

DSJ: SALTO VERTICAL SIN CONTRAMOVIMIENTO DESDE FLEXIÓN MÁXIMA

**Rafael Martín Acero¹, Miguel Fernández Del Olmo², Óscar Viana González²,
Xavier Aguado Jodar³ y Francisco J. Vizcaya Pérez⁴**

¹Pf Dr titular Facultad de CC. del Deporte y la E.F. (INEF G) - Universidad de La Coruña

²Diplomado de Estudios Avanzados - Universidad de La Coruña

³Pf Dr titular Facultad de Ciencias del Deporte - Universidad de Castilla-La Mancha

⁴Investigador Dr Instituto de Ciencias Aplicadas al Entrenamiento - Leipzig (Alemania)

Los saltos se utilizan como ejercicio y prueba de control desde hace más de un siglo. Uno de los avances más concretos en metodología del desarrollo de la fuerza ha sido la vinculación de saltos verticales, realizados en diferentes condiciones biomecánicas y fisiológicas, a estrategias de entrenamiento general y específico. Uno de los autores principales en el logro de la intersección entre ciencia básica y Metodología del Rendimiento Deportivo ha sido C. Bosco.

Entre otros tópicos utilizados con plena vigencia, tanto en la investigación, como en el entrenamiento, hay que citar la batería de saltos verticales de Bosco que, según las necesidades de cada deporte, se completa con otros saltos, como el propuesto por Abalakov (CMJA), por Vittori- Bosco (5RJ), o saltos pliométricos de diferentes alturas de caída (DJ).

En este trabajo se expone un salto vertical sin contramovimiento, desde la máxima flexión: DSJ (Deep Squat Jump), que ha sido utilizado para enriquecer el control y dirección del entrenamiento, y para individualizar objetivos, en las especialidades deportivas que lo precisan.

Se presentan algunos resultados de las diversas investigaciones que este grupo viene realizando.



Martín Acero, R.
 Fernández Del Olmo, M.
 Viana González, O.
 Aguado Jodar, X.
 Vizcaya Pérez, F.J.
 Tomo XXII • N° 1

DSJ: SALTO VERTICAL SIN CONTRAMOVIMIENTO DESDE FLEXIÓN MÁXIMA

INTRODUCCIÓN

La utilización del salto vertical como medio para la valoración de la fuerza y la potencia muscular, aparece reflejado en múltiples referencias y publicaciones (Cavagna et al., 1968; Bosco, 1979; 1988; 1994; 2000; Bosco et al., 1982; Vittori, 1990; Komi, 1992). Además de los medios tecnológicos disponibles y su evolución, que nos ha permitido obtener cada vez datos más relevantes sobre el salto vertical, es necesario tener en cuenta el diseño de una serie de pruebas que nos permitan valorar la capacidad de salto vertical y relacionarla con otras manifestaciones de la fuerza tanto desde el punto de vista metabólico, estructural o neuromuscular. En este sentido nos parece necesario destacar la aportación de uno de los autores principales en el espacio intermedio entre Ciencia básica y Metodología del Rendimiento Deportivo como ha sido Carmelo Bosco.

Entre las muchas aportaciones realizadas por Bosco, se encuentra el conjunto de pruebas de salto vertical agrupadas en la denominada Batería de Bosco (Squat Jump: SJ; Countermovement Jump: CMJ, Drop Jump: DJ, etc...), así como las estrategias de control y entrenamiento de las diferentes manifestaciones de la fuerza de la musculatura extensora de las piernas, derivadas de su aplicación, entre las que podemos incluir distintos índices y gradientes calculados con diferentes magnitudes de resistencia a vencer en el salto vertical.

Es habitual completar las pruebas agrupadas en la conocida batería de Bosco (1992) con otras en las que la demanda neuromuscular o energética sea lo más parecida posible a la acción o disciplina a la que se refieran los estudios y análisis. Así, encontramos numerosas pruebas como el salto vertical a una pierna, el salto vertical con carrera previa o *approach jump* (Driss et al., 1998; Kakihana y Suzuki, 2001), saltos repetidos para un tiempo determinado (Bosco et al., 1983; Bolgla y Kesula, 1997; Hatze, 1998) y otras pruebas de fuerza y potencia con las que el salto tiene una relación intensa como, por ejemplo, el cálculo del 1RM en el ejercicio de sentadilla completa o de media sentadilla.

