

## Capacidad de salto vertical en jóvenes de la Universidad del Valle-Cali\*

---

*Recibido: 20 de abril de 2011. • Aceptado: 2 de mayo de 2011.*

*Francisco Antonio Amú Ruiz<sup>a</sup>*

**Resumen.** Se realizó una investigación con 130 estudiantes (66 hombres y 64 mujeres) matriculados en la asignatura deporte formativo de la Universidad del Valle (Edad:  $19,84 \pm 1,66$  años, talla:  $165,14 \pm 9,22$  cm, masa:  $61,10 \pm 11,32$  Kg.). Metodología: se tomaron la masa y la talla, y se hicieron pruebas de salto vertical y largo. Resultados: se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre el nivel de desempeño en el salto vertical Abalakov y las variables de salto largo, salto vertical en contra movimiento, índice de utilización de brazos, e índice de masa corporal. No se encontraron diferencias significativas con la talla total.

**Palabras clave.** Análisis de varianza (ANOVA), desempeño en el salto vertical, salto en contramovimiento, salto vertical de Abalakov.

**Abstract.** We realized a research with 130 students (66 males and 64 females) who participated in the subject

---

\* Este artículo fue presentado como colaboración académica del autor para la Revista.

<sup>a</sup> Magíster en Fisiología del Deporte de la Universidad del Valle-Cali. Comentarios a: framuriz@yahoo.es

sport formative at the Universidad del Valle (Age:  $19,84 \pm 1,66$  years, height:  $165,14 \pm 9,22$  Cm, Weight:  $61,10 \pm 11,32$  Kg.). Methodology: we measured height and weight, and we made vertical and long jump tests. Results: we found significant differences ( $p < 0,05$ ), between the performance level for Abalakov vertical jump and the variables of long jump, countermovement vertical jump, arm utilization index, body mass index. We didn't find significant differences in the height.

**Keywords.** Abalakov vertical jump, analysis of the variance (ANOVA), countermovement jump, vertical jump performance.

**Résumé.** Nous avons fait une recherche avec 130 étudiants (66 hommes et 64 femmes) inscrits au cours de sport de formatif à l'Université del Valle de Colombie (age:  $19,84 \pm 1,66$  ans, taille:  $165,14 \pm 9,22$  cm, poids :  $61,10 \pm 11,32$  kg). Méthodologie: nous avons pris de la hauteur, la taille, de même que les épreuves de sauts verticaux en contre-mouvement. Résultats: nous avons trouvé des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre le niveau de performance du saut vertical d'Abalakov et les variables du saut long, saut vertical et saut en contre-mouvement, index d'utilisation du bras, et index de masse corporelle. Nous n'avons pas trouvé de différences significatives à la hauteur.

**Mots-clés.** Analyse de la variance (ANOVA), performance des sauts verticaux, saut en contre-mouvement, saut vertical d'Abalakov.

**Resumo.** Uma investigação foi conduzida com 130 estudantes (66 homens e 64 mulheres) matriculados no curso de formação desportiva na Universidade del Valle em Cali, Colômbia (idade:  $19,84 \pm 1,66$  anos, altura:  $165,14 \pm 9,22$  cm, peso:  $61,10 \pm 11,32$  kg). Metodologia: nós medimos a altura e o peso, e fizemos testes de saltos verticais e em distância e longos. Resultados: encontramos diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), entre o nível de desempenho do salto vertical (método Abalakov) e as variáveis do salto em distância, salto vertical com contra-movimento, índice de utilização do braço, e índice de massa corporal. Não encontramos diferenças significativas na altura.

**Palavras-chave.** Análise de variância (ANOVA), desempenho no salto vertical, salto com contra-movimento, salto vertical (método Abalakov).

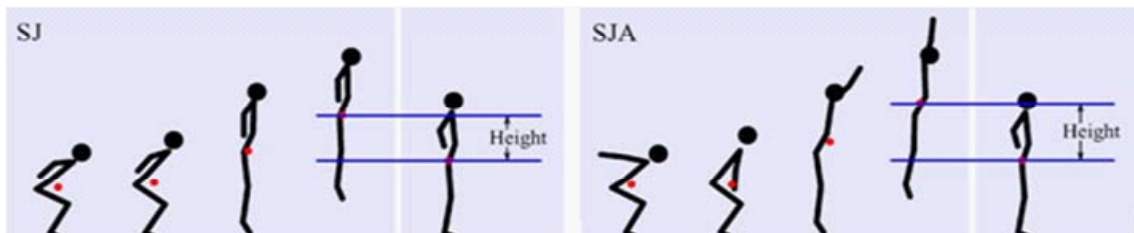
## Introducción

El salto vertical es comúnmente utilizado para medir el desempeño atlético de los sujetos (Barker, M. *et ál.* 1993; Black, W. & Roundy, E. 1994; Davis D. *et al* 2006; Fry, A. & Kraemer, W. 1991, Gollhofer, A. *et ál.* 1987). Determinar la potencia de miembros inferiores teniendo en cuenta la utilización o no de los brazos (saltos vertical Abalakov y Contra movimiento respectivamente), son pruebas utilizadas comúnmente por educadores físicos; la realización de estos saltos se limita cuando no se tienen los instrumentos adecuados para su medición, teniendo que realizar pruebas que posiblemente no valoran objetivamente esta capacidad.

