manos en las caderas para evitar una posible contribución de los brazos al salto. La medición de los saltos verticales se hizo con una cinta entre las piernas y unida a un cinturón y a una pieza metálica sobre la que se desliza (equipo de Abalakov). Los saltos largos se realizaron en un foso de caídas sobre arena, estos se midieron con una cinta metálica (Stanley de 5 m). Se realizaron tres intentos por cada tipo de salto y se les dio tres minutos de descanso entre salto y salto para evitar posibles interferencias debidas al cansancio.

Las medidas antropométricas tomadas fueron las siguientes: masa y talla, tomadas con báscula Soehnle, precisión 0,5 kg y tallímetro, precisión 1 mm. Los perímetros: tórax normal, brazo relajado y contraído, antebrazo, cintura, cadera, muslo máximo, pierna máxima. Todos los perímetros fueron medidos tres veces con una cinta métrica metálica inextensible de 1 mm de precisión. Como valor correspondiente a cada perímetro se tomó la media de las tres mediciones efectuadas.; pliegues cutáneos: tricípital, bicípital, subescapular, iliocrestal, abdominal, muslo anterior, pierna medial. Todos los pliegues cutáneos fueron medidos mediante

un caliper Slim, que ejerce una presión constante de 10 g/mm² y tiene una precisión de 1 mm. Cada pliegue se determinó por triplicado. Asimismo, se midieron los siguientes diámetros óseos: codo, muñeca, rodilla y tobillo, tomados con un pie de rey modificado marca Hopex, con una precisión de 0,01 mm. Utilizando las ecuaciones de composición corporal, se determinaron % grasa (Yuhasz), % muscular y óseo (Mateigka).

También se determinaron los tiempos de contacto, tiempos de vuelo y altura de vuelo para las alturas de caída de 30, 40, 50 y 60 cm con la ayuda de una plataforma de contacto marca Fin, se realizaron las caídas para cada altura por triplicado, con y sin utilización de impulso de brazos. A partir de los registros de la plataforma de contactos se calcularon los índices: RSI, CR y CQ que son determinantes para la AOC.

En el análisis estadístico, las relaciones simples entre variables se determinaron mediante análisis de correlación de Pearson. Para saber cuáles eran las variables con mayor valor predictivo de la AOC se empleó análisis de regresión múltiple paso a paso. Se consideraron como significativas aquellas relaciones cuya probabilidad de ser debidas al azar fue igual o inferior al 5 % ($p < 0.05$).

Resultados y discusión

En la tabla 5 se resumen las correlaciones existentes entre las variables antropométricas, las pruebas físicas de campo y las variables respuestas (AOC con y sin impulso de brazos), mostrando muy buenas correlaciones los valores en amarillo.

El siguiente paso estadístico fue generar un modelo de regresión lineal (método introducir variables) utilizando la variable salto largo para predecir la AOC con utilización de brazos.

Aquí se muestra (Tabla 6) un elevado valor de $R^2=0,996$, lo cual es muy predictivo para la variable respuesta. El estadístico Durbin-Watson nos corrobora el supuesto de independencia que deben tener los datos, aquí su valor es 1,764, lo que determina una independencia de ellos.

VARIABLE	AOC CON BRAZOS	AOC SIN BRAZOS
AOC CON BRAZOS	1	,637(**)
AOC SIN BRAZOS	,637(**)	1
ABALAKOV	,865(**)	,697(**)
COUNTERMOV	,835(**)	,664(**)
IND UTIL BRAZOS	,432	,375
SL CON BRAZOS	,942(**)	,764(**)
SL SIN BRAZOS	,882(**)	,701(**)
TIEMPO 30 m	-,342	-,595(*)
TIEMPO 100 M	-,824(**)	-,502(*)
MASA	,770(**)	,695(**)
TALLA	,759(**)	,736(**)
IMC	,602(*)	,514(*)
CANT DE MUSCULO	,858(**)	,662(**)
% MUSCULO	,791(**)	,413
CANT DE GRASA	-,491(*)	-,172
% GRASA	-,711(**)	-,388
CANT DE TEJ OSEO	,737(**)	,571(*)
% TEJIDO OSEO	-,394	-,472
CANT TEJ RESIDUAL	,809(**)	,701(**)
I MM/MO	,694(**)	,522(*)

Tabla 1. Correlaciones de las variables con AOC.

Modelo	R	R cuadrado(a)	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación	Durbin-Watson
1	,998(b)	,996	,996	3,13717	1,764
2	,999(c)	,998	,997	2,67696	2,102
3	,999(d)	,999	,998	2,20828	1,085
4	1,000(e)	,999	,999	1,80447	1,772

Tabla 2. Resumen del modelo salto largo para predecir AOC con impulso de brazos.