En las pruebas de salto vertical propuestas en la literatura, se exige una flexión de la articulación de la rodilla:

- **escasa**, por ejemplo en el caso de varios de los *Drop Jump* (DJ), o en los *Rebound Jump* o *Repeated Jump* (RJ),
- **media**, por ejemplo en el caso del salto sin contramovimiento desde 90° (SJ), o en el salto con contramovimiento (CMJ).

La utilización de estas pruebas implica una cierta inespecificidad con respecto a determinadas acciones deportivas. Por ejemplo, en algunas de las primeras pruebas citadas (DJ; RJ) se dará poca coincidencia con el patrón de activación neuromuscular de la batida de los saltos para bloqueo o remate en Voleibol, o durante el inicio de los movimientos de halterofilia, si embargo, la coincidencia en la exigencia neuromuscular en el apoyo en la carrera de velocidad (Nillson et al., 1985; Nesser et al., 1996), puede resultar mucho más próxima. Si tenemos en cuenta, que la aplicación de fuerza y de potencia

muscular en la mayoría de ocasiones está condicionada por la postura, el patrón de movimiento o el tipo de contracción (Harman, 1993), su valoración debe ser lo más específica posible (Wilmore y Costill, 1994), atendiendo a las exigencias de cada deporte, y como esto no puede ser resuelto en una sola prueba, parece necesario seguir implementando baterías de pruebas neuromusculares, como la de Bosco, con otras pruebas que completen el análisis y el control de la dirección del entrenamiento para cada especialidad.

Los saltos verticales sin contramovimiento desde una posición de flexión máxima en la articulación de la rodilla son tareas muy utilizadas en el entrenamiento deportivo por su gran importancia en el desarrollo de la fuerza explosiva (Sheppard, 2003).

Una modificación en la ejecución de las pruebas de salto tan simple como sería el aumento de la flexión de la rodilla, hasta la máxima flexión anatómica de cada sujeto, implicaría una mayor participación de la musculatura extensora de la cadera, recordemos que la magnitud de fuerza que pueden desarrollar los músculos también depende del ángulo articular (Singh y Karpovich, 1966), así como unas condiciones biomecánicas derivadas del incremento del tiempo de aplicación de fuerza y unas condiciones neuromusculares dependientes del estado de relativo reposo de la musculatura implicada antes del inicio de la fase concéntrica que no se producen en ninguna de las demás pruebas de valoración de la capacidad de salto encontradas en la literatura. Sin embargo, aunque existen estudios en los que se utiliza el salto sin contramovimiento desde una flexión mayor a la tradicionalmente utilizada de 90°, pero sin llegar a la máxima flexión (Martín y Stull, 1969; Zhu, 2000; Huang y Wang, 2000), no se encuentran evidencias de la utilización del salto vertical sin contramovimiento desde flexión máxima en la articulación de la rodilla como prueba de valoración de la fuerza explosiva, que proponemos, después de haberla utilizado ya hace dos décadas en la práctica diaria del entrenamiento de velocistas internacionales, sobre todo a partir de los datos obtenidos en el CAR de Sant Cugat (Angulo, R M^a, Martín Acero, R y Vittori, C, 1990, *sin publicar*) donde se identificaba una gran intensidad en la relación entre la velocidad de carrera y el resultado de 1RM en squat completo, y también entre este 1RM y el ángulo entre los dos muslos del deportista medidos en el momento de finalizar el contacto (impulsión) con el suelo, lo que vino a sugerirnos la importancia de evaluar movimientos donde se exprese de un modo mayor la participación de la musculatura extensora de tobillo, rodilla y cadera, pero que también implicase la participación de la musculatura de los flexores, cuya fuerza muestra elevadas correlaciones con la velocidad de carrera (Alexander, 1989), en relación directa con la amplitud del paso.

Presentamos el protocolo de una prueba de valoración de la fuerza explosiva basada en la capacidad de salto vertical, en la que el sujeto realiza el salto partiendo de una flexión máxima de la articulación de la rodilla y sin efectuar ningún tipo de contramovimiento: *Deep Squat Jump* (DSJ).

