



Validez **SPEED4LIFTS** vs T-Force



AUTOR: BORJA ALBALÁ GÓMEZ

FECHA: 11/09/2017

UNIVERSIDAD DE LEÓN

INTRODUCCIÓN

Si has llegado hasta aquí es porque conoces perfectamente la importancia de la cuantificación del entrenamiento para poder alcanzar los objetivos propuestos. Sin embargo, hay algo peor que no cuantificar, cuantificar con un dispositivo que mide mal y no brinda datos consistentes.

Cada vez se van viendo más dispositivos en el mercado, pero es muy importante conocer si realmente sus mediciones son precisas, y más importante aún, consistentes. Es decir, que los valores que el dispositivo arroje sean lo más próximos posible a la realidad, y que siempre mida igual, que no de valores aleatorios. Contando con un dispositivo que cumpla estos dos requerimientos, nos aseguramos que los datos que estamos registrando en una sesión de entrenamiento nos van a servir para poder planificar correctamente nuestros entrenamientos.

En este documento vamos a resumir el estudio de validación de Speed4lifts que se realizó en la universidad de León por Borja. En este enlace puedes acceder al documento real: https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/6966/2016-17%20%28SEP%29%20ALBALA_GOMEZ_BORJA.pdf?sequence=1

También podéis ver un pequeño resumen que hicieron los chicos de BCPERFORMANCE en su web <https://www.bcpentrenamiento personal.es/speed4lifts-a-examen/>

En dicho estudio se ha comparado SPEED4LIFTS con T-FORCE. T-FORCE es el GOLD STANDARD y es el dispositivo que se ha utilizado en los estudios más relevantes sobre el entrenamiento basado en la velocidad, y justamente por eso, se ha tomado como dispositivo de referencia para valorar si SPEED4LIFTS es lo suficientemente preciso.

Es muy importante añadir que, al ser un resumen de un estudio de validación, toda la información que se va a presentar va a ser sacada de tal estudio prácticamente de forma literal y con la misma objetividad que se ha aplicado en el estudio. El estudio ha sido realizado por terceras personas, Speed4lifts no tiene nada que ver.

RESUMEN ESTUDIO

METODOLOGÍA

Dieciséis hombres jóvenes, sanos y activos, con alta experiencia en el entrenamiento de fuerza y en el ejercicio de press de banca, fueron seleccionados para formar parte de este estudio (edad media = 26 ± 6 años; 1RM en press de banca = 110 ± 32 kg).

Instrumentación

Máquina Smith

Durante la realización de la fase experimental se utilizó una máquina Smith (Gervasport) para la realización del ejercicio de press de banca. Esta máquina posee una barra, sobre la que se añade la carga (introduciendo discos de peso en sus extremos) y la cual el sujeto debe desplazar, unida a dos carriles sobre los que se desliza, limitando el movimiento a un solo plano (plano vertical). Se utilizó una máquina Smith con el objetivo de que el movimiento se produjera en un solo plano, lo que aseguraba una gran estabilidad en la técnica y en la medición de las diferentes repeticiones.

T-FORCE System

T-FORCE System (TF), desarrollado en el año 2007. Se trata de un transductor lineal de velocidad de alta precisión, considerado como Gold Standard para la medición de la velocidad de ejecución y otras variables del entrenamiento y utilizado en multitud de estudios científicos relacionados con las ciencias del deporte.

El TF tiene una frecuencia de muestreo de 1000 Hz, un error en el cálculo de desplazamiento de ± 1 mm y un error en el cálculo de la velocidad $\leq 0,25\%$. La validación de este dispositivo se realizó comparando sus mediciones con las obtenidas por un calibre digital de altura de gran precisión, calibrado por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) (4).

Este dispositivo nos permite obtener multitud de variables, entre las que podemos destacar el recorrido, el tiempo, la VM, la VMax, la VMP, la fuerza y potencia medias y máximas, la contribución de la fase propulsiva al total de la parte concéntrica del movimiento e información sobre la fase excéntrica del movimiento. También selecciona la mejor repetición de la serie y calcula la pérdida porcentual de velocidad en la serie, pudiendo emitir un feedback sonoro cuando se alcance la pérdida de velocidad que hayamos programado. Además, estima la intensidad relativa que ha supuesto la carga movilizadora, en función de la VMP obtenida, y hace una estimación del 1RM.

