



Espacio Editorial  
Institucional UCU



## TESIS Y TESISNAS DE GRADO Y POSGRADO

# SALTO VERTICAL: SIMILITUDES Y DIFERENCIAS ENTRE LOS DATOS QUE BRINDA LA ALFOMBRA DE CONTACTO “AXON JUMP” Y LA APP “MY JUMP 2”

CAMPOS, PABLO<sup>1</sup>  
LIOTTA, LUCAS GABRIEL<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Licenciado en Educación Física por la Universidad de Concepción del Uruguay (UCU), Argentina.  
[pabloc1632@gmail.com](mailto:pabloc1632@gmail.com)

<sup>2</sup> Máster en Alto Rendimiento Deportivo por la Universidad Católica de Murcia, España; Licenciado en Educación Física por la Universidad Concepción del Uruguay (UCU), Argentina; Diplomado en Tecnología del deporte por la Universidad del Gran Rosario; Docente e investigador UCU.  
[liottalg@gmail.com](mailto:liottalg@gmail.com)

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es conocer si los resultados que se obtienen al medir un salto vertical con contramovimiento (CMJ) por la alfombra de contacto Axon Jump S (AXON), son similares a los arrojados por la aplicación My Jump 2 (MJ). Participaron 40 sujetos de ambos sexos ( $26.9 \pm 5.9$  años) que asisten al gimnasio CCF de Rosario, Argentina. Se realizaron 2 saltos verticales CMJ para valorar la capacidad de salto, de manera simultánea fueron utilizados 2 dispositivos para recolectar los datos, la aplicación MJ y AXON.

La altura del salto (H) vertical en centímetros y el tiempo de vuelo (TDV) en milisegundos fueron las variables seleccionadas de cada dispositivo para luego compararlas. Para el análisis estadístico se utilizó el software Jamovi versión 2.2.5, y los resultados arrojan que los promedios del primer y segundo intento fueron de  $27.2 \pm 8.1$  cm y  $28.40 \pm 8.6$  para MJ y  $30.6 \pm 7.8$  cm y  $31.1 \pm 8.5$  cm para AXON respectivamente. La altura del salto (H) y el tiempo de vuelo (TDV) son estadísticamente diferentes, con una significancia de  $p < .001$ , entre los datos arrojados por MJ y por AXON para ambos saltos. Concluimos que MJ y AXON, para medir un salto vertical como el CMJ, nos brindan resultados significativamente diferentes. Al seleccionar un dispositivo para evaluar el salto, no es recomendable intercambiarlo en futuras evaluaciones.

## PALABRAS CLAVE

Salto vertical - CMJ - MyJump2 - AxomJump

## ABSTRACT

The objective of this research is to find out if the results obtained when measuring a countermovement vertical jump (CMJ) using the Axon Jump S (AXON) contact mat are similar to those obtained by the My Jump 2 (MJ) application. Forty subjects of both sexes ( $26.9 \pm 5.9$  years) who attend the CCF gym in Rosario, Argentina participated. 2 CMJ vertical jumps were performed to assess jumping ability, simultaneously 2 devices were used to collect the data, the MJ application and AXON.

The vertical jump height (H) in centimeters and the time of flight (TDV) in milliseconds were the variables selected for each device for later comparison. For the statistical analysis, the Jamovi version 2.2.5 software was used, and the results show that the averages of the first and second attempts were  $27.2 \pm 8.1$  cm and  $28.40 \pm 8.6$  for MJ and  $30.6 \pm 7.8$  cm and  $31.1 \pm 8.5$  cm for AXON, respectively. The height of the jump (H) and the time of flight (TDV) are statistically different, with a significance of  $p < .001$ , between the data thrown by MJ and by AXON for both jumps. We conclude that MJ and AXON, to measure a vertical jump like the CMJ, give us significantly different results. When selecting a device to evaluate the jump, it is not recommended to exchange it in future evaluations.

## INTRODUCCIÓN

El salto vertical implica un despegue del suelo, como consecuencia de la extensión violenta, de una o ambas piernas como cuerpo (S. Bañuelos, 1984). Evaluarlo, le permite al entrenador conocer la fuerza de los miembros inferiores, y en base a estos resultados, planificar y corregir cargas de entrenamiento, debido a que las pérdidas en los valores del mismo, están íntimamente relacionadas a la aparición de fatiga, y, por lo tanto, una merma en el rendimiento deportivo. Múltiples factores están asociados a la fluctuación del rendimiento en el salto, una de estas variables es la concentración de lactato, la cual tiene una alta correlación con el porcentaje de pérdida de altura del salto pre y post ejercicio (Medina y G. Badillo, 2011). También, al monitorear la altura del salto vertical durante el entrenamiento es posible estimar el estrés metabólico y la fatiga neuromuscular inducida por sesiones típicas de entrenamiento. “La información de la pérdida de la altura del salto con contramovimiento podría dar una valiosa información a los entrenadores, puesto que provee de una manera no-invasiva, económica y fácil de indicar el punto en el que las concentraciones de amoníaco suben significativamente sobre los valores de reposo” (Scarfó, 2019). El salto con contramovimiento, evalúa la fuerza explosiva con reutilización de energía elástica. Denominado por otros autores como test de fuerza concéntrico-elástica-explosiva o test de fuerza explosivo-elástica (Villa, G. López, 2003).

La evaluación del salto vertical es una de las herramientas más utilizadas por los entrenadores durante el último siglo, en sus orígenes de forma manual con la prueba de “saltar y tocar” (Sargent, 1921), luego protocolizado por diferentes autores (McArdle y cols. 1990); siendo la versión estandarizada por Lewis la más utilizada (Martín, 1986; Sébert y Barthelemy, 1993). Con la altura del salto resultante y mediante la fórmula o nomograma de Lewis, se obtenía también la potencia anaeróbica máxima (Fox y Mathews, 1976).