La capacidad de salto además de depender del Sistema Nervioso Central y de la calidad en las fibras contráctiles presentes en el músculo de los miembros involucrados en el salto, también puede depender de variables antropométricas que son de fácil y común medición (masa corporal y talla), con las cuales se pueden calcular el Índice de Masa Corporal (IMC) (Reeves, R. *et ál.* 2008, Ferragut, C. *et ál.* 2003, Lees, A. *et ál.* 2004).

Esta capacidad, al ser evaluada en personas que realizan actividades recreativas, ayuda a entender cuál es el potencial que tienen en cuanto a fuerza explosiva en miembros inferiores y coordinación multisegmentaria, debido a que el salto vertical es una acción multiarticular que involucra las articulaciones del tobillo, la rodilla y la cadera. (Lees, A. Vanrenterghem, J. Clercq, D. 2004).

Para realizar cualquier salto se requiere una fuerza que es generada por una o las dos piernas propulsando el cuerpo hacia arriba. El principal desafío al saltar es generar la fuerza en las piernas necesaria para impulsar el cuerpo fuera del piso (Bompa, T. 2004; Cavagna, G. y Kaneko M. 1977, Guades, C. *et ál.* 2005; Hamlin, M. y Quigley, B. 2001; Kollias, I. *et al* 2004, Bosco *et ál.* 1983, Viitasalo *et ál.* 1992, Tricoli *et ál.* 2005).



**Figura 1.** Ejemplos de los dos tipos de saltos verticales. (SJ) sin balanceo de brazos, y (SJA) con balanceo de brazos. La altura de salto está definida como el máximo desplazamiento del Centro de Masa (CM) del cuerpo (punto rojo en la figura) desde la posición de pie

**Fuente:** Hara, M. *et ál.*, 2006).

La utilización coordinada de los segmentos superiores, permite que dicho salto sea ejecutado de manera más eficaz, es decir, da al ejecutante mayor impulso hacia arriba, lo que se traduce en una altura mayor de salto; para constatar esto normalmente se realizan saltos verticales con y sin utilización de brazos; también han sido propuestos como una forma para determinar el rendimiento en el salto vertical (Cavagna 1977; Komi & Bosco 1978), sobre plataforma de contacto para valorar lo que se conoce como índice de utilización de brazos (IUB), mostrando incrementos de hasta el 10% en la velocidad de despegue con utilización de brazos, comparándolos cuando se restringen éstos (Luhtanen & Komi. 1978; Harman, E. *et ál.* 1990).

Los brazos son usados para generar mayor impulso hacia arriba mientras se realiza el salto vertical (Reeves, R. *et ál.*, 2008). En teoría, entre mayor sean la longitud y la masa segmental de los brazos pueden direccionar mayor producción de fuerza propulsiva y tener una influencia benéfica en el salto vertical (Levangie, P. & Norkin C. 2001).

Muchos estudios han intentado determinar los factores que influyen en el salto vertical (Ashley, C & Weiss, L. 1994; Barker, M. *et ál.*, 1993; Black, W. & Roundy, E. 1994; Davis, D. *et ál.*, 2006; Dowling, J. & Vamos, L. 1993; Fry, A. & Kraemer, W. 1991; Harman, E. *et ál.*, 1990; Mcleod, W. *et ál.*, 1983; Ugarkovic, D. *et ál.*, 2002; Young, W. *et ál.*, 1999). Aunque algunos autores han desarrollado ecuaciones para predecir la potencia máxima y la altura máxima alcanzada en un salto vertical (Amu, F. 2010, Harman *et ál.*, 1990. Ferragut, C. *et al* 2003 & Sayers *et ál.*, 1999).

En estudios sobre predicción del salto vertical a partir de variables intrínsecas, se encontró que la fuerza y la composición corporal aparecen como las de mejor contribución al salto (Aragon-Vargas, L & Gross, M. 1997; Ashley, C. & Weiss, L. 1994; Davis, D. *et ál.*, 2003; Mcleod, W. *et ál.*, 1983; Williford, H. *et ál.*, 1994.) Si estos factores son identificados claramente, los objetivos de los programas de entrenamiento puede ser investigar cual de los programas es más efectivo para mejorar el salto vertical (Black, W. & Roundy, E. 1994).

Las medidas antropométricas de la masa, talla e IMC y el nivel de desempeño de salto vertical han sido utilizadas en investigaciones anteriores (Davis, D. *et ál.* 2006; Reeves, R. *et ál.* 2008; Duyar, I, & Pelin C. 2003; Zatsiorsky, V & Seluyanov, V. 1983), sin embargo, estas técnicas son menos precisas que las usadas en otras investigaciones, las cuales determinan los diferentes componentes del cuerpo a partir de la técnica DXA. (Burkhart, T. *et ál.*, 2009, Durkin, J. & Dowling, J. 2003; Ferragut, C. *et ál.*, 2003).

