

REDES COLABORATIVAS EN TORNO A LA DOCENCIA UNIVERSITARIA

Rosabel Roig-Vila (Coord.),
Jordi M. Antolí Martínez,
Josefa Blasco Mira,
Asunción Lledó Carreres
& Neus Pellín Buades (Eds.)

UA

UNIVERSITAT D'ALACANT
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

ICE

Institut de Ciències de l'Educació
Instituto de Ciencias de la Educación



Redes colaborativas en torno a la docencia universitaria

ROSABEL ROIG-VILA (COORD.),

JORDI M. ANTOLÍ MARTÍNEZ, JOSEFA BLASCO MIRA,
ASUNCIÓN LLEDÓ CARRERES & NEUS PELLÍN BUADES (EDS.)

UA | UNIVERSITAT D'ALACANT
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
ICE Institut de Ciències de l'Educació
Instituto de Ciencias de la Educación

2017

Redes colaborativas en torno a la docencia universitaria

*Edició / Edición: Rosabel Roig-Vila (Coord.), Jordi M. Antolí Martínez, Josefa Blasco Mira,
Asunción Lledó Carreres & Neus Pellín Buades*

Comité editorial internacional:

Prof. Dr. Julio Cabero Almenara, Universidad de Sevilla

Prof. Dr. Antonio Cortijo Ocaña, University of California at Santa Barbara

Prof. Dr. Ricardo Da Costa, Universidade Federal Espiritu Santo, Brasil

Prof. Manuel León Urrutia, University of Southampton

Prof. Dr. Gonzalo Lorenzo Lledó, Universitat d'Alacant

Prof. Dr. Enric Mallorquí-Ruscalleda, California State University-Fullerton

Prof. Dr. Santiago Mengual Andrés, Universitat de València

Prof. Dr. Fabrizio Manuel Sirignano, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa di Napoli

Comité tècnic / Comité técnico:

Neus Pellín Buades

*Revisió i maquetació: ICE de la Universitat d'Alacant/ Revisión y maquetación: ICE de la Universidad de Alicante
Primera edició: setembre de 2017 / Primera edición: septiembre de 2017*

© *De l'edició/ De la edición: Rosabel Roig-Vila, Jordi M. Antolí Martínez, Josefa Blasco Mira,
Asunción Lledó Carreres & Neus Pellín Buades*

© *Del text: les autores i autors / Del texto: las autoras y autores*

© *D'aquesta edició: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / De esta edición: Insti-
tuto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante
ice@ua.es*

ISBN: 978-84-617-8973-3

*Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser re-
alitzada amb l'autorització dels seus titulars, llevat de les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centro
Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necessiteu fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra.
/ Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser
realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de
Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.*

*Producció: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / Producción: Instituto de Ciencias
de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante*

*EDITORIAL: Les opinions i continguts dels textos publicats en aquesta obra són de responsabilitat exclusiva dels
autors. / Las opiniones y contenidos de los textos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de los autores.*

Valoración de la intensidad del entrenamiento de fuerza a través de la velocidad en el aula

Sarabia, José Manuel¹; Hernández-Davó, Jose Luis²; Javaloyes, Alejandro³; López-Grueso, Raúl⁴; Sabido, Rafael⁵