Pocos años después, la medición de la altura del salto se vió mejorada gracias a los avances tecnológicos e informáticos mediante la invención de la alfombra de contacto (Bosco, 1983), que es dispositivo que infiere mediante la obtención del tiempo de vuelo, la altura del salto. Estos dispositivos, hoy en día son muy utilizados por los entrenadores y se encuentran en el mercado con diversas marcas y modelos, siendo Axon Jump, una de las más usadas en la Argentina. La plataforma, funciona mediante un circuito eléctrico conectado a un cronómetro de alta precisión (1 ms), que permanece abierto mientras el sujeto se encuentra parado sobre ella, cuando éste salta y pierde contacto con la plataforma, el circuito se cierra y comienza a correr el tiempo del cronómetro, hasta que vuelva a hacer contacto en la caída y el cronómetro se detenga. Con ese dato del tiempo de vuelo obtenido, mediante el software que provee la empresa Axon, se obtiene la altura y otras variables del salto realizado.

Sin embargo, en las últimas décadas, la fenomenal aparición de los Smartphones, abrió un nuevo mundo de posibilidades gracias a la enorme gama de aplicaciones que facilitan la vida cotidiana a muy bajo costo e inmediata disponibilidad. Ante esta nueva realidad, las herramientas utilizadas en el deporte y la actividad física no fueron la excepción, y uno de estos ejemplos es la aplicación My Jump (Balsalobre, 2016). En el artículo “La validez y confiabilidad de la aplicación My Jump para medir altura de salto en ancian-

nos” (Cruvinel- Cabral y cols., 2018), se mostraron resultados muy fiables de esta aplicación comparándola con una plataforma de fuerza (método gold-standard), disparando así, la inquietud de nuestra investigación. En otro artículo llamado “La validez y confiabilidad de una aplicación de Iphone para medir el rendimiento de salto” (Balsalobre y cols., 2015), se comparan un total de cien saltos de jóvenes atletas recreacionales utilizando My Jump 2 y una plataforma de fuerza, encontrando una correlación casi perfecta. Esta aplicación, requiere que el usuario simplemente filme el salto del atleta, luego seleccione del vídeo los fotogramas de despegue y aterrizaje, y mediante fórmulas matemáticas infiere también, a partir del tiempo de vuelo, la altura del salto realizado.

Evaluar es elemental y forma parte del proceso de entrenamiento, proveer de herramientas que sean de fácil implementación y accesibles, acerca a un mayor número de entrenadores a realizar un trabajo de campo mucho más logrado en todos los niveles de competencia. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es conocer si los resultados que se obtienen al medir un salto vertical con contramovimiento por la alfombra de contacto más utilizada por los entrenadores argentinos (Axon Jump S), son similares a los arrojados por la aplicación My Jump 2, y comprender cuál es su replicabilidad e intercambiabilidad.

## **MÉTODOS**

La investigación es de carácter no experimental cuantitativa y descriptiva, ya que las variables analizadas no fueron manipuladas por los investigadores, simplemente se observaron fenómenos que se dieron naturalmente y se recolectaron los datos obtenidos.

La obtención de dichos datos ocurrió en un solo momento, en un tiempo único, y se encuadra en una investigación transversal o transeccional.

### Participantes

La muestra fue de 40 sujetos, con un promedio de edad de  $26.9 \pm 5.97$  años, en un rango de edad entre 19 y 39 años, que asisten al gimnasio CCF de la ciudad de Rosario.

Criterios de inclusión:

### Test y herramientas seleccionadas

Se utilizó el test CMJ para valorar la capacidad de salto vertical. Los dispositivos utilizados para la recolección de datos fueron una Plataforma de contacto AxonJump S y la aplicación para dispositivos móviles MyJump2 (para IOS). Los dispositivos utilizados nos brindan diferentes datos que debemos emparejar para poder comparar, estos son la altura del salto vertical en centímetros y el tiempo de vuelo en milisegundos. Respecto a las velocidades que arrojan los dispositivos, encontramos diferencias que no nos permiten realizar dichas comparaciones. La aplicación MyJump nos brinda la velocidad media (ms),

mientras que la plataforma de contacto la velocidad de despegue (ms), por lo tanto, se excluyó de la comparación.

*Tabla 1. Datos brindados por los dispositivos*

Datos	MyJump 2	Axon Jump
Altura de salto vertical (cm)	✓	✓
Tiempo de vuelo (ms)	✓	✓
Velocidad	≠ Velocidad media (m/s)	≠ Velocidad de despegue (ms)

✓ = variables utilizadas para la investigación. ≠ variables no utilizadas para la investigación.

### Proceso de recolección de datos

Tanto los datos previos, la entrada en calor y la evaluación, se realizaron el mismo día. Los voluntarios fueron citados con un sistema de turnos previamente otorgados, teniendo en cuenta las especificaciones protocolares del Gobierno de la Provincia de Santa Fe y la Municipalidad de Rosario, relacionadas al período de aislamiento en contexto del Covid – 19.

Se indicó a los participantes concurrir al gimnasio con al menos una hora de antelación sin ingerir alimentos sólidos y con ropa cómoda. Se midió la altura y el peso de cada sujeto, antes de realizar la entrada en calor, ya que tanto el software de la plataforma de contacto como la aplicación requieren de estos datos.