Según lo anteriormente citado surge la siguiente pregunta: ¿Cuál es la capacidad de salto vertical y cómo se afecta la misma desde lo antropométrico y motor de los jóvenes de ambos sexos en la Universidad del Valle?

El propósito de este estudio fue determinar si el nivel del desempeño del salto vertical en población universitaria está determinado por factores intrínsecos como el género, la masa, la talla, u otros de salto largo; conociendo estas relaciones se puede dar mayor sentido a las evaluaciones antropométricas y de salto en esta población.

## 1. Metodología

Sujetos. Este estudio es subsidiario de un macro proyecto de investigación que se realizó con los estudiantes que cursaron la asignatura deporte formativo (1er semestre de 2010)

en la Universidad del Valle, donde se hizo un muestreo aleatorio con fijación proporcional que vinculó a 214 estudiantes de ambos géneros; los criterios de inclusión de la muestra para nuestro estudio diferían en algunos parámetros del macro proyecto como la edad (18 a 25 años), por esta razón, el tamaño de la muestra quedó en 130 sujetos (66 hombres y 64 mujeres). Todos firmaron un consentimiento informado y podían abandonar el estudio en el momento que ellos consideraran.

*Evaluación antropométrica.* Siguiendo el Protocolo de la ISAK, a los sujetos se les tomaron las siguientes medidas antropométricas: masa corporal total y la talla total.

Masa corporal total: se realizó la toma de la masa corporal en una báscula de piso de Bioimpedancia eléctrica marca TANITA, modelo BC-554 ( $\pm 0.1$  Kg).

Talla: se tomó la talla de pie, utilizando un tallímetro de pared marca SECA Messband. ( $\pm 0.1$  cm).

Índice de Masa Corporal (IMC): también conocido como Índice de Quetelec, relaciona la masa corporal y la estatura por la siguiente fórmula.  **$IMC = Masa, (Kg.) / Talla^2, (m^2)$** . Este índice ha sido muy utilizado en la valoración de la salud y guarda una estrecha relación con la obesidad y otras enfermedades crónicas no transmisibles (Alba, A. 2005).

**Tabla 1.** Clasificación del IMC para ambos géneros.

Clasificación	Bajo Peso	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad I	Obesidad II	Obesidad III
Valores	<18,5	18,5-24,9	25-29,9	30-34,5	35-39,9	>40

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la investigación realizada.

En esta tabla se presentan los valores y la clasificación correspondiente al IMC para ambos géneros según el ACSM (2001). Este índice está relacionado con sobrepeso, obesidad, hipertensión arterial y coronopatías, enfermedades crónicas no transmisibles que afectan a la sociedad actual.

*Evaluación de los saltos.* Debido a la complejidad en la ejecución del salto, se les permite a los sujetos realizar saltos preparativos que a la vez sirven de calentamiento. Cada sujeto realizó 3 saltos verticales de cada tipo sobre la plataforma de contacto (Axon Jump serie T, versión 2.01) y 3 saltos largos sin impulso sobre superficie dura, con un tiempo de recuperación entre saltos de 30 s.

Siguiendo el protocolo de Bosco, C. (2000) para la valoración de la fuerza propulsora de los miembros inferiores, se utilizaron las siguientes pruebas:

*Salto vertical (Counter Movement Jump (CMJ))* con manos a la cintura: en esta prueba se puede cuantificar la fuerza generada únicamente por las piernas en el salto vertical, el sujeto se ubica sobre la plataforma, se realiza una semi-flexión de piernas para tomar el mejor impulso disponible y se realiza el salto vertical con las manos todo el tiempo en la cintura. Se realiza 3 veces y se toma el mejor salto en cm.

*Salto vertical (Abalakov (ABK))* con brazos libres: en esta prueba se puede cuantificar la fuerza generada por las piernas más la contribución de los brazos en el salto vertical, el sujeto se ubica sobre la plataforma, se realiza una semi-flexión de piernas para tomar el mejor impulso disponible y se realiza el salto vertical con brazos libres extendiéndolos hacia arriba. Se realiza 3 veces y se toma el mejor salto en centímetros.

*Salto largo sin impulso:* en esta prueba se puede cuantificar la fuerza generada por las piernas más la contribución de los brazos en el salto largo, el sujeto se ubica detrás de la línea inicial, se realiza una semi-flexión de piernas para tomar el mejor impulso disponible y se realiza el salto largo con impulso de brazos, el sujeto debe caer de pie y mantener la posición hasta la lectura, que se realiza desde la línea de salida hasta la parte del pie más próxima a esta. Se realiza 3 veces y se toma el mejor salto en centímetros.

*Índice de Utilización de Brazos (IUB):* este nos permite valorar en porcentaje la contribución de los brazos a partir de los valores con y sin utilización de ellos.

$$\text{Índice utilización de brazos} = ((ABK - CMJ) / CMJ) * 100$$

*Análisis estadístico.* Se aplicó estadística descriptiva para el análisis de los datos, seguidamente se realizó análisis ANOVA y post hoc para el nivel del salto vertical Abalakov con las variables antropométricas y de salto. Significancias representativas fueron aceptadas para  $p \leq 0,05$ . Se utilizaron los programas EXCEL 2003 y SPSS 17 para el tratamiento estadístico.