¹Universidad Miguel Hernández de Elche, jsarabia@umh.es

²Universidad Miguel Hernández de Elche, jose.hernandezd@umh.es

³Universidad Miguel Hernández de Elche, alejandro.javaloyes01@goumh.umh.es

⁴Universidad Miguel Hernández de Elche, raul.lopez@umh.es

⁵Universidad Miguel Hernández de Elche,
rsabido@umh.es

RESUMEN

El entrenamiento de fuerza ha recabado gran interés por la literatura científica en los últimos años, dada su importancia en campos tan dispares como el rendimiento deportivo, la calidad de vida en la tercera edad, o la mejora de patologías que se reflejan en la incapacidad funcional de los pacientes. Desde el punto de vista de la valoración y la planificación del entrenamiento de fuerza son distintas las variables claves que lo definen, ocupando especial relevancia la intensidad de dicho entrenamiento de fuerza. La cuantificación de la intensidad del entrenamiento de fuerza se ha realizado clásicamente desde el punto de vista de la cantidad de carga que el sujeto moviliza en el ejercicio. Sin embargo, en los últimos años la bibliografía nos ha mostrado como los efectos del entrenamiento de fuerza pueden ser muy diferentes cuando una misma carga se moviliza a distintas velocidades. El desarrollo de instrumentales, que a través de la acelerometría permiten el control de la velocidad de ejecución del movimiento de fuerza, está permitiendo que los profesionales cuenten con herramientas más accesibles para que los alumnos o deportistas y puedan conocer la influencia de la velocidad en el control del entrenamiento de fuerza. El objetivo del presente trabajo es presentar las bandas Push™ para el registro de la velocidad de ejecución y su posible aplicación para explicar contenidos propios de la titulación de Ciencias del Deporte.

PALABRAS CLAVE: entrenamiento de fuerza, intensidad, velocidad.

1. 1. INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de fuerza es uno de los tópicos más estudiados del entrenamiento deportivo. Si realizamos una búsqueda de artículos científicos con el concepto anglosajón “resistance training” (entrenamiento contra una resistencia) podremos comprobar que los estudios científicos acerca de este tópico se han disparado exponencialmente en los últimos años. Esto es debido a que el entrenamiento de fuerza ha recabado gran interés por la literatura científica en los últimos años, dada su im-

portancia en campos tan dispares como el rendimiento deportivo, la calidad de vida en la tercera edad o la mejora física que presentan pacientes con algún tipo de incapacidad funcional (ACSM Stand, 2009). Los efectos del entrenamiento de la fuerza están vinculados al tipo de programación y a una serie de variables que condicionan dicho entrenamiento, como son: el tipo de activación muscular, la intensidad del ejercicio, el volumen, la selección de ejercicios y su orden, el descanso y la frecuencia de entrenamiento (Kraemer y Ratamess, 2004).

Principalmente se debe prestar especial atención entre todas esas variables a la intensidad del ejercicio, pues condiciona mucho el tipo de trabajo que se realizará y, consecuentemente, sus adaptaciones (Campos y col, 2002). La cuantificación de la intensidad del entrenamiento de fuerza se ha realizado clásicamente desde el punto de vista de la cantidad de carga que el sujeto moviliza en el ejercicio, dividiendo de inicio los ejercicios en aquellos en los que se mueve sólo la propia carga del sujeto (autocargas) y aquellos en los que intenta desplazar una resistencia (entrenamiento con cargas). Como se ha indicado anteriormente, las adaptaciones que tienen lugar con el entrenamiento de fuerza están vinculadas a la cantidad de masa que se moviliza respecto a la repetición máxima (RM). De esta forma, cargas muy próximas al RM (por encima del 80% del RM) producen adaptaciones más neuronales (Häkkinene, Alen& Komi, 1985), mientras que cargas más bajas producen adaptaciones más estructurales y metabólicas (Campos y col, 2002).