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.	Error típ.
		B	Error típ.	Beta	B			
1	SL CON BRAZOS	,198	,003	,998	58,065		,000	
2	SL CON BRAZOS	,238	,017	1,201	13,649		,000	
	TIEMPO 100 M	-,816	,349	-,206	-2,341		,039	
3	SL CON BRAZOS	,161	,034	,811	4,689		,001	
	TIEMPO 100 M	-1,819	,496	-,459	-3,669		,004	
	% MUSCULO	,684	,275	,642	2,483		,032	
4	SL CON BRAZOS	,146	,029	,735	5,075		,001	
	TIEMPO 100 M	-3,368	,752	-,850	-4,478		,002	
	% MUSCULO	1,051	,271	,986	3,884		,004	
	% GRASA	,581	,237	,129	2,445		,037	

Tabla 3. Coeficientes para los modelos predictivos.

Para la predicción de la AOC utiliza las variables de la tabla 7, se utiliza el coeficiente B, y la significancia (0,000), este último es el que nos indica la utilidad de la ecuación pues un valor por encima de 0,050 nos dice que la ecuación no sirve en esos términos.

A continuación se plantean las ecuaciones predictivas de AOC con impulso de brazos:

AOC= 0,198* (Salto largo con impulso de brazos)

Ecuación No. 1 predictora de la altura de caída óptima (AOC) para los DJ. Donde: Salto largo con impulso de brazos en centímetros.

AOC= 0,238*(Salto largo con impulso de brazos)-0,816* (T en 100 m)

Ecuación No. 2 predictora de la altura de caída óptima (AOC) para los DJ. Donde: Salto largo con impulso de brazos en centímetros y T 100 m en segundos.

AOC= 0,161*(Salto largo con impulso de brazos)-1,819* (T en 100 m)+0,684*(%M)

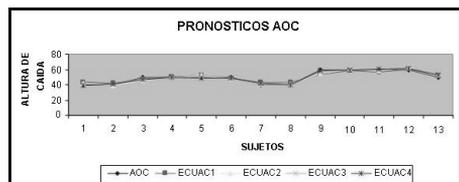
Ecuación No. 3 predictora de la altura de caída óptima (AOC) para los DJ. Donde: Salto largo con impulso de brazos en centímetros, T 100 m en segundos y % M= porcentaje muscular

AOC= 0,146*(Salto largo con impulso de brazos)-3,368* (T en 100 m)

+1,051*(%M)+ 0,581*(%G)

Ecuación No. 4 predictora de la altura de caída óptima (AOC) para los DJ. Donde: Salto largo con impulso de brazos en centímetros, T 100 m en segundos, % M= porcentaje muscular y % G= porcentaje graso.

La gráfica No.1 muestra el comportamiento predictivo de las ecuaciones para los valores de AOC en cada sujeto, se observan variaciones entre los valores reales y los valores pronosticados. Para darle confiabilidad y validez interna a la ecuación se aplican a los valores residuales los estadísticos *Rachas* y *Kolmogorov-Smirnov*



Gráfica 1. Altura de caída óptima calculada por la plataforma de contacto (línea roja) y la altura de caída óptima pronosticada según la ecuación de regresión simple (línea magenta).

La prueba no paramétrica muestra si los errores adquiridos con la aplicación de la regresión tienen una distribución normal y si estos son distribuidos aleatoriamente en la muestra. Esta prueba sirve para contrastar la hipótesis nula de que la distribución de una variable se ajusta a una determinada distribución de probabilidad.

a significancia es >0,05 lo que indica que hay aleatoriedad en los residuales y la distribución de estos tiende a la normalidad.

Para conocer la aleatoriedad de los errores y si esto se debe o no al azar se realiza el estadístico *Rachas* que determina si una muestra de observaciones de una determinada secuencia son independientes entre sí, si no son aleatorias lo que ocurre con una observación cualquiera depende generalmente de las características de la observación anterior. En una muestra aleatoria, por el contrario, debemos esperar que lo que ocurre con una observación cualquiera sea independiente de las características de las anteriores.

Los valores más importantes son los siguientes: el estadístico de contraste (Z) y su nivel crítico (Significación asintótica. Bilateral). Puesto que el nivel crítico es mayor que 0,05 se acepta la hipótesis de independencia y se concluye que la secuencia de observaciones estudiadas es aleatoria.

Discusión y conclusiones

Este estudio demuestra la gran importancia que tiene para la AOC el salto largo con impulso de brazos. Pero también mostró la importancia que

Residuales Modelo 1	Residuales ecuación 2	Residuales ecuación 3	Residuales ecuación 4		
N	13	13	13	13	
Parámetros normales(a,b)	Media	,0255349	,0210360	,0035648	-,1727990
	Desviación típica	2,56285909	2,01575534	1,56270887	3,13201333
Diferencias más extremas	Absoluta	,117	,114	,138	,147
	Positiva	,117	,076	,110	,147
	Negativa	-,110	-,114	-,138	-,097
Z de Kolmogorov-Smirnov	,530	,422	,411	,496	
Sig. asintót. (bilateral)	,941	,994	,996	,966	