## 2. Resultados y discusión

En la tabla 2 se presentan los valores de las variables antropométricas y motoras para toda la muestra: los promedios, las desviaciones estándar y el coeficiente de variación, se observa que los valores de dispersión altos los presentan las pruebas de salto vertical, salto largo e índice de utilización de brazos.

**Tabla 2.** Descriptivos de las variables antropométricas y de salto.

VARIABLE	MUESTRA (n=130)		
	X	DS	CV%
Edad	19,84	1,66	8,35
Talla	165,14	9,21	5,58
Masa	61,10	11,32	18,53
IMC	22,3	3,19	14,30
Salto largo	175,93	38,41	21,83
CMJ	28,52	7,56	26,52
ABALAKOV	33,20	8,70	26,20
IUB	16,79	9,95	59,24

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la investigación realizada.

Los valores por encima de 20% muestran varianzas grandes en las variables de salto largo, salto vertical Abalakov, en contramovimiento e índice de utilización de brazos, siendo las pruebas de salto vertical las que mayores inconvenientes presentan por la coordinación intersegmentaria que se debe dar para estos. El índice de utilización de brazos se usa para conocer cómo contribuyen los brazos al salto; la gran variabilidad del CV% nos permite afirmar que los estudiantes evaluados no están familiarizados con este tipo de salto y que la contribución de estos al salto en algunos sujetos es nula o negativa.

Profundizando un poco más en el análisis y teniendo una muestra compuesta por 64 mujeres y 66 hombres, se realizó análisis descriptivo y prueba de Pearson para mostrar la dependencia del salto vertical Abalakov con variables antropométricas y motoras. Estos valores se muestran en las tabla 3.

**Tabla 3.** Descriptivos de las variables antropométricas y de salto para hombres y mujeres.

VARIABLE	HOMBRES (n= 66)			MUJERES (n= 64)		
	X	DS	CV	X	DS	CV
Edad	19,88	1,49	7,50	19,80	1,82	9,20
Talla	171,53	6,68	3,89	158,56	6,42	4,05
Masa	65,56	11,15	17,00	56,51	9,59	16,97
IMC	22,23	3,11	13,99	22,44	3,29	14,66
Salto largo	208,17	20,42	9,81	142,68	19,47	13,65
CMJ	34,78	4,64	13,34	22,07	3,40	15,42
ABALAKOV	40,41	4,93	12,20	25,76	4,38	17,02
IUB	16,68	8,74	52,42	16,90	11,12	65,78

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la investigación realizada.

En la tabla 3 se presentan los valores de las variables antropométricas y motoras para los dos subgrupos (hombres y mujeres), en ella se presentan los promedios, las desviaciones estándar y el coeficiente de variación, se observa que los valores de dispersión altos los presentan para el índice de utilización de brazos en ambos géneros.

En cuanto al CV% por parte de mujeres, estas presentan un valor de 65,78% y los hombres de 52,42%, las mujeres pareciera que usaran unas estrategias diferentes de salto que los hombres, quienes requieren menos contribución de los miembros superiores para el desempeño del salto vertical, estando de acuerdo con lo reportado por la literatura (Davis, D. et ál., 2003; Reeves, R. et ál., 2008).

En esta investigación el promedio de salto vertical Abalakov para las mujeres fue 25,76 cm y para los hombres 40,41 cm. Reeves, R. et ál. (2008) reportaron un promedio de 51.6 cm incluyendo hombres y mujeres participantes, mientras que Davis, D. et ál. (2003), reportaron un promedio de 59,8 Cm. para hombres atletas recreativos, Ashley & Weiss (1994), reportaron un promedio de 27,0 en mujeres universitarias. Se puede ver que por los valores encontrados en nuestra investigación, se trata de valores promedio de saltos verticales menores que los reportados para atletas recreativos, quienes tienen mayor entrenamiento en tareas de saltar y otras relacionadas con trabajos coordinativos. Es claro que la actividad de saltar con una técnica adecuada requiere una fuerza de los miembros inferiores, una coordinación multisegmentaria y un impulso vertical generado por el balanceo de los brazos que deben estar sincronizados para obtener el mayor nivel de salto vertical.

Es posible que los individuos participantes en esta investigación no estuvieran relacionados con técnicas de salto como el Abalakov, el CMJ y el salto largo, por esta razón, se puede perder desplazamiento vertical con extraños movimientos horizontales y sobre tensión que generan poca economía y eficacia en el salto, estando de acuerdo con lo reportado por Reeves, R. et ál. (2008).

El salto vertical es una tarea compleja que requiere coordinación del SNC y del sistema musculoesquelético y es ampliamente regulado por la motivación y el deseo de saltar (Davis, D. et ál., 2003; Reeves, R. et ál., 2008). Es claro que las personas que pocas veces han realizado saltos verticales con una técnica apropiada, se les dificulte obtener buenos resultados por la falta de práctica, técnica y por ende, esto genera una desmotivación al observar que por más esfuerzos que realicen no podrán mejorar sus resultados hasta que no aprendan la técnica de ejecución del salto apropiado.

