

Monograph

# Validez de un Sistema Alternativo para Medir la Altura del Salto Vertical en el Campo

Alexander T Hutchison y Amanda L Stone

*Department of Exercise And Sport Science/St. Mary's University, San Antonio, Texas, Estados Unidos.*

## RESUMEN

El salto vertical es una capacidad fundamental para aumentar el rendimiento atlético en deportes que requieren movimientos cortos y balísticos tales como el voleibol, básquetbol, fútbol americano y buceo. El propósito del presente estudio fue estimar la validez concurrente de un nuevo dispositivo de medición de altura de salto vertical, la Plataforma de Salto Vertical o *Vertical Jump Mat* (VJM), utilizando el dispositivo *Vertec* como medición de campo de criterio. Un grupo de 20 estudiantes universitarios no graduados, regularmente activos (10 varones y 10 mujeres) provenientes del campus de la Universidad de St. Mary participaron voluntariamente en el estudio (edad promedio  $21,0 \pm 3,2$  años, talla promedio  $171,0 \pm 10,7$  cm, peso promedio  $72,0 \pm 12,2$  kg). Se observó una relación significativa ( $r^2=0,83$ ,  $p<0,001$ ) entre los valores altura del salto vertical medidos con los dispositivos VJM y *Vertec*. La VJM permite obtener una medición válida de la altura del salto vertical. Este dispositivo simple y portátil, es específicamente adecuado para evaluar el progreso deportivo en respuesta a un determinado régimen de entrenamiento.

**Palabras Clave:** salto vertical, biomecánica, valoración deportiva, *Vertec*

## INTRODUCCION

La altura del salto vertical es una medida funcional objetiva que se utiliza para valorar la fuerza de los músculos extensores de las extremidades inferiores y para estimar la potencia y capacidad anaeróbica (1-3).

La capacidad de realizar un salto vertical máximo es considerada, por muchos entrenadores, como una capacidad esencial para diferentes deportes entre los que se incluye el fútbol americano, voleibol, básquetbol y ciertas especialidades del atletismo (4-6). La altura del salto vertical frecuentemente se determina como marcador de la mejora de un atleta en respuesta al entrenamiento y, recientemente ha sido utilizada como una medida objetiva post-operatoria, del estado de salud y funcionamiento de las piernas (7,8).

Existen muchos métodos y dispositivos, que se encuentran disponibles para medir la altura del salto vertical. El método considerado como criterio de referencia o *gold standard* es una técnica de video que mide el desplazamiento vertical de una serie de marcadores reflectivos que se colocan en el cuerpo (9). Si bien este método es considerado altamente válido, requiere equipos costosos para el análisis de los movimientos, un entrenamiento prolongado para su utilización y no es práctico para las valoraciones de campo.

Un método popular para medir la altura del salto vertical en el campo, es la prueba de saltar y alcanzar, durante la cual, la

altura del salto se determina como el punto más alto que un sujeto puede alcanzar para tocar un objeto situado por encima de la cabeza. Un dispositivo frecuentemente utilizado y que está disponible comercialmente, el *Vertec* (*Vertec Sports Imports, Hilliard, OH*), consiste en una serie de veletas plásticas coloreadas que se colocan con una separación de 0,0127 m en un poste de aluminio telescópico que puede ser ajustado a la altura que tienen los sujetos de pie. Los sujetos realizan un salto máximo y golpean las veletas plásticas al alcanzar la altura máxima del salto. La altura del salto vertical se determina como la distancia vertical entre la altura del sujeto de pie y la altura de la veleta más alta que fue golpeada por la mano del sujeto en el punto más alto del salto. Aunque se ha demostrado que es un dispositivo válido y confiable [12], es relativamente costoso. Además, el *Vertec* tiene varios metros de altura y exige el uso de contrapesos voluminosos para evitar que se vuelque durante la prueba. Con ese objetivo, el propósito de este estudio consistió en validar el uso de un instrumento de campo recientemente desarrollado, la Plataforma de Salto Vertical (VJM), (*Sport Books Publisher, Toronto, Ontario, CA*) comparándolo con el *Vertec*. En comparación con este último, la VJM tiene algunas ventajas específicas para ser utilizada en el campo, entre las que se incluyen, el hecho de que es portátil, fácil de utilizar y es relativamente barata. Planteamos la hipótesis de que las mediciones de altura del salto vertical obtenidas con la VJM podrían utilizarse para estimar las mediciones de altura del salto vertical obtenidas con *Vertec*.