VALIDACIÓN SPEED4LIFTS

A pesar de su alta calidad, el TF, sigue siendo un dispositivo relativamente caro y poco práctico para su uso en el ámbito del entrenamiento y rendimiento deportivo, ya que requiere el uso de un ordenador portátil y cierto cableado.



Speed4lifts

El S4L es un transductor lineal de posición con una frecuencia de muestreo variable en función de la velocidad, con una frecuencia máxima de 15 KHz (50 muestras por centímetro) y una resolución de 2 mm.

El S4L nos proporciona la VM, VMax, el rango de recorrido (ROM) y la potencia máxima de cada repetición, tanto en la fase concéntrica como en la fase excéntrica del movimiento. Además, nos permite programar una pérdida de velocidad y emite un feedback sonoro cuando se llega a la pérdida programada.

También tiene la opción de crear una curva carga-velocidad, mediante la realización de un test incremental, o de introducir una ecuación conocida. Una vez obtenida la ecuación, nos informará de la intensidad relativa que supone una carga absoluta, en función de la velocidad conseguida con dicha carga, y hará una estimación del 1RM.

NOTA DE SPEED4LIFTS: Finalmente se ha decidió trabajar con una frecuencia fija de 100HZ logrando así mayor precisión del dispositivo a altas velocidades manteniendo la misma precisión a bajas. También se añadió la medición de la velocidad media propulsiva.



Protocolo experimental

Tras un calentamiento específico, los participantes realizaron un test incremental hasta el 1RM en el ejercicio de press de banca en máquina Smith. Durante el test incremental las variables VM, VMax y ROM fueron medidas simultáneamente con el TF y el S4L en cada una de las repeticiones realizadas

Para la toma de datos se colocaron los dos transductores lineales (TF y S4L) en un mismo lateral de la máquina Smith, con ambos cables enganchados en el extremo de la barra, junto al carril de desplazamiento, y totalmente perpendiculares al suelo, haciéndolos coincidir con el plano de movimiento de la barra.

Los datos del TF eran transferidos en tiempo real a su software específico, instalado en un ordenador portátil con sistema operativo Windows 10, mientras que los datos del S4L eran enviados a su aplicación para smartphone, instalada en un BQ Aquaris.

Calentamiento

El calentamiento previo al test incremental consistió en la realización de ejercicios de movilidad articular, estiramientos dinámicos y ejercicios de activación neuromuscular para los miembros superiores.

El protocolo de calentamiento se muestra en la Tabla 3. Posteriormente, se realizó una serie de calentamiento con el peso de la barra, en el ejercicio de press de banca en máquina Smith, con el fin de terminar de entrar en calor y familiarizarse con la máquina y el protocolo de actuación, antes de comenzar el test incremental.

VALIDACIÓN SPEED4LIFTS

Ejercicio	Series	Repeticiones
Estiramiento dinámico de pectoral	1	12
Dislocaciones de hombro	1	10
Estiramiento de dinámico pectoral	1	12
Círculos de muñeca	1	10
Estiramiento de dinámico pectoral	1	12
Flexo-extensiones de codo	1	10
Band pull apart	3	15
Extensiones de tríceps con banda	3	15
Flexiones pliométricas	3	5

Test incremental

Para el test incremental se utilizó un protocolo similar al descrito por Sánchez Medina et al. (16). Se utilizaron cargas entre el 14% y el 100% del 1RM. El porcentaje inicial osciló entre el 14% y el 25% del 1RM, en función de los sujetos, ya que todos empezaron el test con una carga absoluta de 20 kg. Se realizaron incrementos de carga de 10 kg cuando la VMP de la serie anterior, medida con el TF, fue superior a 0,5 m·s⁻¹ e incrementos de entre 1 kg y 5 kg cuando la VMP fue inferior a 0,5 m·s⁻¹.

Para cargas movilizadas a más de 1 m·s⁻¹ de VMP, se realizaban tres repeticiones y se descansaba durante dos minutos. Cuando la velocidad oscilaba entre 1 m·s⁻¹ y 0,65 m·s⁻¹, se realizaban dos repeticiones, con descansos de tres minutos. Y, para velocidades inferiores a 0,65 m·s⁻¹, se realizaba una sola repetición, con descansos de cinco minutos

VMP	Incrementos de carga	
≥ 0,5 m/s	10 kg	
< 0,5 m/s	entre 1 kg y 5 kg	
VMP	Repeticiones	Descanso
≥ 1 m/s	3	2'
< 1 m/s; ≥ 0,65 m/s	2	3'
< 0,65 m/s	1	5'

Cada repetición, la cual empezaba a la voz de “inicio” de uno de los evaluadores, se realizaba con un segundo de pausa entre la fase excéntrica y la fase concéntrica (barra apoyada en el pecho), para evitar así variabilidad entre repeticiones. A la voz de “press” la barra era levantada por el sujeto a la máxima velocidad posible.