Como nuestro interés es conocer la capacidad de salto vertical de los universitarios, tomamos los valores de salto tipo Abalakov y realizando un análisis por percentiles de cada subgrupo (género), se hicieron tres clasificaciones; 1 por debajo del percentil 25 (inferior a



la norma), 2 entre el percentil 25 y 75 (norma) y 3 por encima del percentil 75 (superior a la norma). Los datos se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4.** Clasificación del Salto vertical tipo Abalakov para mujeres (0) y hombres (1).

GÉNERO / CLASIFICACIÓN	1 (cm)	2 (cm)	3 (cm)
Mujeres (0)	0 – 22,75	22,76 – 28,95	28,96 – 40
X±DS	20,00±1,28	25,16±1,71	31,31±2,01
Hombres (1)	0 – 37,6	37,61 – 42,90	42,91 – 60
X±DS	34,64±2,64	40,66±1,48	47,23±3,24

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la investigación realizada.

En esta tabla, se coloca la clasificación por género del salto vertical Abalakov, nótese que los hombres saltan en promedio más que las mujeres en todas las clasificaciones de salto. Para el nivel 1, los hombres saltan 73,2% más alto que las mujeres (34,64 y 20,0 Cm. respectivamente); en el nivel 2 los hombres saltan 61,6% más alto que las mujeres (40,66 y 25,16 Cm. respectivamente) y finalmente en el nivel 3 los hombres saltan 50,9% más alto que las mujeres (47,23 y 31,31 Cm. respectivamente).

Seguidamente, se realizó el análisis de ANOVA, con el objeto de conocer en cuales de las variables antropométricas y motoras había diferencias para la clasificación del salto vertical tipo Abalakov, esta información se presenta en la tabla 5.

**Tabla 5.** ANOVA para homogeneidad de medias del nivel de salto vertical Abalakov según subgrupos: mujeres (0) y hombres (1).

	Género	F	Sig.
<b>0</b>	Talla	0,884	0,418
	Masa	5,277	0,008
	Salto largo	32,457	0,000
	IMC	11,724	0,000
	CMJ	56,599	0,000
	IUB	4,264	0,018
<b>1</b>	Talla	0,405	0,669
	Masa	4,406	0,016
	Salto largo	12,943	0,000
	IMC	4,801	0,011
	CMJ	35,763	0,000
	IUB	1,926	0,154

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la investigación realizada.

Las ANOVAS se muestran en la tabla 4, para las variables antropométricas y de salto (vertical CMJ y largo) e índice de utilización de brazos. Aquí los valores de significancia mayores a 0,05 nos permiten aceptar la hipótesis de la igualdad de medias, valores de significancia menores a 0,05 nos permite rechazar la hipótesis de igualdad de medias.

Se observa que en las variables de masa, salto largo, IMC, CMJ, hay diferencias y son comunes para ambos subgrupos, además del IUB para las mujeres, mientras que no hay diferencias en la talla para ambos grupos y en el IUB para los hombres. Es lógico pensar que en las pruebas de salto debe existir una relación positiva, así, quien mas salta debería tener un IUB mayor; no pasa esto con los hombres, en quienes este valor no tiene diferencias significativas. En cuanto a la masa y el IMC se comprende que entre mayor valor de IMC se tiene mayor masa grasa a movilizar, siendo esta un peso muerto a movilizar que iría en contra del salto vertical; y la masa corporal normalmente está asociada a mayor cantidad de masa magra, que sería la productora de fuerza, mientras que si la proporción de masa grasa fuera alta, se comportaría como anteriormente se describió. Las mujeres tienen diferencias entre el IUB, debido a que este permite tener un mayor impulso de brazos en el salto, manifestándose en mayor altura de salto vertical.

Para complementar la información y saber qué tipo de estadístico post hoc utilizar, se aplica la prueba de Levene, que permite escoger entre la hipótesis de asumir igualdad de varianzas o no asumir igualdad de varianzas (Tabla 6).

**Tabla 6.** Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas según subgrupos: mujeres (0) y hombres (1).

	Género	F	Sig.
0	Talla	0,340	0,713
	Masa	2,055	0,137
	Salto largo	5,249	0,008
	IMC	3,466	0,038
	CMJ	2,941	0,060
	Indutilbraz	0,804	0,452
1	Talla	4,332	0,017
	Masa	0,605	0,549
	Salto largo	1,020	0,366
	IMC	0,023	0,977
	CMJ	0,087	0,917
	Indutilbraz	0,946	0,394

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la investigación realizada.

En la tabla 6 se presentan los valores del estadístico de Levene para la conocer la igualdad de medias, los valores de significancia mayores a 0,05 nos permiten aceptar la hipótesis de la igualdad de varianzas, valores de significancia menores a 0,05 nos permite rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas.

El valor de Levene nos permite establecer cual estadístico post hoc utilizar; para igualdad de varianzas se aplicó el Tukey, mientras que no asumiendo igualdad de varianzas se aplicó Games-Howell. Los valores de estos y las posibles diferencias se presentan en la tabla 6.