DSJ: SALTO VERTICAL SIN CONTRAMOVIMIENTO DESDE FLEXIÓN MÁXIMA

Martín Acero, R.
Fernández Del Olmo, M.
Viana González, O.
Aguado Jodar, X.
Vizcaya Pérez, F.J.
Tomo XXII • Nº 1

PROTOCOLO Y NORMAS DE EJECUCIÓN DE EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DEEP SQUAT JUMP: DSJ

Para realizar la prueba **DSJ**, los sujetos se situarán sobre la plataforma en una posición (Gráfico 1: A) de sentadilla completa, es decir, con una flexión máxima de la articulación de la rodilla (b), después de tanteo y ajuste motor individual del propio sujeto, con los pies colocados a la misma altura y separados aproximadamente como la anchura de las caderas y hombros, con los talones levantados del suelo (a), el tronco erguido y las manos agarrando la cintura (c).

Desde esta posición y después de mantenerla 3-4 segundos, para eliminar cualquier influencia de la energía elástica acumulada durante el descenso en los componentes músculo-tendinosos (Bosco, 1991; Kurokawa et al., 2001), los sujetos realizarán un salto vertical lo más alto posible sin efectuar ningún tipo de contramovimiento (Gráfico 1: B) y manteniendo la verticalidad del tronco, para ello se le indicará que fije la vista en el horizonte próximo.

La recepción del salto (C) sobre la plataforma se realizará con las rodillas extendidas (d) y los tobillos en flexión plantar (e), de la misma forma que cuando el sujeto despega del suelo, realizando algún pequeño rebote.

El salto no será considerado válido si se percibe algún movimiento de flexión de las rodillas antes de comenzar el impulso, ya que implicaría mecanismos neuromusculares diferentes a los que se pretenden valorar. También debe exigirse un desplazamiento lo más vertical posible, ya que cualquier modificación en la trayectoria del centro de gravedad implicaría un incremento del tiempo de vuelo, por lo mismo que se exigirá que en la recepción las articulaciones de las rodillas y tobillos se encuentren completamente extendidas.

ESTRUCTURA Y ACTIVIDAD ARTROMUSCULAR EN EL DSJ

Aunque es necesaria una descripción más rigurosa realizada con técnicas electromiográficas, podemos describir la participación de los principales músculos implicados durante la ejecución del **DSJ**, tanto durante la posición inicial de mantenimiento de la posición como durante la posterior fase de impulso.

Durante el mantenimiento de la posición inicial

• Articulación de la cadera

El principal músculo que interviene a este nivel es el glúteo mayor, que además de permitir el control de la flexión del muslo permite el mantenimiento de la retroversión de la cadera. También participan como agonistas el semimembra-

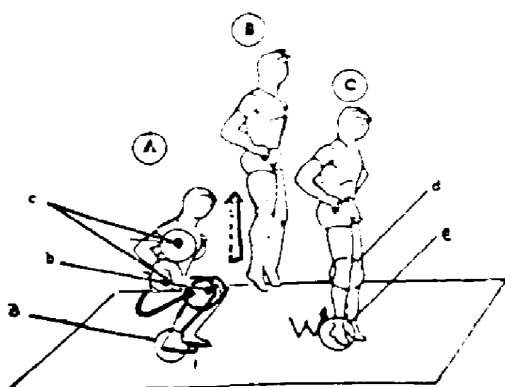


Gráfico 1. Secuencia de movimiento de la ejecución de la prueba de salto vertical sin contramovimiento con flexión máxima en la articulación de la rodilla: **DSJ**.

no, el semitendinoso y el bíceps femoral. Otros músculos que participan en el mantenimiento de la posición de la cadera son el psoas iliaco, sartorio y recto anterior del cuádriceps que actúan como antagonistas.

• Articulación de la rodilla

Los principales músculos que intervienen a nivel de la articulación de la rodilla serán el recto anterior, el vasto interno, el vasto externo y el crural. Además, participarán también el bíceps femoral, el semitendinoso semimembranoso y gemelos con una función antagonista.