Se analizó un total de 231 repeticiones, las cuales fueron divididas, en función de la intensidad relativa, en ligeras (< 55% 1RM), medias (55% - 85% 1RM) y altas (> 85% 1RM), para su posterior análisis.

Análisis estadístico

Los resultados se expresan como media \pm desviación estándar. La asunción de normalidad fue verificada usando el test de Shapiro-Wilk. Un análisis de la varianza (ANOVA) fue usado para comparar las variables analizadas.

El test de Bonferroni se empleó para establecer las diferencias entre medias. La relación entre las variables se calculó por medio del coeficiente de correlación de Pearson (r). La fiabilidad relativa de las medidas intraserie fue evaluada usando el coeficiente de correlación intraclase (ICC). Valores de p

RESULTADOS

La media de los valores de VM para las cargas ligeras, medias y altas se muestran en la **figura 7**. Se observan diferencias significativas entre los tres dispositivos para cargas por debajo del 55% del 1RM. Para cargas entre el 55% y el 100% del 1RM, no se observan diferencias significativas entre los dos transductores lineales.

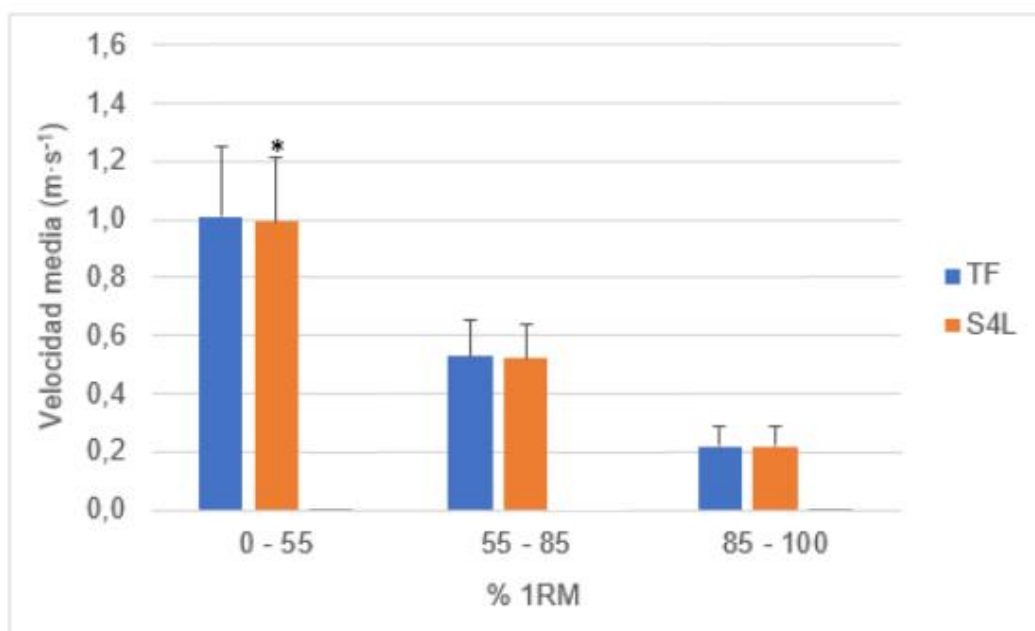


Figura 7. Valores medios de velocidad media de los dos dispositivos para cargas ligeras (0-55%), medias (55-85%) y altas (85-100%). *, diferencias significativas con el TF ($p < 0,01$). †, diferencias significativas con el S4L ($p < 0,01$).

VALIDACIÓN SPEED4LIFTS

Se observan correlaciones muy altas en la VM entre el TF y el S4L ($r=0,996$) Esta correlación se muestra en la **Figura 8**.