Se evaluaron dos saltos, de forma simultánea fueron utilizados los dispositivos alfombra de contacto AxonJump S y aplicación MyJump2. Para esto, el individuo se ubicó sobre la plataforma de contacto AxonJump S, al mismo tiempo, nos posicionamos con el Smartphone de frente al individuo. Al sujeto se le indicó cuando subir a la alfombra de contacto, luego, a la señal, el individuo realizó el primer CMJ, que fue registrado tanto por la alfombra de contacto como por la filmación del móvil para ser utilizado en la aplicación. Luego de una macropausa de tres minutos, se repitió el proceso para evaluar el segundo y último intento.

Tabla 2. Esquema recolección de datos

Momento	n°	Descripción
Evaluaciones pre test	1	Altura del sujeto
	2	Peso del sujeto
Entrada en calor	3	Entrada en calor
Descanso	4	Macropausa 3'
Evaluación	5	Primer salto
	6	Macropausa 3'
	7	Segundo salto

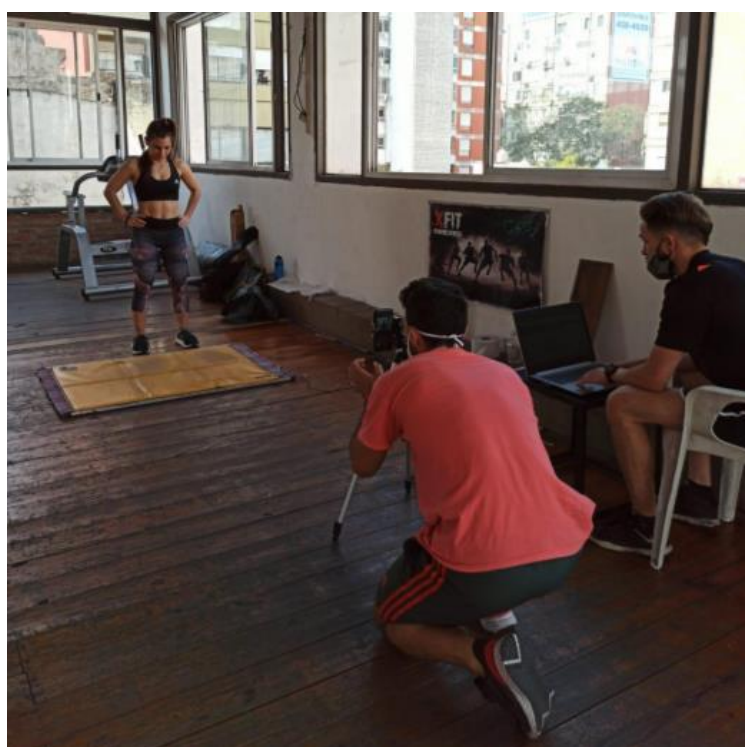


Imagen 1 - Ubicación de los dispositivos y personal para la evaluación. Momento previo a la ejecución del salto

### Análisis estadístico

Se utilizó el software Jamovi versión 2.2.5 para aplicar el método estadístico Paired Sample T-Test, que permite analizar dos medidas de la misma variable en cada individuo.

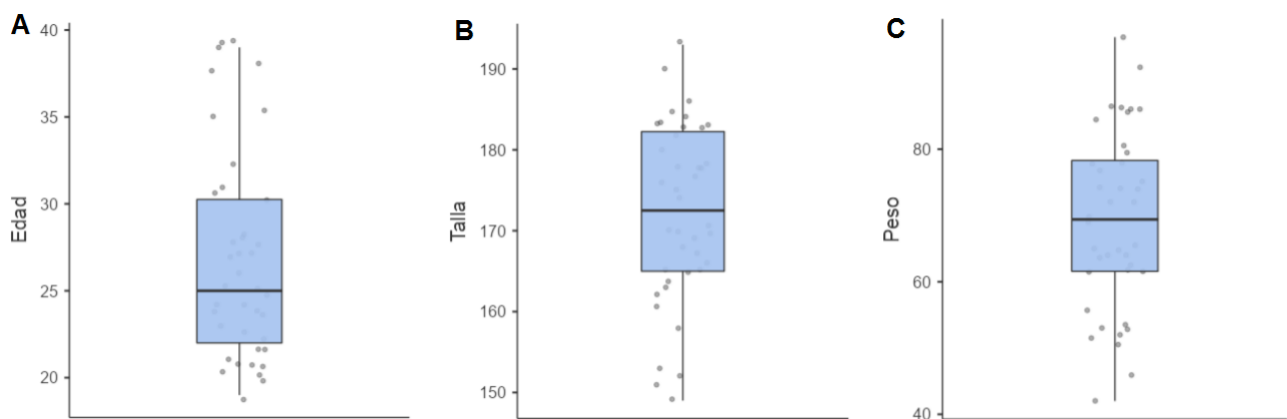
## RESULTADOS

### Características de la muestra

La muestra fue de 40 sujetos, con un promedio de edad de  $26.9 \pm 5.97$  años, en un rango de edad entre 19 y 39 años. En cuanto a la talla, el promedio fue de  $172.2 \pm 11.07$ , donde la mínima fue de 149 cm y la máxima de 193 cm. Y para el peso, el promedio fue de  $69.2 \pm 13.48$  Kg, donde la mínima fue de 4 kg y la máxima de 96,9 kg.

Tabla 3. Característica de la muestra

	Edad	Talla	Peso
N	40	40	40
Mean	26.9	172	69.2
Median	25.0	173	69.4
Standar Desviation	5.97	11.1	13.5
Mínimun	19	149	42.0
Maximun	39	193	96.9



## Resultados de los saltos CMJ

Los resultados obtenidos de la aplicación MyJump 2 arrojan que el mayor salto fue de 52.54 cm, el menor 12.01 cm, los promedios del primer y segundo intento fueron  $27.24 \pm 8.16$  cm y  $28.40 \pm 8.62$  cm respectivamente. En cuanto a la alfombra de contacto, el mayor salto registrado fue de 56.8 cm mientras que el menor 15.9 cm. Los promedios del primer y segundo intento fueron de  $30.61 \pm 7.89$  cm y  $31.11 \pm 8.50$  cm respectivamente.