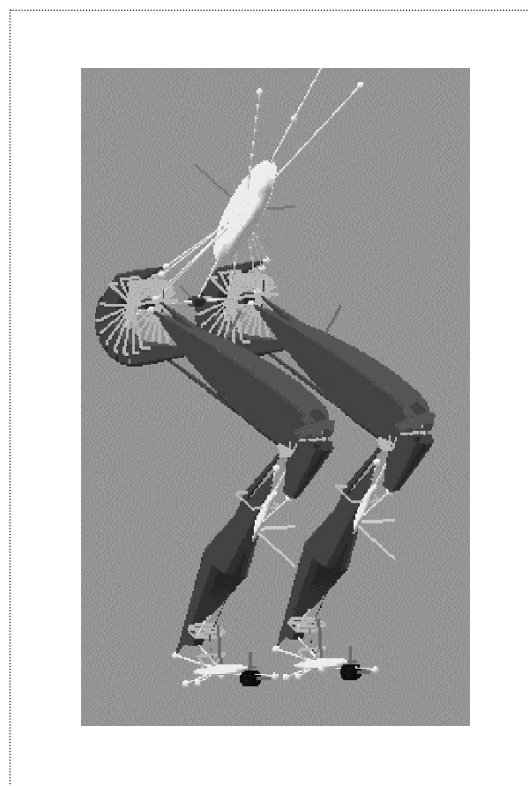


Gráfico 2. La participación muscular en la ejecución de la prueba de salto vertical, además de con electromiografía, se estudia a través de simulación.



Martín Acero, R.
Fernández Del Olmo, M.
Viana González, O.
Aguado Jodar, X.
Vizcaya Pérez, F.J.
Tomo XXII • N° 1

DSJ: SALTO VERTICAL SIN CONTRAMOVIMIENTO DESDE FLEXIÓN MÁXIMA

• Articulación del tobillo

La articulación del tobillo tendrá una gran importancia en lo que a la posición inicial se refiere, al limitarse el grado de movilidad articular con el choque del astrágalo y la mortaja tibio-peronea. A este nivel los músculos implicados serán el gemelo interno y externo, el soleo, flexor largo de los dedos y peroneos lateral largo y lateral corto. Así mismo el tibial anterior, peroneo anterior, extensor largo común de los dedos actuarán como antagonistas para mantener la estabilidad de la articulación del tobillo.

Durante la fase de impulso

Durante esta fase del salto, el sujeto intentará realizar lo más rápido y fuerte posible una extensión de la cadera, rodilla y tronco, acompañada de una flexión plantar para intentar alcanzar la mayor altura posible, por lo que se producirá una sollicitación concéntrica de los músculos agonistas implicados en la ejecución del salto vertical.

• Articulación de la cadera

Participarán el glúteo mayor, piriforme, semimembranoso, semitendinoso y bíceps femoral. También podemos incluir los músculos interespinales, dorsal largo, ileocostal, cuadrado lumbar, recto abdominal y oblicuos que intervienen fijando el tronco para evitar cualquier desajuste durante la ejecución del movimiento.

• Articulación de la rodilla

La participación de los extensores de la rodilla resulta fundamental en la ejecución del salto vertical, con una especial implicación de los vastos interno y externo.

• Articulación del tobillo

Los principales músculos implicados serán el gemelo interno y externo, el soleo, flexor largo de los dedos y peroneos lateral largo y lateral corto.

La ejecución de esta fase de impulso presenta una acción muscular muy compleja que se podría explicar a través de la "Paradoja de Lombard", que evidencia un trabajo muscular simultáneo en la cadera y la rodilla de músculos poliarticulares aparentemente antagonistas como el recto anterior y los isquiotibioperoneos, produciéndose una selección biomecánica natural de la función de mayor predominio motor, donde el mayor momento de fuerza inhibe la función del antagonista en el momento de presentarse la resistencia. Durante este desplazamiento la longitud de los músculos varía muy poco al alargarse por un extremo y acortarse por el otro o viceversa en función del músculo que se trate. Constituye por lo tanto un trabajo muscular para estos músculos en concreto denominado *cuasi-isométrico*.

CONSIDERACIONES E IMPLICACIONES PARA LA UTILIZACIÓN PRÁCTICA DEL DSJ COMO PRUEBA DE VALORACIÓN

La producción de fuerza en el salto vertical dependerá de factores mecánicos, coordinativos y nerviosos (Bobbert et al., 1996), siendo estos últimos los mediadores en la participación de unos y otros. De esta correcta integración, mediada por una parte por mecanismos de naturaleza central basados en la representación interna de las órdenes musculares para realizar el movimiento y por otra por las aferencias periféricas que intervienen para actualizar la representación central y corregir los posibles cambios con respecto a la acción de referencia (Gahéry y Massion, 1981), dependerá el desarrollo de la potencia muscular que permita al sujeto producir la mayor velocidad final posible, aprovechando la longitud óptima de la trayectoria de aceleración, y por lo tanto de la magnitud de la resistencia a vencer, en este caso el peso corporal, y las características técnicas del movimiento en lo que a sucesión de impulsos y puntos críticos de aceleración se refiere (Hotchmuth, 1973).