Para las mujeres (0) la masa, el CMJ y IUB se aplicó el estadístico Tukey (Asumiendo igualdad de varianzas) y en el salto largo e IMC se usó el estadístico Games-Howell (No asumiendo igualdad de varianzas). En los hombres (1) la masa, el salto largo, el IMC, el CMJ se aplicó el estadístico Tukey (Asumiendo igualdad de varianzas).

A continuación en la tabla 7. se muestran las diferencias encontradas a partir de las pruebas post hoc (Tukey y Games-Howell).

**Tabla 7.** Estadísticos Post hoc para observar diferencias según subgrupos: mujeres (0) y hombres (1).

Género	Variable	Estadístico	Significancia
0	Salto largo	Games-Howell	1<2<3
	IMC		1-3(0,001)
	MASA	Tukey	1, 3(0,006)
	CMJ		1<2<3
	IUB		1, 3(0,015)
1	Masa	Tukey	1, 2 (0,018)
	Salto largo		1, 2 (0,000)
			1, 3 (0,001)
	IMC		1, 2 (0,011)
	CMJ		1<2<3

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la investigación realizada.

En esta tabla se observan las estadísticas utilizadas para comprobar las diferencias en los grupos de salto vertical y subgrupos: mujeres (0), hombres (1), lo mismo que los valores de significancia, los valores menores que 0,005 nos determinan las diferencias y en qué niveles de salto vertical Abalakov están dichas diferencias.

El análisis ANOVA determina que para las mujeres en la variable *masa* hay diferencias entre las que tienen un desempeño de salto vertical inferior a la norma con las de desempeño superior, mostrando que las que menos saltan tienen mayor masa corporal, mientras que

las que más saltan, tienen una masa corporal menor ( $61,86 \pm 11,09$  Kg y  $51,52 \pm 6,30$  Kg, respectivamente,  $p=0,006$ )

En el salto largo se observa que hay una relación positiva con el desempeño del salto vertical, dando para el nivel 1 (inferior a la norma) un valor de salto largo de  $118,31 \pm 6,96$  cm, para el nivel 2 (norma)  $1145,17 \pm 13,68$  cm de salto largo y para el nivel 3 (superior a la norma)  $157,21 \pm 17,39$  Cm. con un  $p=0,000$  para los tres niveles.

En cuanto al IMC, existen diferencias entre los niveles ( $25,20 \pm 3,74$ ,  $22,20 \pm 3,74$  y  $20,29 \pm 1,57$  respectivamente,  $p=0,001$ ), como es el caso de los niveles 1-3 y 2-3 ( $p=0,001$  y  $0,004$  respectivamente), y sin diferencias, entre los niveles 1-2. De esta forma se puede concluir que las mujeres que más saltan tienen IMC menores que las que no lo hacen. Realizando el análisis de frecuencias, a partir de la clasificación del IMC (tabla 1), se deduce que 6 mujeres (6,3%) tienen bajo peso, 47 (73,4%) tienen peso normal, 11 (17,2%) tienen sobre peso y 2 (3,1%) presentan obesidad I. Ello evidencia que el 26,6% de la muestra presenta clasificaciones de IMC que pueden poner en riesgo su salud.

Para los hombres se tiene que 6 (9,1%) están en bajo peso, 50 (75,8%) presentan normo peso, 8 (12,1%) están en la clasificación de sobre peso y 2 (3,0%) presentan obesidad I, en total el 24,2% de la muestra de hombres presentan clasificaciones de IMC que pueden colocar en riesgo su salud.

De igual manera, para el salto vertical CMJ las mujeres del nivel 1 tienen un valor de  $18,07 \pm 1,51$  cm., el nivel 2 de  $21,74 \pm 1,92$  cm. y para el nivel 3 de  $25,77 \pm 2,57$  cm. con un  $p=0,000$ .

En el índice de utilización de brazos, para el nivel 1 de salto vertical fue  $11,49 \pm 13,12\%$ , nivel 3 de  $22,33 \pm 11,74\%$ ,  $p=0,015$ . Así, las mujeres que más saltan, tienen un IUB mayor que las que no lo hacen.

Para los hombres, se obtuvo lo siguiente: la masa corporal en el nivel 1 fue de  $71,88 \pm 11,02$  Kg. y para el nivel 2 de  $63,22 \pm 13,50$  Kg.  $p=0,018$ . No hay diferencias entre los niveles 1-3 ni 2-3. Aquí únicamente se dio diferencias entre los niveles inferiores a la norma. Los que menos saltan tienen masas mayores que los que saltan en promedio.

El salto largo y el desempeño del salto vertical da, para el nivel 1, un valor de salto largo de  $191,89 \pm 16,17$  cm., para el nivel 2 de  $210,89 \pm 17,13$  cm. Y, para el nivel 3, de  $222,49 \pm 19,76$  cm., con un  $p=0,000$ , para los tres niveles. En esta ocasión, las diferencias se presentan entre los niveles 1-2 ( $p=0,000$ ) y 1-3 ( $0,001$ ), sin registrar diferencias entre los niveles 2-3.