Los resultados de cada participante se encuentran en la tabla 12 ubicada en anexos.

Para los siguientes análisis se utilizó el método estadístico Paired Sample T-Test (Prueba T de muestras apareadas), que permite analizar dos medidas de la misma variable en cada individuo.

### 1) Análisis altura (H) del primer salto: H1mj vs H1axon

La siguiente tabla indica el análisis estadístico entre la altura (H) obtenida en el primer salto por medio de la aplicación MyJump (mj) y la alfombra de contacto (axon). Notamos que la diferencia es significativa con un  $p < .001$ , es decir la aplicación MyJump muestra menores valores para el mismo salto, siendo la media diferencial de  $-3,37 \pm 0,190$ , con un intervalo de

confianza del 95%.

*Tabla 4. PairedSamples T-Test. H1mj vs. H1 axon*

		statistic	df	p	Mean difference	SE difference	95% confidence Interval		
							Lower	Upper	
H1mj	H1axon	Student's	-17.8	39.0	<.001	-3.37	0.190	-3.75	-2.99

*H1mj = Altura primer salto evaluado con MyJump2. H1axon: Altura primer salto evaluado con Axon.*



A continuación, se encuentra la tabla que representa el análisis descriptivo de la altura (H) obtenida en el primer salto comparando la aplicación MyJump (mj) y la alfombra de contacto (axon).

Tabla 5. Análisis descriptivo H1mj vs. H1axon

	N	Mean	Median	SD	SE
H1mj	40	27.2	26.8	8.16	1.29
H1axon	40	30.6	29.6	7.89	1.25

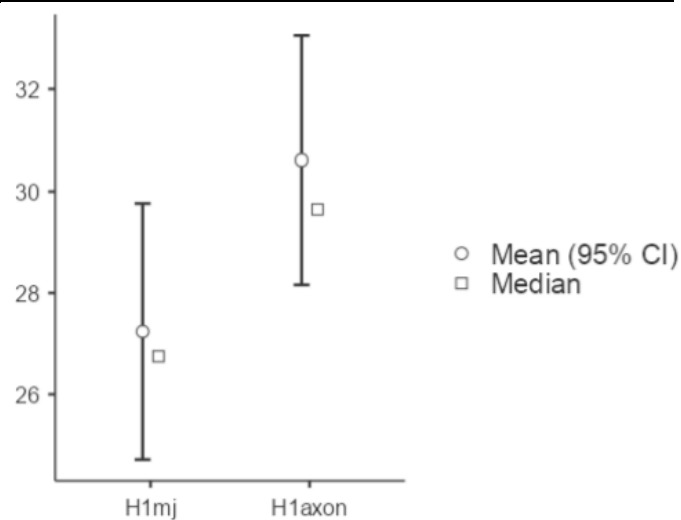


Gráfico 2 - Diferencia de la H del primer salto sobre los datos obtenidos con mj (My Jump) y axón (alfombra de contacto)

## 2) Análisis altura (H) del segundo salto: H2mj vs H2axon

La siguiente tabla nos muestra el análisis estadístico entre la altura (H) obtenida en el segundo salto por medio de la aplicación MyJump (mj) y la alfombra de contacto (axon). Notamos que la diferencia es significativa con un  $p < .001$ , es decir la aplicación MyJump muestra menores valores para el mismo salto, siendo la media diferencial de  $-2,71 \pm 0,169$ , con un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 6. PairedSamples T-Test. H2mj vs. H2axon

		Statistic	df	p	Mean difference	SE difference	95% confidence Interval	
H2mj	H2axon						Student's	Lower
		-16.0	39.0	<.001	-2.71	0.169	-3.06	-2.37

**H2mj** = Altura segundo salto evaluado con MyJump2. **H2axon**: Altura segundo salto evaluado con Axon.

La siguiente tabla representa el análisis descriptivo de la altura (H) obtenida en el segundo salto comparando la aplicación MyJump (mj) y la alfombra de contacto (axon).

Tabla 7. Análisis descriptivo H2mj vs. H2axon

	N	Mean	Median	SD	SE
H2mj	40	28.4	28.2	8.62	1.36
H2axon	40	31.1	30.6	8.50	1.34

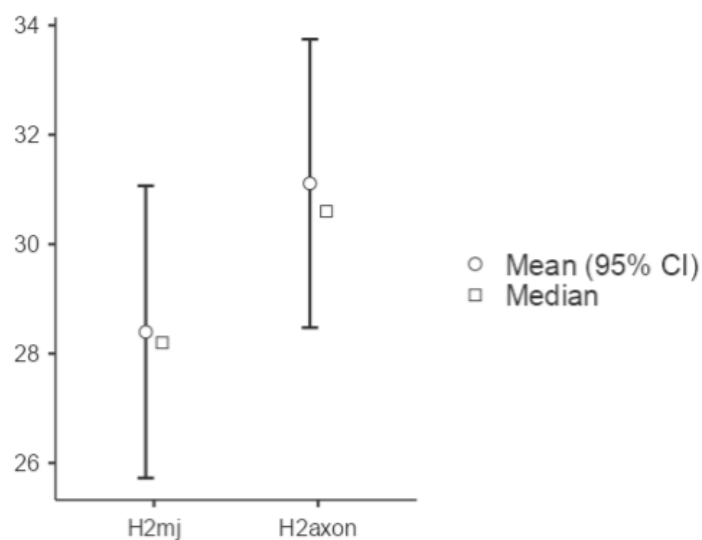


Gráfico 3 - Diferencia de la H del segundo salto sobre los datos obtenidos con MJ y Axon.