	h (cm)	E (cm)	TF (s)	V máx (m/s)	A máx (m/s ²)	F máx (N)	P máx (W)
DSJ	31.09	102.33	.655	2.88	20.1	21.4	45.84
SJ	28.69	68.41	.448	1.51	21.7	22.8	47.03

LEYENDA: altura alcanzada (**h**), espacio recorrido durante el impulso (**E**: diferencia de altura entre la situación inicial y final en el impulso), tiempo de aplicación de fuerza (**TF**), velocidad máxima alcanzada (**V máx**), aceleración máxima (**A máx**), fuerza máxima desarrollada (**F máx**), potencia máxima (**P máx**).

Cuadro 1. Valores descriptivos registrados al ejecutar **DSJ** y **SJ**.



Gráfico 3. Secuencia de movimiento de la ejecución de la prueba de salto vertical **DSJ**.

DSJ: SALTO VERTICAL SIN CONTRAMOVIMIENTO DESDE FLEXIÓN MÁXIMA

Martín Acero, R.
 Fernández Del Olmo, M.
 Viana González, O.
 Aguado Jodar, X.
 Vizcaya Pérez, F.J.
 Tomo XXII • Nº 1

Parece lógico pensar, que para conseguir el mayor impulso posible durante el salto vertical, debemos aplicar niveles de fuerza instantáneos muy altos y/o aumentar la duración del tiempo de aplicación de fuerza, como presumimos ocurrirá en el caso del **DSJ** si lo comparamos con respecto al **SJ**.

Como podemos comprobar en este ejemplo (Cuadro 1), durante la ejecución de **DSJ** se producen niveles similares de fuerza máxima y de potencia máxima a los que se obtienen en **SJ**, sin embargo, el tiempo de aplicación de fuerza (TF), relacionado con el aumento de distancia del recorrido del centro de gravedad (E), y la velocidad de ejecución (V máx), son mayores en **DSJ**, lo que podría explicar la mayor altura (h) alcanzada en **DSJ**.

Al proponer el salto vertical sin contramovimiento desde flexión máxima en la articulación de la rodilla (**DSJ**), tendremos la posibilidad de establecer una mayor matización entre el salto vertical y las diferentes manifestaciones de la fuerza, completando de alguna manera la tan extendida aportación de Vittori (1990), pues, al vincular los saltos verticales realizados en diferentes condiciones biomecánicas y fisiológicas con manifestaciones de la fuerza a las que se pueden atribuir causalidades neurofisiológicas diferenciadas, se está contribuyendo a la mejora del enfoque metodológico y su aplicación al entrenamiento deportivo en general, y de las capacidades del sistema neuromuscular, en particular.

DSJ: UN FENÓMENO A INVESTIGAR

En los últimos años, no sin dificultad, venimos realizando diversas investigaciones para aproximarnos correctamente a la aplicabilidad de **DSJ** al proceso de entrenamiento de niños, de jóvenes y de adultos de diferentes especialidades deportivas. Presentamos a continuación uno de los estudios realizados.

Sujetos

45 niños (30 eran niñas) comprendidos entre los 6 y 8 años,
 14 hombres jóvenes (18-25 años),
 13 mujeres jóvenes (18-25 años).

Procedimiento

Todos los sujetos, después de un calentamiento protocolizado realizaron 4 intentos de los siguientes saltos:

- Salto sin contramovimiento desde máxima flexión de rodillas: **DSJ**
- Salto sin contramovimiento desde una flexión de rodillas de aproximadamente 90 grados: **SJ**
- Salto con contramovimiento: **CMJ**
- Salto con contramovimiento con acción de brazos: **CMJA (Abalakov)**

Análisis de los datos

En cada sujeto se calculó la media para cada tipo de salto y se procedió a realizar una ANOVA de medidas repetidas con un factor intrasujeto (*Tipo de salto*: 4 niveles) y un factor intrasujeto (*Grupo*: 3 niveles).

En presencia de interacciones significativas entre los factores, se realizaron ANOVAS separadas para cada grupo con *Tipo de salto*, como factor intrasujeto.

Fueron realizados Analisis Post-Hoc, usando “t” de student de medidas pareadas con el factor de corrección de Bonferroni.

El grado de significación fue establecido en $p \leq 0.05$.