## MÉTODOS

---

### Sujetos

En el estudio participó voluntariamente un grupo integrado por 20 estudiantes no graduados regularmente activos (10 varones y 10 mujeres) del campus de la Universidad de St. Mary (edad media  $21,0 \pm 3,2$  años, talla media  $171,0 \pm 10,7$  cm, peso medio  $72,0 \pm 12,2$  kg). La investigación fue aprobada por el Comité para la Protección de Seres Humanos de la Universidad de St. Mary. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado y podían abandonar el estudio en cualquier momento.

### Evaluación del Salto Vertical

Debido a que el salto vertical es un movimiento complejo que involucra muchas articulaciones, a cada sujeto se le permitió realizar tres saltos de familiarización. Cada sujeto fue evaluado una vez y cada prueba consistió de dos saltos verticales máximos. Se utilizó la altura media obtenida a partir de los dos saltos. Se proporcionó un período de recuperación de 30 segundos entre cada salto, tanto durante la familiarización como en el momento de la medición verdadera.

La VJM consiste en un alimentador de cinta métrica fijado a una plataforma de goma (Figura 1). Los sujetos deben colocarse un cinturón alrededor de la cintura; éste se encuentra unido al extremo de la cinta de medición. Los sujetos se colocan de pie, con los pies separados por una distancia equivalente al ancho de hombros y con las piernas estiradas. La cinta métrica se introduce en el alimentador hasta la marca de 0 cm. Este punto se fija como punto de referencia. Cuando el sujeto salta, la cinta de medición sale del alimentador. La altura del salto vertical se mide por la longitud total de cinta de medición que salió del alimentador. Para eliminar la variabilidad entre sesiones se realizaron mediciones de salto vertical simultáneas en ambos dispositivos. La VJM fue situada en el piso al lado del *Vertec*, de modo tal, que las veletas plásticas del *Vertec* quedaran directamente encima de la VJM.



**Figura 1.** Plataforma de salto vertical.

### **Análisis Estadístico**

Antes del estudio se realizaron los cálculos a priori del tamaño de muestra, mediante el software *G-power* (v.2.0; Bonn, Alemania). Para obtener una correlación del tamaño del efecto de 0,71 ( $\alpha=0,05$ ,  $\beta=0,10$ ; potencia=90%), lo que corresponde a un  $r^2=0,50$ , e indica un 50% de varianza común entre las dos mediciones, era necesario que participaran como mínimo 11 sujetos. Debido a la naturaleza no-invasiva de la medición, aumentamos el número de sujetos a 20 para disminuir la posibilidad de cometer un error tipo II.

La confiabilidad de cada metodología de evaluación de salto vertical fue determinada utilizando los coeficientes de correlación intraclass (ICC 2,2) y el error estándar asociado a la medición (SEM). La relación entre las dos metodologías de evaluación de salto vertical fue determinada mediante regresión lineal, considerando la altura del salto vertical medida con el *Vertec* como variable dependiente y la altura del salto vertical determinada mediante VJM como la variable de estimación. La significancia estadística fue fijada en un nivel de  $\alpha=0,05$ . Los análisis fueron realizados con el software SPSS versión 15.0 (*SPSS Inc., Chicago, III*).