En cuanto al IMC, hay diferencias entre el nivel 1 y el 2 ( $24,07 \pm 2,84$  y  $21,51 \pm 2,82$  respectivamente,  $p=0,011$ ), no hay diferencias entre los niveles 2-3 ni entre 1-3. Esto indica que los hombres que saltan dentro de la norma y por encima de la norma, tienen IMC menores que los que saltan por debajo de la norma.

De igual manera, para el salto vertical CMJ los hombres del nivel 1 tienen un valor de  $30,74 \pm 3,59$  cm., el nivel 2, de  $34,59 \pm 3,04$  cm. y el nivel 3, de  $40,45 \pm 3,17$  cm., con un  $p=0,000$ .

Los resultados de esta investigación muestran que las variables de salto vertical, salto largo, índice de utilización de brazos, la masa corporal y el índice de masa corporal repercuten en el desempeño del salto tipo Abalakov en estudiantes universitarios (Aragon-Vargas, L & Gross, M. 1997; Ashley, C. & Weiss, L. 1994 ; Davis, D. et ál., 2003; Mcleod, W. et ál., 1983; Williford, H. et ál., 1994). La talla no fue una variable que tuviera incidencia directa sobre esto. Así pues, queda demostrado en estudios previos, donde ninguna longitud total o segmentaria tenía relación con el desempeño del salto vertical (Davis, D. et ál., 2003; Reeves, R. et ál., 2008)

Basándonos en los resultados de esta investigación, futuros estudios deberían examinar la relación del salto vertical con variables como la fuerza muscular, la flexibilidad, las masas y longitudes segmentales, la composición corporal y las diferentes técnicas de salto para así, comprender desde lo antropométrico y lo motor el desempeño y como mejorar este en población universitaria.

## **Conclusión**

El salto vertical es una prueba que se utiliza para valorar la fuerza de los miembros inferiores en diferentes poblaciones, pero la técnica para realizar un salto apropiado requiere coordinación, impulso de los brazos y fuerza muscular, lo que genera en la mayoría de las personas no habituadas a realizar esta actividad, resultados muy bajos de desempeño de salto vertical.

Los hombres saltan más que las mujeres, pero ellas tienen un índice de utilización de brazos mayor que los hombres. El promedio de salto vertical para hombres y mujeres en esta investigación, arrojó un valor inferior, al de otras investigaciones hechas con atletas recreativos y mujeres universitarias.

En las mujeres se observó que las que más saltan verticalmente tenían valores de salto largo y CMJ mayores, y un menor IMC; mientras que las que saltaron verticalmente con

bajo desempeño, tenían valores de salto largo y CMJ menores, y un mayor IMC; las que se encontraban en la media, tenían valores promedio de salto largo, CMJ e IMC. La masa y el IUB se comportaron así: las que más saltan verticalmente tenían valores de IUB mayores y menor masa; mientras que las que saltaron verticalmente con bajo desempeño, tenían valores de IUB menores y mayor masa; la talla no fue una variable que influyera en el desempeño del salto vertical tipo Abalakov.

En cuanto al IMC, es preocupante que entre las mujeres el 6,3% tengan bajo peso, el 20,3% estén en sobrepeso y obesidad I, y el 73,2% estén clasificadas en normo peso, lo mismo pasa con los hombres: el 9,1%, bajo peso, el 15,1%, sobrepeso y obesidad I, y el 75,8%, en normo peso. Se requieren planes de intervención para mejorar esta condición actual y que se vea reflejada en mejor nivel de salto vertical.

En los hombres se observaron diferencias en la masa, salto largo e IMC básicamente entre los niveles 1 y 2; para el salto CMJ, se presentó diferencias en los tres niveles: ni la talla ni la IUB fueron variables que influyeran en el desempeño del salto vertical tipo Abalakov.

La determinación del salto vertical como parámetro para valorar la fuerza generada por los miembros inferiores, es una prueba utilizada normalmente en las muchas instituciones universitarias, el valor del salto vertical es usado para cuantificar el desempeño de los estudiantes, al igual que conocer cómo algunas variables antropométricas y motoras influyen directamente en el desempeño del salto, al tiempo que ayudan a tomar decisiones acerca de los mecanismos para que ellos mejoren desde lo antropométrico, lo coordinativo y así poder mejorar esta cualidad tan importante en las actividades deportivas, y por qué no de la vida cotidiana.

## **Bibliografía**

1. Alba, A. (2005) Test funcionales: cineantropometría y prescripción del entrenamiento en el deporte y la actividad física. Kinesis.
2. Amú, F. (2010) Predicción de la altura óptima de caída en drop jumps usando antropometria y pruebas motoras. revista educación física y deporte, vol. 29 (1), 85-92.
3. Aragon-Vargas, L. & Gross, M. (1997). Kinesiological factors in vertical jump performance: Differences among individuals. J Appl Biomech 13: 24-44.
4. Ashley, C. & Weiss LW. (1994). Vertical jump performance and selected physiological characteristics of women. J Strength Cond Res 8: 5-11.
5. Barker, M. et ál. (1993). Performance factors, psychological assessment, physical characteristics, and football playing ability. J Strength Cond Res 7: 224-233.