Resultados y discusión

La ANOVA de medidas repetidas (*Tipo de salto*, *Grupo*) mostró un efecto significativo en *Tipo de salto* ($F=206.61$ $p \leq 0.001$) y en el *Grupo* ($F=34.48$ $p \leq 0.001$), con interacciones significativas *Tipo de salto*Grupo* ($F=149.24$ $p \leq 0.001$) (Ver Figura 1).

TABLA 1. Resultados de las alturas (cm) obtenidas en los saltos verticales (DSJ, SJ, CMJ y CMJA) por los tres grupos estudiados.

	DSJ	SJ	CMJ	CMJA (Abalakov)
Niños/as	14,30±3,55	13,08±2,86	14,18±2,78	16,91±3,05
Hombres	33,64±6,86	28,73±5,24	35,16±7,18	42,78±8,34
Mujeres	25,11±3,95	23,21±3,85	26,17±4,57	30,18±4,92

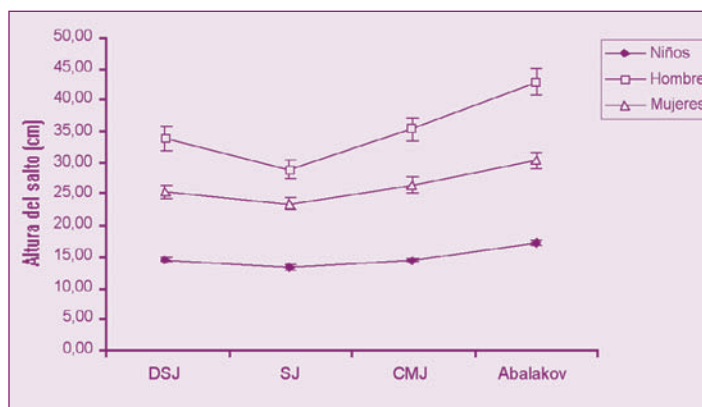


Figura 1. Resultados de las alturas (cm) obtenidas en los saltos verticales (DSJ, SJ, CMJ y CMJA) por los tres grupos estudiados.

Martín Acero, R.
 Fernández Del Olmo, M.
 Viana González, O.
 Aguado Jodar, X.
 Vizcaya Pérez, F.J.
 Tomo XXII • N° 1

DSJ: SALTO VERTICAL SIN CONTRAMOVIMIENTO DESDE FLEXIÓN MÁXIMA

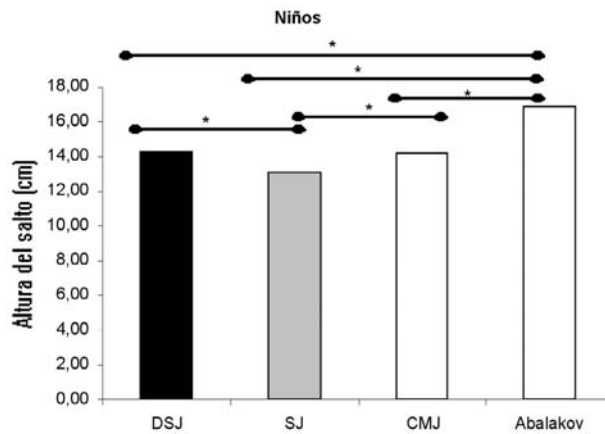


Figura 2. Resultados de las alturas (cm) obtenidas en los saltos verticales (DSJ, SJ, CMJ y CMJA) por el grupos de niños/as

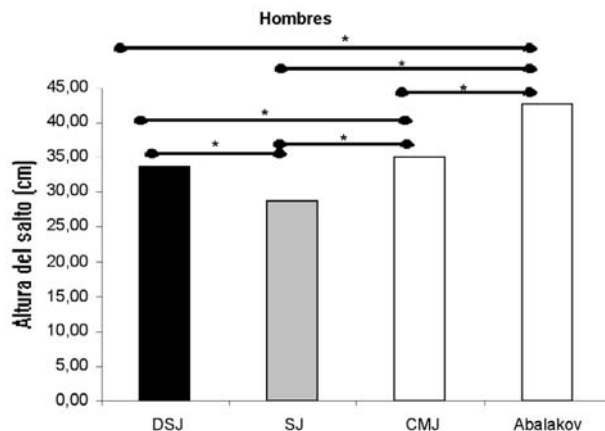


Figura 3. Resultados de las alturas (cm) obtenidas en los saltos verticales (DSJ, SJ, CMJ y CMJA) por el grupos de hombres