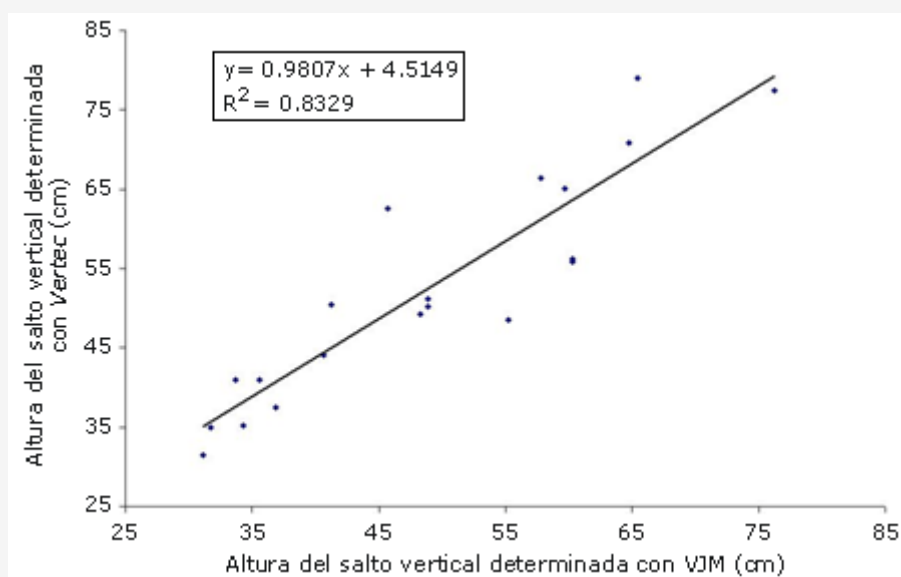
## **RESULTADOS**

En la Tabla 1 se presentan los valores de la media y desviación estándar de todas las mediciones. La altura del salto vertical medida con el *Vertec* tomó valores que iban desde 31,1 cm a 76,2 cm. La altura del salto vertical medida con el VJM tomó valores que iban desde 31,4 cm a 79,1 cm. La confiabilidad (ICC 2,2) de las mediciones del *Vertec* fue 0,99. El SEM para las mediciones con *Vertec* fue 1,47 cm. La confiabilidad (ICC 2,2) de las mediciones con la VJM fue 0,99. El SEM para las mediciones con VJM fue 2,39 cm.

| Vertec (cm) | VJM (cm)    | r    | r <sup>2</sup> | SEE  | Valor p |
|-------------|-------------|------|----------------|------|---------|
| 48,83±13,14 | 52,40±14,12 | 0,91 | 0,83           | 5,52 | <0,001  |

**Tabla 1.** Relación entre las mediciones de altura de salto vertical obtenidas con Vertec y VJM. Los valores de las mediciones obtenidas mediante ambos dispositivos se presentan como media±DS. SEE, error estándar de la estimación expresado en cm.

Se observó una correlación estadísticamente significativa entre las mediciones de la altura del salto vertical obtenidas mediante los dispositivos Vertec y VJM (Tabla 1). El coeficiente de validez excedió el valor de referencia ( $r=0,71$ ) ( $r=0,91$ ,  $p<0,001$ , Figura 2). El error estándar de estimación para la predicción de la altura del salto vertical medida por Vertec, a partir de la altura del salto obtenida con la VJM fue 5,5 cm.



**Figura 2.** Gráfico de puntos de la altura del salto vertical (cm) determinada con Vertec en función de la altura del salto vertical (cm) determinada con VJM.

## DISCUSION

La fuerte asociación entre las mediciones de altura del salto vertical obtenidas con Vertec y VJM indican que, en esta población, hay una validez concurrente entre el VJM y el Vertec. La varianza común entre las metodologías fue 83,3%. Adicionalmente, el coeficiente de correlación fue mayor a 0,80, un valor aceptable para la validez concurrente (10). Si la capacidad para realizar un salto vertical es una característica general, entonces cualquier metodología de evaluación debería poder diferenciar entre individuos que pueden saltar alto y aquéllos que no pueden y clasificarlos de acuerdo a esto. La evidencia para certificar este concepto de “generalización de la altura del salto vertical” implicaría que entre las dos pruebas de salto vertical se obtuviera un coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) igual o mayor a 0,71 (11). Un coeficiente de validez de 0,71 corresponde a un  $r^2$  de 0,5, lo que significa que las dos pruebas comparten 50% de la varianza común, lo que representa un umbral razonable para la predicción de rendimiento para una prueba de evaluación que usa los resultados de otra prueba como medición sustituta.

La altura del salto vertical media obtenida con el Vertec fue significativamente menor que la obtenida con el VJM (48,8 cm y 52,4 cm respectivamente,  $p=0,012$ ). Resultados similares fueron observados por Leard et al. (2007), quienes compararon el Vertec con el método de análisis de video (12). La media de la medición obtenida con el Vertec fue 4,3 cm más baja que la obtenida mediante el análisis de video.