### 3) Análisis Tiempo de Vuelo (TDV) del primer salto: TDV1mj vs TDV1axon

La siguiente tabla nos enseña el análisis estadístico entre el tiempo de vuelo (TDV) resultante del primer salto por medio de la aplicación MyJump (mj) y la alfombra de contacto (axon). Notamos que la diferencia es significativa con un  $p < .001$ , es decir la aplicación MyJump muestra menores valores para el tiempo de vuelo, siendo la media diferencial de  $-29,5 \pm 1,90$ , con un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 8. PairedSamples T-Test. TDV1mj vs. TDV1axon

			statistic	df	p	Mean difference	SE difference	95% confidence Interval	
								Lower	Upper
TDV1mj	TDV1axon	Student's	-15.5	39.0	<.001	-29.5	1.90	-33.3	-25.7

*TDV1mj = Tiempo de Vuelo primer salto evaluado con MyJump2. TDV1axon: Tiempo de Vuelo primer salto evaluado con Axon.*

La tabla a continuación representa el análisis descriptivo del tiempo de vuelo (TDV) comparando el primer salto de la aplicación MyJump (mj) y de la alfombra de contacto (axon).

Tabla 9. Análisis descriptivo TDV1mj vs. TDV1axon

	N	Mean	Median	SD	SE
TDV1mj	40	466	467	70.9	11.2
TDV1axon	40	496	492	64.1	10.1

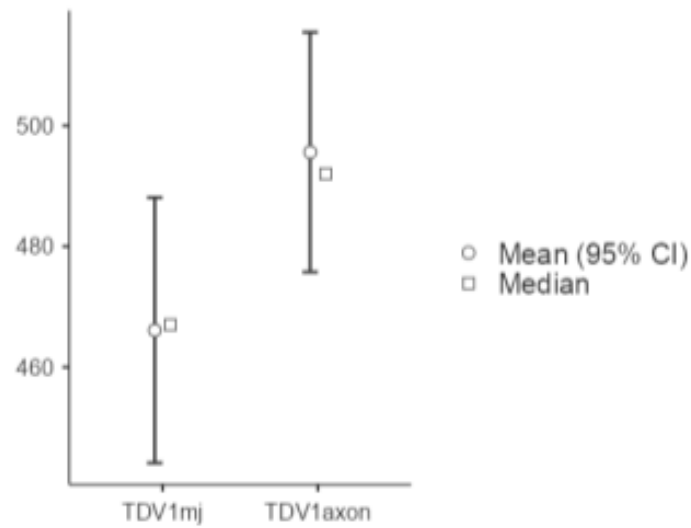


Gráfico 4 - Diferencia del TDV del primer salto sobre los datos obtenidos con MJ y Axon.

#### 4) Análisis Tiempo de Vuelo (TDV) del segundo salto: TDV2 vs. TDV2axon

La tabla indica el análisis estadístico entre el tiempo de vuelo (TDV) resultante del segundo salto por medio de la aplicación MyJump (mj) y la alfombra de contacto (axon). Notamos que la diferencia es significativa con un  $p < .001$ , es decir la aplicación MyJump muestra menores valores para el tiempo de vuelo, siendo la media diferencial de  $-23,6 \pm 1,74$ , con un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 10. PairedSamples T-Test. TDV2 vs. TDV2axon

			statistic	df	p	Mean difference	SE difference	95% confidence Interval	
								Lower	Upper
TDV2mj	TDV2axon	Student's	-13.5	39.0	<.001	-23.6	1.74	-27.1	-20.0

**TDV2mj** = Tiempo de Vuelo segundo salto evaluado con MyJump2. **TDV2axon**: Tiempo de Vuelo segundo salto evaluado con Axon.

La tabla a continuación representa el análisis descriptivo del tiempo de vuelo (TDV) obtenido en el segundo salto comparando la aplicación MyJump (mj) y la alfombra de contacto (axon).

Tabla 11. Análisis descriptivo TDV2mj vs. TDV2axon

	N	Mean	Median	SD	SE
<i>TDV2mj</i>	40	466	480	73.9	11.7
<i>TDV2axon</i>	40	499	500	68.4	10.8

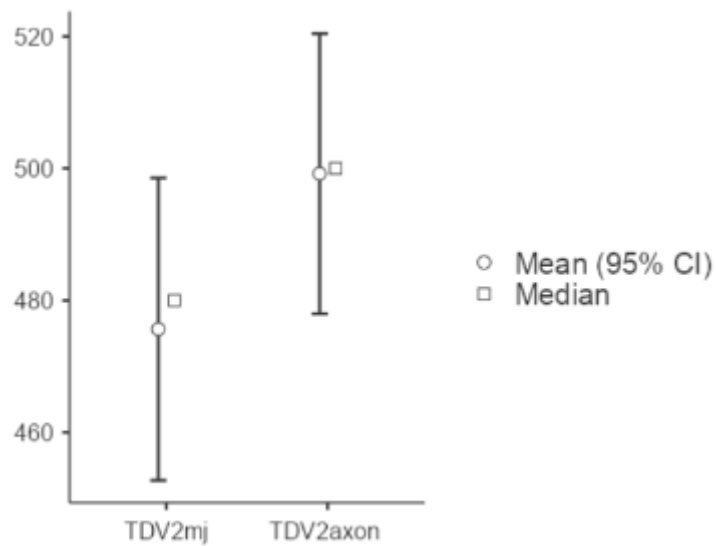


Gráfico 5 - Diferencia del TDV del segundo salto sobre los datos obtenidos con MJ y Axon.

## DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue analizar la similitud entre los resultados de la aplicación MyJump 2 y la plataforma de contacto AxonJump S. Los resultados de MyJump 2 resultaron ser significativamente diferentes a la plataforma de contacto. En otro artículo se compararon de forma similar los resultados entre diferentes dispositivos tecnológicos para la medición del salto vertical (Balsalobre, Glaister y Lockety, 2015), donde se demostró que la aplicación

MyJump comparada con una plataforma de fuerza (Kistler 9287 BA) tiene una correlación muy alta, con una media diferencial de  $1,1 \pm 0,5$  cm (observador 1) y  $1,3 \pm 0,5$  cm (observador 2). Por lo tanto, la aplicación MyJump respecto al método gold standard como es la plataforma de fuerza, es altamente confiable, y que la diferencia que puede generarse según los fotogramas seleccionados no son significativos, debido a que fueron seleccionados por dos

observadores sin experiencia previa en la utilización de la aplicación. Sin embargo, no podemos obviar que los principales estudios citados presentan un conflicto de intereses, ya que el creador de MyJump encabeza estos estudios como investigador. Otro aspecto a tener en cuenta, es que la muestra del estudio citado, es de varones de  $22 \pm 3.6$  años, mientras que nuestro estudio tiene personas de ambos sexos de  $26.9 \pm 5.97$  años. Esto amplía la homogeneidad de la muestra, que podría afectar los análisis.

En referencia a la aplicación MyJump con una plataforma de contacto, (Cruvinel-Cabral y cols., 2018), obtuvieron en su estudio con ancianos, que la altura CMJ del salto más alto fue de  $10.78 \pm 5.23$  cm con la plataforma de contacto, y  $10.87 \pm 5.32$  con la aplicación. Una cuestión a tener en cuenta que puede explicar las diferencias con nuestro estudio, es que el anterior, utilizó una muestra de adultos mayores, que, en su totalidad, tienen tiempos de vuelo cortos. Al utilizarse en la fórmula para inferir la altura, el TDV al cuadrado, la incerteza se mantendrá siempre más baja. En nuestro caso, el rango de edad y, por lo tanto, la variabilidad del tiempo de permanencia en el aire, fue más amplio. Otro factor que pudo haber influido en los resultados, es el modelo de la plataforma de contacto, en el estudio de Cruvinel-Cabral se utilizó la plataforma ChronoJump de BoscoSystem, mientras que nosotros utilizamos Axon Jump S.

En otro artículo se comparan diversos dispositivos con una plataforma de fuerza, entre ellos, una plataforma de contacto (M. Buckthorpe y cols., 2011). La muestra fue de 31 varones y 9 mujeres, (edad=  $24.4 \pm 3.6$  años; altura=  $1.75 \pm 0.08$  m; peso=  $72.0 \pm 10.7$  kg), desde personas sedentarias hasta atletas de nivel nacional. Como no se puede medir todos los dispositivos simultáneamente 5), se realizó un protocolo de 3 series de 5 saltos por participante con una pausa de 60'' (segundos) entre cada salto, con un sistema que asignaba aleatoriamente cada intento a cada dispositivo, y luego se promediaron los 3 saltos de cada dispositivo para ser analizados estadísticamente. Para minimizar que los saltos se vean modificados por la posible fatiga del test, se realizaron 3 saltos antes y 3 saltos después de los 15 saltos válidos y comparados con los dispositivos que aleatoriamente fueron asignados. Este protocolo difiere del utilizado en nuestro estudio y puede modificar los resultados, ya que no es exactamente el mismo salto el que se compara con los diferentes dispositivos. En cuanto a los dispositivos, se utilizó como parámetro de comparación, una

plataforma de fuerza de laboratorio Kistler 9281B, y de los otros 4 dispositivos nos quedamos con la plataforma de contacto Eleiko Sport de 1 ms. de precisión. Este trabajo nos sirve para comparar una plataforma con la misma precisión que la Axon (1 ms), con el método gold standard. Los resultados de la plataforma de contacto vs. Plataforma de fuerza fueron:  $-11.7 \pm 6.4$  cm; difiriendo en mayor medida que los obtenidos en nuestro estudio comparando la plataforma con MyJump. Una de las posibles explicaciones de semejante diferencia, es la diferencia en el tiempo de vuelo entre los no entrenados, y los atletas de nivel nacional; además de la ya mencionada diferencia de protocolos de las evaluaciones.

En un artículo muy interesante (H. Pojskic y cols., 2020), 11 jugadoras (edad:  $18.6 \pm 3.67$  años; peso:  $67.2 \pm 9.52$  kg) y 11 jugadores de básquet: (edad:  $18.2 \pm 2.71$  años; peso:  $74.9 \pm 6.34$  kg), realizaron 3 intentos de CMJ y 3 intentos de SJ, separados entre sí por 30" de descanso. Ambas evaluaciones las realizaron sobre una plataforma de contacto hecha con dos superficies de cobre paralelas separadas por 12 cm, ubicadas encima de una plataforma portable de fuerza (Ergotest), y se compararon los resultados, en nuestro caso, tomaremos los del CMJ. El tiempo de vuelo promedio fue para la plataforma de fuerza:  $500 \pm 50$  ms, mientras que para la plataforma de contacto fue de  $520 \pm 50$  ms. En cuanto a la altura del salto promedio,  $pf = 29.8 \pm 6.29$  cm, mientras que la  $pc = 33.5 \pm 6.51$  cm. Un dato que nos sirve para comparar con nuestro estudio, y se viene replicando en todos los que discutimos, es que las plataformas de contacto en general, registran valores mayores de tiempo de vuelo y por lo tanto de altura de salto comparado con los mismos saltos de los otros dispositivos.