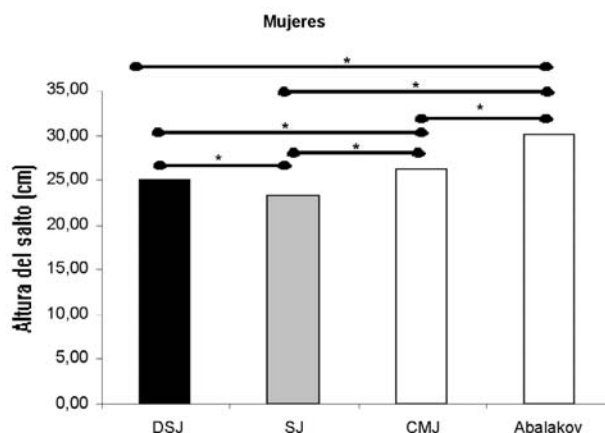


Figura 4. Resultados de las alturas (cm) obtenidas en los saltos verticales (DSJ, SJ, CMJ y CMJA) por el grupos de mujeres

Con el objeto de conocer el rendimiento en cada tipo de salto para cada uno de los grupos se realizaron ANOVAS separadas de medidas repetidas (*Tipo de salto*) mostrando este análisis un efecto significativo en todos los grupos ($p \leq 0.001$). Posteriores análisis indicaron lo siguiente:

a) En el grupo de los niños (Figura 2) el mejor rendimiento se obtuvo en CMJA (*Abalakov*) obteniendo una altura significativamente superior al resto de los saltos. La menor altura del salto se alcanzó en el SJ mientras que en **DSJ** la altura del salto fue significativamente superior al SJ ($t=4.54$ $p \leq 0.001$) y similar a la obtenida en el CMJ.

b) En el grupo de hombres (Figura 3) se encontraron diferencias significativas entre todos los tipos de salto. En este grupo la altura alcanzada en el CMJ fue significativamente superior a la alcanzada en el **DSJ** ($t=2.66$ $p \leq 0.05$).

c) En el grupo de mujeres se obtuvieron idénticos resultados que en el de hombres, se encontraron diferencias significativas entre todos los tipos de salto. La altura alcanzada en el CMJ fue significativamente superior a la alcanzada en el **DSJ** (Figura 4).

ESTUDIOS INMEDIATOS

Quedan muchos aspectos por investigar en esta variante del salto vertical (DSJ), algunos estudios deberán explicar el patrón de activación neuromuscular, otros las curvas de fuerza/tiempo y de fuerza/velocidad. También se deberán realizar estudios que incluyan esta prueba en el control de deportistas que puedan mejorar sus metodologías al tener una mejor representación de sus necesidades de mejora de la fuerza para su especialidad y nivel de rendimiento.

En esa dirección estamos desarrollando algunos estudios que serán publicados próximamente (Vizcaya, Fernández Del Olmo, Viana, y Martín Acero, 2008, *aceptado*), la investigación se ha llevado a cabo con el objetivo de describir el **DSJ** y compararlo con los saltos SJ y CMJ, para introducirlo como prueba en la monitorización y el control del entrenamiento en los deportes de fuerza. Con los deportistas de halterofilia se tomaron datos de los resultados en arrancada y dos tiem-

DSJ: SALTO VERTICAL SIN CONTRAMOVIMIENTO DESDE FLEXIÓN MÁXIMA

pos durante campeonatos oficiales, para estudiar la relación existente entre los saltos verticales (Gráfico 4) y el rendimiento. Se ha llevado a cabo un análisis de regresión lineal para determinar la asociación entre el rendimiento en halterofilia y los saltos verticales, quedando establecido que **DSJ** está fuertemente correlacionado con el rendimiento en estos deportistas y puede explicar un alto porcentaje de su varianza. ■

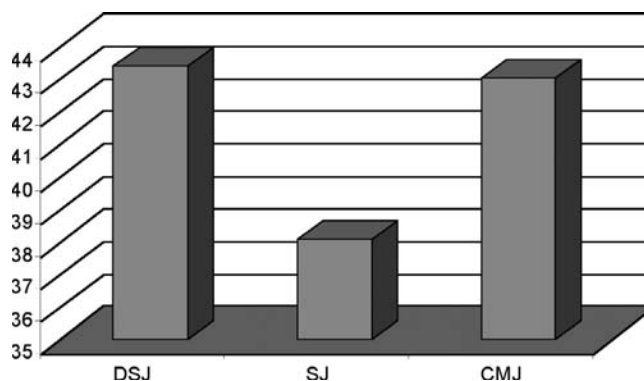


Gráfico 4. Medias de la altura (cm) alcanzada por deportistas de Halterofilia.

BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, M.J.L. (1989) "The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters" *Canadian Journal of Sports Science*, 14, 148-157.
- Bobbert, M.F.; Karin, G.M.; Gerritsen, M.C.A.; Van Soest, A.J. (1996): Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 28:1402-1412
- Bolgia, L.A. y Keskula, D.R. (1997): Reliability of lower extremity functional performance test. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 26(3):138-142
- Bosco, C. (1979): Mechanical characteristics and fibre composition of human extensor muscle. *European Journal of Applied Physiology*. 41:275-284
- Bosco, C.; Komi, P.V.; Ito, A. (1981): Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavica*. 111:135-140
- Bosco, C.; Tihanyi, P.; Komi, P.V.; Fekete, G.; Apor, P. (1982): Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*. 114:543-550
- Bosco, C., Luhtanen, P.; Komi, P.V. (1983): A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology*. 50:273-282
- Bosco, C. (1988): El entrenamiento de fuerza en el voleibol. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. 2(5-6):57-62.
- Bosco, C. (1991): Nuove metodologie per la valutazione e la programmazione dell'allenamento. *SDS Rivista di Cultura Sportiva*. 22:13-22
- Bosco, C. (1994): La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Ed. Paidotribo. Barcelona.
- Bosco, C. (2000): La fuerza muscular. Aspectos metodológicos. Ed. Inde. Barcelona.
- Cavagna, G.A.; Dusman, B.; Margaria, R. (1968): Positive work done by a previously stretched muscle. *Journal of Applied Physiology*. 24:21-32
- Driss, T.; Vandewalle, H.; Monod, H. (1998): Maximal power and force-velocity relationships during cycling and cranking exercises in volleyball players. Correlation with the vertical jump test. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 38(4):286-93
- Gahéry, Y.; Massion, J. (1981): Coordination between posture and movement. *Trends in Neuroscience*. 4:199-202
- Harman, E.; Rosenstein, M.; Frykman, P.; Rosenstein, R. (1991): Estimation of human power output from vertical jump. *Journal Applied Sport Science Research*. 5(3):116-120
- Hatze, H. (1998): Validity and reliability of methods for testing vertical jumping performance. *Journal of Applied Biomechanics*. 14:127-140.
- Hochmuth, G.(1973): *Biomecánica de los movimientos deportivos*. Ed. Doncel. Madrid.
- Huang, Z.G.; Wang, Y. (2000): Experiment study of squat jump during different knee angles in biomechanics. *Journal of Xian Institute of Physical Education*. 17(1):89-91
- Kakahana, W. y Suzuki, S. (2001): EMG activity and mechanics of the running jump as a function of takeoff angle. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 11 : 365-372
- Komi, P.V. (1984): Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exercise and Sports Science Reviews*. 74(12):1-12.
- Kurokawa, S, Fukunaga, T. y Fukashiro, S. (2001): Behavior of fascicles and tendinous structures of human gastrocnemius during vertical jumping. *Journal of Applied Physiology*. 90: 1349-1358.
- Martin, T.P.; Stull, G.A. (1969): Effect of various knee angle and foot spacing combinations on performance in the vertical jump. *Research Quarterly in Exercise and Sport*. 40:324-331
- Sheppard, J.M. (2003): Strength and conditioning exercise selection in speed development. *Strength and Conditioning Journal*. 25:26-30
- Singh, M.; Karpovich, P.V. (1966) Isotonic and isometric forces of forearm flexors and extensors *J Appl Physiol*. 21. 1435-1437.
- Vittori, C (1990): El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. 4:2-11.
- Vizcaya, F, Fernández Del Olmo, M, Viana, O y Martín Acero, R (aceptado: 2 marzo 2008) Could the Deep Squat Jump predict weightlifting performance? *J. Strength Cond. Res*.
- Zhu, G.S. (2000): A study of squat jump from different knee angles in biomechanics. *Zhejiang Sports Sciences*. 22 (6): 44-46.