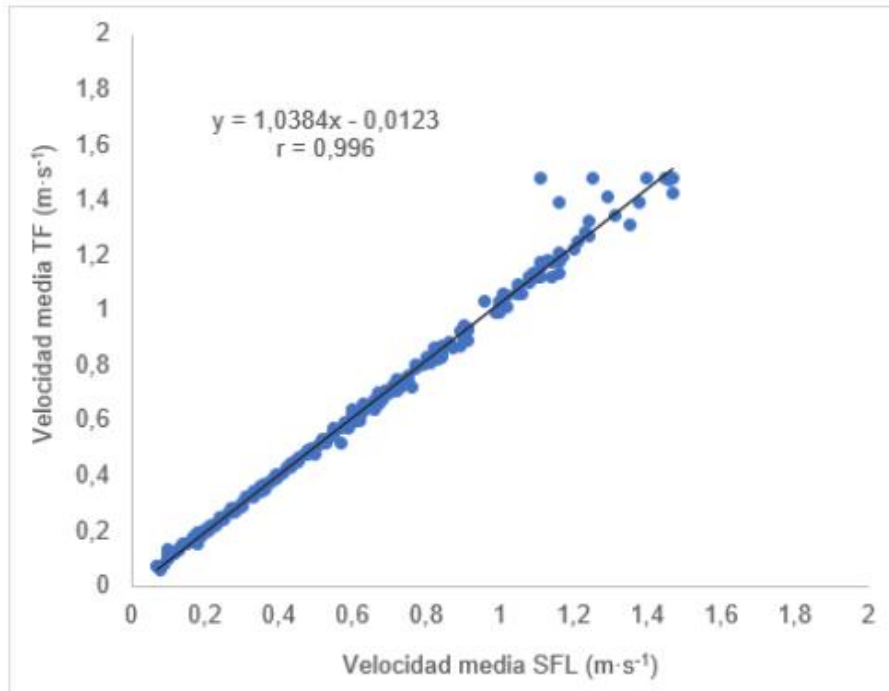


Figura 8. Correlación entre las velocidades medias obtenidas con el T-FORCE (TF) y las velocidades medias obtenidas con el Speed4lifts (S4L).

En la **Figura 10** se muestran los valores medios de VMax de los dos dispositivos, para los tres niveles de intensidad relativa. Se observan diferencias significativas entre el S4L y los

VALIDACIÓN SPEED4LIFTS

TF para cargas menores al 55% del 1RM. En cambio, para cargas superiores al 55% del 1RM, no se observaron diferencias entre el TF y el S4L.

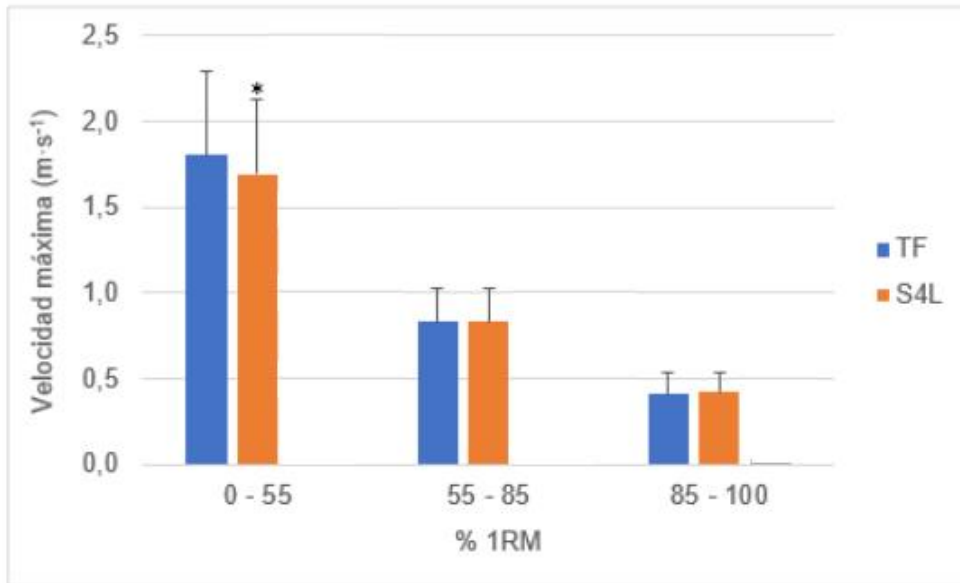


Figura 10. Valores medios de velocidad máxima de los dos dispositivos para cargas ligeras (0-55%), medias (55-85%) y altas (85-100%). *, diferencias significativas con el TF ($p < 0,01$). †, diferencias significativas con el SFL ($p < 0,01$).