Podemos analizar otro estudio (T. Whitmer y cols., 2015), los saltos de 35 estudiantes universitarios, 17 varones y 18 mujeres (edad=  $20.9 \pm 0.7$  años; altura=  $176.1 \pm 0.9$  cm; peso=  $72.6 \pm 13.5$  kg). Realizaron el test de Sargent (no especifica cuantos cada uno) sobre la alfombra de contacto (Probotics) y la plataforma de fuerza de 1000 Hz, simultáneamente. Un dispositivo Vertec se colocó al costado de las plataformas para que el sujeto lo utilice de objetivo de saltar y alcanzar. Los resultados fueron: P. de contacto =  $50 \pm 12$  cm, P. de fuerza =  $34 \pm 10$  cm. con una correlación de  $r^2 = 0.995$  y el tiempo de vuelo: P. de contacto =  $629 \pm 78$  ms, P. de fuerza =  $524 \pm 77$  ms. con una correlación  $r^2 = 0.997$ . Esta investigación, a pesar de diferir tanto en protocolos de test, como en resultados obtenidos, nos sugiere la posibilidad de que ante el sesgo constante que muestra el tiempo de vuelo y la altura de salto de la plataforma de contacto respecto del gold standard, de formular una ecuación que nos permita equiparar los resultados de uno u otro método. Los investigadores notaron que el tiempo de vuelo en promedio es de 105 ms mayor en la plataforma de contacto que la plataforma de fuerza, por lo tanto, plantean una ecuación para convertirla y utilizarla indistintamente; y eso nos invita a buscar una ecuación similar en nuestra problemática.

La mayoría de los estudios que se han realizado similares al nuestro, difieren en los dispositivos utilizados para comparar y ser validados entre sí, y en algunos de ellos, las diferencias en los resultados son significativas. Otro factor importante que varía en las investigaciones, es la muestra, que varía tanto en edad, desde jóvenes universitarios a adultos mayores; nivel de entrenamiento, como es el caso de personas sedentarias hasta atletas de nivel nacional e incluso el sexo, algunos de los estudios sólo incluyen hombres, mientras que otros evalúan tanto varones como mujeres. Por último, los protocolos utilizados

también son diferentes, ya sea el tipo o cantidad de saltos a evaluar, como también la forma de comparar los métodos, ya sea midiendo simultáneamente con diferentes dispositivos, o ante la imposibilidad de esto, comparando de forma indirecta los resultados.

### Limitaciones

Las limitaciones que se presentaron durante el proceso de la investigación, tuvieron que ver principalmente con cuestiones protocolares y de disponibilidad horaria, los trabajos de campo transcurrieron en el mes de octubre de 2020, durante la cuarentena dispuesta a consecuencias del virus Covid-19. Esto limitó considerablemente la muestra, que, también se vio afectada por la significativa baja en la cantidad de socios por la situación sanitaria.

Otro factor limitante a tener en cuenta es la heterogeneidad del grupo en cuanto a su nivel de actividad física, si bien un criterio excluyente era realizar actividad en el gimnasio con una frecuencia mínima de dos veces por semana ininterrumpidamente por los últimos dos meses, difiere considerablemente de una persona que concurre al gimnasio un mayor número de veces, así como también si realiza otras actividades deportivas fuera del establecimiento.

### Aplicaciones prácticas

Para el trabajo diario de los entrenadores en el campo, podemos decir que ambos dispositivos son útiles para medir el salto vertical, aunque sus resultados no pueden ser comparados ni intercambiados entre sí. Los entrenadores pueden monitorear la capacidad de salto del atleta con cualquiera de los dos dispositivos, siempre y cuando se utilice el mismo dispositivo.

Ambos dispositivos nos van a permitir medir la mejora de la fuerza explosiva tras un programa de entrenamiento, monitorear la fatiga dentro de la misma sesión y entre sesiones, comparar la capacidad de salto y por lo tanto de fuerza de miembros inferiores entre miembros de un equipo, utilizar registros previos de saltos de un deportista para compararlos con los intentos realizados en el período de recuperación de una lesión y optimizar la puesta a punto de un atleta mediante la comparación de su capacidad de saltar luego de diferentes protocolos de activación previos a la competencia.

Si bien ambos dispositivos son útiles, la aplicación My Jump 2 presenta ventajas económicas y de practicidad por sobre la plataforma de contacto Axon S. Sin embargo, la aplicación es más práctica a la hora de trabajar con pocos atletas, ya que hay que analizar el video detenidamente fotograma por fotograma, pero cuando tenemos un grupo numeroso, como suelen ser equipos, la alfombra de contacto tiene mayor practicidad, ya que el dato se registra automáticamente en el software.



## CONCLUSIONES

Concluimos que los dispositivos utilizados, My Jump 2 y alfombra de contacto Axon Jump S, para medir un salto vertical como el CMJ, nos brindan resultados significativamente diferentes. Los principales datos que brindan estos dispositivos, como la altura y tiempo de vuelo del salto, son estadísticamente diferentes entre cada dispositivo.

En el caso de la altura del salto, la media diferencial de  $-3,37 \pm 0,190$  cm en el primer intento y de  $-2,71 \pm 0,169$  cm en el segundo intento, reflejan que ambos dispositivos difieren en los valores que muestran de forma significativa. Lo mismo ocurre con los datos del tiempo de vuelo, donde la media diferencial obtenida de  $-29,5 \pm 1,90$  ms en el primer salto, y de  $-23,6 \pm 1,74$  ms en el segundo, son concluyentes en que la diferencia entre los datos obtenidos por ambos dispositivos es relevante.