Los autores especularon que el Vertec proporcionó una subestimación de la altura del salto porque los sujetos perdían

tiempo cuando golpeaban con fuerza a las veletas (es decir, las golpeaban al subir hasta la mayor altura y descender). Nosotros observamos este mismo fenómeno. Cuando se analizaron los datos correspondientes a cada individuo, en 17 de los 20 sujetos, se observó esta misma relación.

Notablemente, sólo tres sujetos (dos jugadores de voleibol y un jugador de básquetbol), quienes tenían los mayores puntajes de salto vertical utilizando el *Vertec*, tenían experiencia previa con el dispositivo.

Si bien no pudimos comparar la VJM directamente con método de análisis de video, el margen de diferencia entre la VJM y el *Vertec* (3,6 cm) observado en el presente estudio fue similar a la diferencia observada en el estudio de Leard et al., entre el método de análisis de video y el *Vertec* (4,3 cm). Esto proporciona una evidencia de apoyo adicional con respecto a la validez de la VJM. Sin embargo, los estudios futuros también deberían centrarse en validar la VJM versus el método de análisis de video.

Si bien consideramos una muestra mayor de lo que era necesario para lograr nuestros objetivos estadísticos, es necesario tener precaución al interpretar estos resultados, más allá de los límites de la población evaluada, es decir estudiantes de edad universitaria recreacionalmente activos. Los futuros estudios deberían evaluar otras poblaciones de interés, tales como jóvenes y aquellos que están en rehabilitación luego de una lesión. La Plataforma de Salto Vertical (VJM) será un aporte útil al registro de dispositivos que se utilizan en la actualidad para efectuar las mediciones de altura del salto vertical. La VJM puede usarse para supervisar rutinariamente la altura del salto vertical de un modo sencillo, seguro, de bajo costo y se adapta correctamente al uso en el campo.

## Conclusiones

En conclusión, la VJM es un dispositivo de campo válido para la medición de la altura del salto vertical en sujetos de edad universitaria y recreacionalmente activos. En comparación con otros métodos la VJM ofrece beneficios específicos para medir el salto vertical, entre los que se incluyen; que es accesible, fácil de usar y que es portátil.

## Agradecimientos

La VJM fue provista por *Sport Books Publisher*, (Toronto, Ontario, CA). Los autores desean agradecer la contribución de Brad Bulycz por su ayuda en la adquisición del equipo.

## Dirección para el Envío de Correspondencia

Hutchison AT, PhD, Department Exercise & Sport Science, St. Mary's University, San Antonio, Texas, Estados Unidos, 78228. Teléfono (210) 431-8027; fax: (210) 436-3040; correo electrónico: latinscotsmen@gmail.com.

## REFERENCIAS

1. Bosco C., P. Luhtanen and P. V. Komi (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 50 (2): 273-282
2. Viitasalo J.T. et al (1992). Vertical jumping height and horizontal overhead throwing velocity in young male athletes. *J Sports Sci* 10 (5):401-413
3. Tricoli V. et al (2005). Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *J Strength Cond Res* 19 (2):433-437
4. Baker D (1996). Improving vertical jump performance through general, special, and specific strength training: A brief review. *J Strength Cond Res* 10: 131-136
5. Klavara P (2000). Vertical-jump test: A critical review. *J Strength Cond Res* 22 (5):70-74
6. Carlock J. M. et al (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *J Strength Cond Res* 2004; 18 (3):534-539
7. Isaacs L. D (1998). Comparison of the vertec and just Jump Systems for measuring height of vertical jump by young children. *Percept Mot Skills* 86 (2):659-663
8. Petschnig R., R. Baron and M. Albrecht (1998). The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther* 28 (1): 23-31
9. Aragon-Vergas L (2000). Evaluation of four vertical jump tests: Methodology, reliability, validity, and accuracy. *Meas Phys Educ Exerc Sci* 4:215
10. Safrit M. J (1986). Introduction to measurement in physical education and exercise science. *St. Louis: Mosby Year Book, Inc*
11. Baker D., G. Wilson and B. Carlyon (1994). Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of

strength and speed-strength. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 68 (4):350-355

12. Leard J. S. et al (2007). Validity of two alternative systems for measuring vertical jump height. *J Strength Cond Res* 21 (4):1296-1299

### **Cita Original**

Hutchison A.T. and Stone A.L. Validity of an alternative system for measuring vertical jump height. *JEPonline*; 12 (3): 6-11, 2009.