Para el ROM, los valores obtenidos son los siguientes:

		Carga (% 1RM)		
		0 - 55	55 - 85	85 - 100
ROM	TF	40,78 ± 4,87	37,77 ± 5,28	33,87 ± 7,00
	S4L	39,90 ± 5,47*	37,89 ± 5,33*	34,32 ± 5,26

DISCUSIÓN

El objetivo principal del presente estudio fue analizar la validez y fiabilidad del dispositivo S4L. Previamente se han estudiado otros transductores lineales de posición, como el Tendo Weightlifting Analyzer System (20), demostrándose su alta validez para la medición

de la velocidad y su alta fiabilidad en las medidas, por lo que parecen dispositivos recomendables para dicho cometido. No obstante, el estudio citado anteriormente utiliza una sola carga relativa (85% del 1RM) para la toma de datos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en este estudio, ya que no hemos encontrado diferencias significativas en la VM y VMax, para intensidades relativas superiores al 55% del 1RM, entre el S4L y el TF. Además, al igual que en el presente estudio, encontraron altas correlaciones al comparar con el TF y unos altos ICC cuando se estudió la fiabilidad del dispositivo, aunque los CV fueron considerablemente mayores que los obtenidos en nuestro estudio con el dispositivo S4L.

Todos estos hallazgos muestran una alta validez para la medición de la velocidad de ejecución mediante el uso de transductores lineales de posición, al menos para cargas superiores al 55% del 1RM, además de su alta fiabilidad.

Esto concuerda con los resultados obtenidos por García-Ramos et al. (21), al estudiar la fiabilidad de las medidas de VM y VMax obtenidas con un transductor lineal en el ejercicio de press de banca en máquina Smith. Obtuvieron una alta fiabilidad en la medición de ambas variables, no obstante, y al contrario de lo observado en nuestro estudio, encontraron CV más altos en la VM que en la VMax, por lo que concluyeron que el uso de esta última variable podría ser una buena opción para el control del entrenamiento de fuerza. En nuestro estudio, el dispositivo S4L presenta CV considerablemente mayores en la VMax, en comparación con la VM, para todas las intensidades. En el caso del TF, si se observan CV ligeramente mayores para la VM a intensidades bajas (< 55% del 1RM), pero se igualan a intensidades relativas superiores al 55%

Cabe destacar el valor práctico del transductor lineal S4L frente al TF. El hecho de que no requiera cableado, unido a su gran autonomía, su reducido tamaño y peso, su compatibilidad con dispositivos móviles, evitando tener que transportar un ordenador portátil al lugar de entrenamiento y, sobre todo, su reducido coste, lo convierten en una gran opción para el ámbito del entrenamiento deportivo.

CONCLUSIONES Y APLICACIONES PRÁCTICAS

A la luz de los resultados obtenidos, podemos concluir la validez del dispositivo S4L para la medición de la velocidad de ejecución a intensidades relativas superiores al 55% del 1RM. Además, dada la alta correlación entre las medidas obtenidas con este dispositivo y las obtenidas con el TF (Gold Standard), y tras observar su alta fiabilidad, se puede afirmar que se trata de un dispositivo muy válido para el control de la velocidad.

Todo lo expuesto anteriormente, unido a su bajo coste, su reducido tamaño y escaso aparataje, y a lo sencillo de su uso, lo convierte en una gran herramienta para su uso práctico en el ámbito del entrenamiento y rendimiento deportivo, para la dosificación y control del entrenamiento de fuerza.

VALORACIÓN PERSONAL Y REFLEXIÓN CRÍTICA

Hoy en día el nuevo paradigma del entrenamiento de fuerza basado en la velocidad de ejecución está en boga de todos. Este tipo de metodología puede aportar grandes beneficios en el ámbito del rendimiento deportivo, aportando a los preparadores físicos una gran herramienta para la correcta dosificación y control del entrenamiento.

Esta nueva tendencia está haciendo aparecer nuevas herramientas para su aplicación, muchas de ellas junto a fuertes campañas de marketing, especialmente en el caso de los acelerómetros. No obstante, se debe tener cuidado a la hora de escoger un dispositivo que pueda aportar información útil, que al mismo tiempo sea práctico para su uso en el trabajo de campo y con una relación calidad-precio aceptable.

La nueva generación de transductores lineales, más baratos y sencillos que sus antecesores, parecen cumplir con todos estos requisitos. Resultan ser herramientas prácticas, aportan información válida y tienen un precio más asequible.

En cambio, los acelerómetros, a pesar de su gran atractivo y su gran potencial, no parecen resultar, a día de hoy, una buena opción para la evaluación y control del entrenamiento de fuerza. La adopción de este tipo de dispositivos para su uso en el ámbito del rendimiento deportivo pasa por la mejora de su sensibilidad, frecuencia de muestreo y detección de las repeticiones.