La diferencia entre los datos obtenidos por cada dispositivo es constante, por lo cual, al seleccionar un dispositivo para evaluar el salto, no es recomendable intercambiarlo en futuras evaluaciones, debemos continuar utilizando el mismo dispositivo para no hacer interpretaciones erróneas de los resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

Balsalobre-Fernández, C.; Glaister, M.; Lockey, R.A.; (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance

Bosco, C., Luhtanen, P. & Komi, P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping.

Buckthorpe, M; Morris, J.; Folland, J.P. (2011). Validity of vertical jump measurement devices.

Cruvinel-Cabral, R.M.; Oliveira-Silva, I.; Medeiros, A.; Claudino, J.; Jiménez-Reyes, P.; and Boullosa, D. (2018). The validity and reliability of the “My Jump App” for measuring jump height of the elderly.

Haris Pojskic, E. Papa, S. Wu, J. C. Pagaduan (2020). Validity, reliability, and usefulness of jump performance from a low-cost contact mat.

Martín, F.J. (1986). Métodos de valoración del metabolismo anaeróbico. Archivos de Medicina del Deporte

Mathews, D. K., & Fox, E. L. (1976). Bases Fisiológicas de la Educación Física y el Atletismo.

McArdle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. (1990). Fisiología del ejercicio: energía, nutrición y rendimiento humano. Ed. Alianza Deporte. Madrid

Sánchez- Medina, L.; Gonzalez- Badillo, J.J.; (2011). Velocity Loss as an Indicator of Neuromuscular Fatigue during Resistance Training.

Scarfó, L. (2019). Pérdida de altura del salto como indicador de fatiga durante el entrenamiento de sprint.

Sanchez Bañuelos, F. (1984). Bases para una didáctica de la educación física y el deporte.

Sebert, P.; Barthelemy, L. (1993). Puissance anaerobique alactique et detente verticale: mesure ou calcul? Science & Sports

Villa, J.G.; García-López, J. (2003). Tests de salto vertical (I): Aspectos funcionales.

Whitmer, T.D.; Fry, A.C.; Forsythe, C.; Andre, M.J.; Lane, M.T.; Hudy, A.; Honnold, D.; (2015) Accuracy of a vertical jump contact mat for determining jump height and flight time.

## Anexos

Tabla 12. Resultados de cada participan en CMJ

	H1mj	H1axo n	TDV1 mj	TDV1 axon	H2mj	H2axo n	TDV2 mj	TDV2 axon
S1	34.88	38.5	533	560	33.85	37.4	525	552
S2	25.76	27.3	458	472	28.2	30.1	480	496
S3	26.75	29.2	467	488	30.71	34.2	500	528
S4	40.6	44.1	575	600	41.79	44.1	584	600
S5	32.79	34.2	517	528	34.39	35.2	530	536
S6	12.95	15.9	325	360	17.63	20.4	379	408
S7	36.59	38.5	546	560	38.28	39.6	559	568
S8	24.88	27.4	450	472	23.97	27.4	442	472
S9	26.75	30.1	467	496	27.72	31.1	475	504
S10	40.02	42.9	571	592	39.43	41.8	567	584
S11	37.71	39.6	555	568	37.15	38.5	550	560
S12	13.97	18.8	338	392	12.01	16.6	313	368
S13	16.86	21.2	371	416	15.02	19.6	350	400
S14	19.66	22.9	400	432	20.45	22.9	408	432
S15	31.74	35.2	509	536	34.93	37.4	534	552
S16	25.29	28.2	454	480	28.2	30.1	480	496
S17	28.7	31.1	484	504	33.32	35.2	521	536
S18	32.26	34.2	513	528	31.74	34.2	509	528
S19	21.76	24.6	421	448	22.59	25.5	429	456
S20	31.22	34.2	505	528	38.28	40.6	559	576
S21	29.64	33.1	492	520	28.7	33.1	484	520
S22	31.74	34.2	509	528	35.48	37.4	538	552
S23	31.74	35.2	509	536	33.32	36.3	521	544

S24	49.25	52.8	634	656	52.54	56.8	655	680
S25	24.37	29.2	446	488	23.52	26.4	438	464
S26	15.77	20.4	359	408	16.49	20.4	367	408
S27	34.9	38.5	533	560	35.51	38.5	538	560
S28	23.08	27.4	434	472	24.41	27.4	446	472
S29	29.64	32.1	492	512	27.67	30.01	475	496
S30	30.66	38.5	500	560	31.17	36.3	504	544
S31	24.83	27.2	450	472	23.92	24.6	442	448
S32	21.72	24.6	421	448	22.15	23.8	425	440
S33	37.09	40.6	550	576	38.23	40.6	558	576
S34	19.24	22.9	396	432	20.45	22	408	424
S35	20.06	23.8	404	440	26.70	28.2	467	480
S36	16.86	21.2	371	416	18.02	19.6	383	400
S37	20.94	23.8	413	440	20.04	22.9	404	432
S38	18.41	23.8	388	440	18.02	22	383	424
S39	18.81	23.8	392	440	19.21	22	396	424
S40	29.64	33.1	492	520	30.66	34.2	500	528
Prome- dio	27.24	30.61	466.1	495.6	28.40	31.11	475.75	499.2
DE	8.16	7.89	70.95	64.10	8.62	6.50	73.89	68.43
Mínimo	12.95	15.9	325	360	12.01	16.6	313	368
Máximo	49.25	52.8	634	656	52.54	56.8	655	680