6. Black, W. & Roundy, E. (1994). Comparisons of size, strength, speed, and power in NCAA Division 1-A football players. *J Strength Cond Res* 8: 80-85.
7. Bompa, T. (2004). Entrenamiento de la potencia aplicado a los deportes, la pliometría para el desarrollo de la máxima potencia. España: INDE.
8. Bosco, C. (2000). La fuerza muscular: aspectos metodológicos. España: INDE.
9. Bosco, C. et al. (1983) A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 50(2): 273-282.
10. Burkhart, T. et al. (2009). Manual segmentation of DXA scan images result in reliable upper and lower extremity soft and rigid tissue mass estimates. *Journal of Biomechanics* 42, 1138-1142.
11. Cavagna, G. (1977). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 5, 89-129.
12. Cavagna, G. and Kaneko M. (1977). Mechanical work and efficiency in level walking and running. *J Physiol.* 268, 647-681.
13. Davis D. et al. (2003). Physical Characteristics that predict vertical jump performance in recreational male athletes. *Phys Ther Sport* 4: 167-174.
14. Davis, D. et al. (2006). The relationship of body segment length and vertical jump displacement in recreational athletes. *J Strength Cond Res* 20: 136-140.
15. Dowling, J. & Vamos, L. (1993). Identification of kinetic and temporal factors related to vertical jump performance. *J Appl Biomech* 9: 95-110.
16. Durkin, J. & Dowling, J. (2003). Analysis of body segment parameter differences between four human populations and the estimation errors of four popular mathematical models. *Journal of Biomechanical Engineering*, 125, 515-522.
17. Duyar, I. & Pelin C. (2003). Body height estimation based on tibia length in different stature groups. *Am J Phys Antropol* 122: 23-27.
18. Ferragut, C. et al. (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.
19. Fry, A. & Kraemer, W. (1991). Physical performance characteristics of American collegiate football players. *J Appl Sports Sci Res* 5: 126-138.
20. Gollhofer, A. et al. (1987). Fatigue during stretch-shortening cycle exercise: changes in mechanical performance of human skeletal muscle. *Int. J. Sports Med.* 8, 71-78.
21. Guades, C. et al; (2005). A atuação do ciclo alongamento-encurtamento durante ações musculares pliométricas; *J Exerc Sport Sci.* 1(1), 13-24.
22. Hamlin, M. & Quigley, B. (2001). Quadriceps concentric and eccentric exercise: differences in muscle strength, fatigue and EMG activity in eccentrically-exercised sore and non-sore muscle. *J. Sci. Med. Sport* 4: 104-115.
23. Hara, M. et al. (2006) the effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping. *Journal of biomechanics*, 39 2503-2511.

24. Harman, E. et ál. (1990). The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Med. Sci. Sport Exec.* 22, 825-833.
25. Kollias, I. et ál. (2004). Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical Drop Jumping from 60 centimetres. *J. Strength Cond. Res* 18(3): 546-550.
26. Komi, P. & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensors muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports*, 10, 261-265.
27. Lees, A. Vanrenterghem. J. & Clercq, D. (2004). The maximal and submaximal vertical jump: implications for strength and conditioning. *J Strength Cond Res* 18: 787-791.
28. Levangie, P. & Norkin, C. (2001). Basic concepts in biomechanics. In: *Joint Structure and Function: A comprehensive Analysis* (3rd Ed.). Philadelphia (EUA). Davis Company.
29. Luhtanen, P. & Komi, P. (1979). Mechanical power and segmental contribution to force impulses in long jump take-off. *Eur. J. Appl. Physiol.* 41, 267-274.
30. Mcleod, W. et ál. (1983). Hunter SC, Etchison B. Performance measurement and percent body fat in the high school athlete. *Am J Sports Med* 11: 390-397.
31. Reeves, R., Hicks, O. and Navalta, J. (2008). The relationship between upper arm anthropometrical measures and vertical jump displacement. *Int J Exerc Sci.* 1(1):22-29.
32. Sayers, S. et ál. (1999). Cross validation of three jump power equations. *Medicine and science in sports and exercise*, 31, 572-577.
33. Tricoli. V. et ál. (2005) Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *J Strength Cond Res*, 19(2): 433-437.
34. Ugarkovic, D. et ál. (2002). Standard anthropometric, body composition, and strength variables as predictors of jumping performance in elite junior athletes. *J Strength Cond Res* 16: 227-230.
35. Viitasalo. J. et ál. (1992) Vertical jumping height and horizontal overhead throwing velocity in young male athletes. *J Sports Sci*, 10(5): 401-413
36. Williford, H et ál. (1994). Physical and performance characteristics of successful high school football players. *Am J Sports Med* 22: 859-863.
37. Young, W. Wilson, G. & Byrne, C. (1999). Relationship between strength qualities and performance in standing and run-up vertical jumps. *J Sports Med Phys Fitness* 39: 285-292.
38. Zatsiorsky, V and Seluyanov, V. (1983). The mass and inertia characteristics of the main segmentals of the human body. In *Biomechanics VIII-B*, 1152-1159..