Además, se debe tener en cuenta que el uso de herramientas para medir la velocidad de ejecución y la aplicación del entrenamiento basado en la velocidad, no garantizan la calidad del entrenamiento. Éstas son muy buenas herramientas para la mejora de la metodología del entrenamiento de fuerza y pueden suponer un salto de calidad en su dosificación y control, pero requieren una familiarización y un buen conocimiento de las variables utilizadas y de los componentes de la carga para su correcta implementación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tous J. Entrenamiento de la fuerza en los deportes colectivos. Máster profesional en alto rendimiento en deportes de equipo. Ed. Mastercede. Barcelona. 2007.
2. Badillo JJ, Gorostiaga E. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo. Ed. Inde. Madrid. 2002.
3. Zouita S, Zouita AB, Keksi W, Dupont G, Abderrahman AB, Salah FZB, Zouhal H. Strength training reduces injury rate in elite young soccer players during one season. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2016; 30(5): 1295-1307.
4. González-Badillo JJ, Sánchez-Medina L, Pareja Blanco F, Rodríguez Rosell D. La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de la fuerza. 2017

5. González-Badillo JJ, Sánchez-Medina L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International journal of sports medicine* 2010; 31(05): 347- 352.
6. González-Badillo J. Bases teóricas y experimentales para la aplicación del entrenamiento de fuerza al entrenamiento deportivo. *Infocoes* 2000; 5(2): 3-14.
7. Sánchez-Medina L, González-Badillo JJ, Pérez CE, Pallarés JG. Velocity-and powerload relationships of the bench pull vs. Bench press exercises. *International journal of sports medicine* 2014; 35(03): 209-216.
8. Sánchez-Medina L, Pallarés JG, Pérez CE, Morán-Navarro R, González-Badillo JJ. (2017). Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. *Sports Medicine International Open* 2017; 1(02): E80-E88
9. Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews* 2008; 88(1): 287-332.
10. González-Badillo JJ, Yañez-García JM, Mora-Custodio R, Rodríguez-Rosell D. Velocity Loss as a Variable for Monitoring Resistance Exercise. *International journal of sports medicine* 2017; 38(03): 217-225.
11. Sánchez-Medina L, González-Badillo JJ. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2011; 43(9): 1725-1734.
12. Rhea MR, Alvar BA, Ball SD, Burkett LN. Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2002; 16(4): 525-529.
13. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN. Single versus multiple sets for strength: a metaanalysis to address the controversy. *Research quarterly for exercise and sport* 2002; 73(4): 485-488.
14. González-Badillo JJ, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Gorostiaga EM, Pareja-Blanco F. Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. *European journal of sport science* 2014; 14(8): 772-781.
15. Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Gorostiaga EM, González-Badillo JJ. Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular performance. *International journal of sports medicine* 2014; 35(11): 916-924.
16. Sánchez-Medina L, Pérez CE, González-Badillo JJ. Importance of the propulsive phase in strength assessment. *International journal of sports medicine* 2010; 31(02): 123- 129.
17. Bosco C, Belli A, Astrua M, Tihanyi J, Pozzo R, Kellis S, Tranquilli C. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *European journal of applied physiology and occupational physiology* 1995; 70(5): 379-386.
18. Balsalobre-Fernández C, Kuzdub M, Poveda-Ortiz P, del Campo-Vecino J. Validity and reliability of the push wearable device to measure movement velocity during the back-squat exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2016; 30(7): 1968-1974.
19. Balsalobre-Fernández C, Marchante D, Baz-Valle E, Alonso-Molero I, Jiménez SL, Muñoz-López M. Analysis of Wearable and Smartphone-Based Technologies for the Measurement of Barbell Velocity in Different Resistance Training Exercises. *Frontiers in Physiology* 2017; 8: 649

VALIDACIÓN SPEED4LIFTS

20. Garnacho-Castaño MV, López-Lastra S, Maté-Muñoz JL. Reliability and validity assessment of a linear position transducer. *Journal of sports science & medicine* 2015; 14(1): 128
21. García-Ramos A, Haff GG, Padial P, Ferlic B. Reliability of power and velocity variables collected during the traditional and ballistic bench press exercise. *Sports Biomechanics* 2017; 1-14.
22. Gómez-Piriz PT, Sánchez ET, Manrique DC, González EP. Reliability and comparability of the accelerometer and the linear position measuring device in resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2013; 27(6): 1664-1670.