Tabla 4. Prueba Kolmogorov-Smirnov para los residuales de los modelos

Residuales Modelo 1	Residuales ecuación 2	Residuales ecuación 3	Residuales ecuación 4	
Valor de prueba(a)	-,43142	,09380	-,07989	-,34504
Casos < Valor de prueba	6	6	6	6
Casos >= Valor de prueba	7	7	7	7
Casos en total	13	13	13	13
Número de rachas	7	8	5	7
Z	,000	,022	-1,144	,000
Sig. asintót. (bilateral)	1,000	,982	,253	1,000

Tabla 5. Prueba de rachas para los valores residuales de una muestra.

tienen variables de carácter antropométrico como la masa muscular, el % de grasa y la variable de prueba físicas tiempo en 100 m. Aunque algunos autores han desarrollado ecuaciones para predecir la potencia máxima alcanzada en un salto vertical (Harman et al. 1991; Sayers et al. 1999; Ferragut, C. et al. 2003), no se ha publicado hasta la fecha ningún estudio en el que se haya tratado de predecir la AOC mediante la combinación de variables antropométricas y pruebas físicas de campo.

Después de realizar el análisis de la información se obtuvieron ecuaciones de regresión lineal que explican la contribución de las variables antropométricas y pruebas físicas de campo con las variables respuestas que son las alturas de caída óptima de los ejercicios pliométricos drop jump para cada atleta con o sin utilización del impulso de los brazos.

Las conclusiones que se tienen de las ecuaciones de regresión lineal 1,2,3,4 para la predicción de la AOC con utilización de brazos son las siguientes:

- El modelo 1 que contiene la variable salto largo con impulso de brazos explica el 99.6 % la predicción de la AOC.
- El modelo 2 que contiene las variables salto largo y tiempo en 100 m explican el 99.8 % la predicción de la AOC.
- El modelo 3 que contiene las variables salto largo, tiempo en 100 m y % de músculo explican el 99.9 % la predicción de la AOC.
- El modelo 4 que contiene las variables salto largo, tiempo en 100 m, % de músculo y % de grasa explican el 99.9 % la predicción de la AOC.
- Las variables tiempo 100 m salto largo y cantidad de músculo (% ó kg) están presentes en la mayoría de las ecuaciones predictivas y mostrando una alta correlación y contribución en los modelos propuestos.

Referencias

- Avis, F. y otros (1986.) Positive work as a function of eccentric load in maximal leg extension movements. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55: 562-568.
- Bassey, E.J. & Ramsdale, S.J. (1994). Increase in femoral bone density in Young women following high-impact exercise. *Osteoporos. Int.* 4: 72-75; Citado por: Judex S. & Zernicke R. (2000) High impact exercise and growing bone: relation between high strain rates and enhances bone formation. *J. Appl. Physiol.* 88: 213-219.
- Bobbert, M. & Van Ingen Schenau, G. (1988). Coordination on vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 21, 249-262.
- Bobbert, M. (1990). Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sport Med.*, 9(1): 7- 22; Citado por: Kollas, I. Panoutsakopoulos, V. & Papaikovou, G. (2004). Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical Drop Jumping from 60 centimeters. *J. Strength Cond. Res* 18(3): 546-550.
- Bobbert, M.F. & Van Soest, A.J. (1994). Effects on muscle strengthening on vertical jump height: a simulation study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, 1012-1020.
- Brown, M.; Mayhew, J. & Boleach, L. (1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal Sports Medicine and Physical Fitness*, 26, 1-4.
- Chae, W y otros (2004). Tibio-femoral forces during the landing phase of different types of vertical jump; *ISBS* 22: 145-148.
- Dowling, J. & Vamos, L. (1993). Identification of kinetic and temporal factors related to vertical jump performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 9, 95-100.
- Ferragut Fiol, C. & López Calbet, J. (1998). Mecanismos responsables de la potenciación de la contracción muscular concéntrica en el curso del ciclo estiramiento-acortamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 12, 5-10.
- Ferragut C, Cortadellas J, Arteaga R., & Calbet J.A. (2003). Predicción de la altura de salto vertical, importancia del impulso mecánico de la masa muscular de las extremidades inferiores. *European Journal of Human Movement*, 10, 7-22
- Fukashiro, S. & Komi, P. (1987). Joint moment and mechanical power flow of the lower limb during vertical jump. *International Journal Sports Medicine*, 8, 15- 21.
- Genuario, S. & Dolgener, F. (1980). The relationship of isokinetic torque at two speeds to the SJ. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 5, 593-598.
- Harman, E.; Rosenstein, M.; Frykman, P. & Rosenstein, R. (1991). The effects of arms and counter movement on vertical jumping. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 825-833.
- Hudson, J.L. (1986). Coordination of segments on the vertical jump. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18, 242-251.
- Kollias, I. Panoutsakopoulos, V. & Papaikovou, G. (2004). Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical Drop Jumping from 60 centimeters. *J. Strength Cond. Res* 18(3): 546-550.
- Sayers, S.; Harackiewicz, D.; Harman, E.; Frykman, P. & Rosenstein, M. (1999). Cross validation of three jump power equations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 572-577.
- Thomas, T. y otros (2004). Analysis of the aerial and landing phases of the grand Jeté; *ISBS* 22: 164-166.