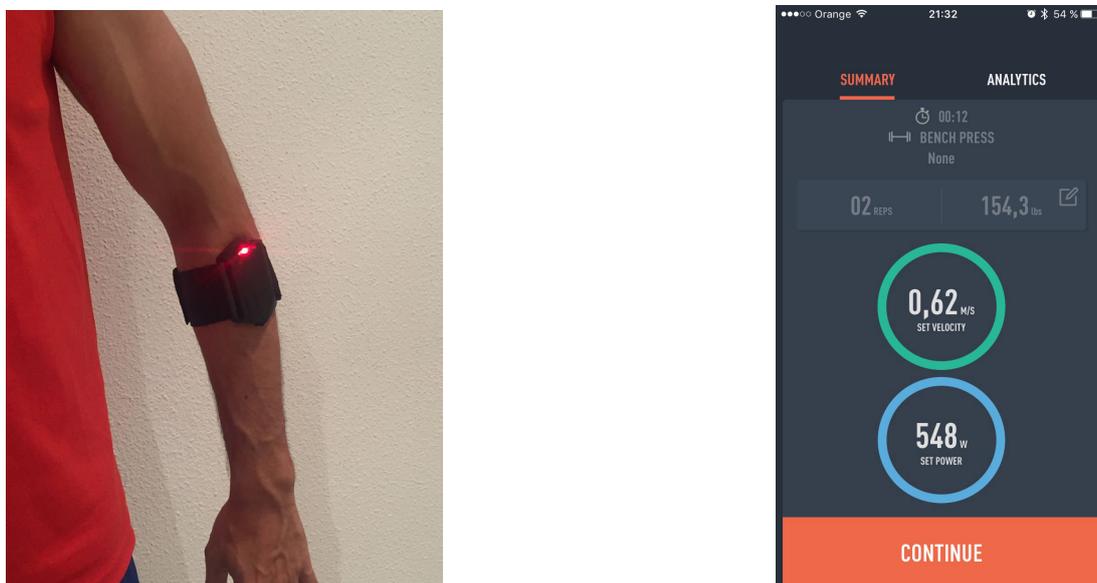
Sin embargo, en los últimos años, además de la cantidad de masa que tiene que movilizar el practicante, ha cobrado especial relevancia la velocidad con que realiza el movimiento. Así, la bibliografía reciente ha mostrado como los efectos del entrenamiento de fuerza pueden ser muy diferentes cuando una misma carga se moviliza a distintas velocidades (Davies, Kuang, Halaki y Hackett, 2017). Si bien, la premisa con participantes poco experimentados es ejecutar los movimientos a baja velocidad, con sujetos con mayor experiencia se propone que el entrenamiento de fuerza debe realizarse con diferentes velocidades en función del objetivo (ACSM Stand, 2009). Así, la velocidad de ejecución se ha convertido en una variable muy importante a controlar en el diseño de programas de entrenamiento de la fuerza.

El control de la velocidad de ejecución en los ejercicios de fuerza ha venido realizándose habitualmente a través de plataformas de fuerza o de encoder lineal (Dugan, Doyle, Humphries, Hasson y Newton, 2004). El segundo de estos instrumentales suele ser el más habitual dado su facilidad de uso y, sobre todo, el coste económico frente a las plataformas de fuerza. Sin embargo, su coste tampoco lo hace accesible para una gran cantidad de entrenadores y profesionales del deporte. Por este motivo, cada vez se van desarrollando tecnologías más accesibles y económicas, basadas en la acelerometría y que además puedan trabajar bajo el entorno de los Smartphone sin necesidad de equipos informáticos.

Este es el caso de las bandas Push™, que consisten en un brazalete con un acelerómetro y un giroscopio que proporciona datos en 6 grados de libertad del movimiento, permitiendo valorar aspectos cinemáticos de sus ejecuciones. Estas bandas mandan la información a dispositivos móviles, por lo que como mencionábamos antes, no es necesario portar equipos informáticos para su registro. La fiabilidad y validez de este instrumental fue estudiada en el trabajo de Balsalobre-Fernández, Kuzdub, Poveda-Ortiz, y del Campo-Vecino (2016), quienes encontraron unos altos valores de fiabilidad al

estudiar sucesivas mediciones con la banda Push™, así como unos valores de validez muy altos al comparar las medidas de velocidad de la banda con los de un encoder lineal.

Figura 1. Imagen de la banda colocada para un registro y ejemplo de datos mostrados en el Smartphone.



El objetivo del presente trabajo es exponer la utilidad de la banda Push™ como herramienta de utilidad práctica para dar a conocer distintos conceptos vinculados a las materias de acondicionamiento físico en la titulación de graduado CAFD. Para ello se expondrán tres casos prácticos de aplicación de la Push™ con contenidos vistos con los alumnos.

2. 2.RELACIONDELAVELOCIDADDEEJECUCIÓNCONLAREPETICIÓNMÁXIMA

La velocidad de desplazamiento de la barra en intensidades por debajo de la RM ha mostrado importantes correlaciones en distintos estudios científicos. Así, el trabajo de González-Badillo y Sánchez-Medina (2010) en el que desarrollaron una ecuación de regresión que con una $R^2 = 0.98$ entre la velocidad de ejecución y la carga del RM que se desplaza en el movimiento de press banca. De esta forma, los autores exponen la posibilidad de calcular la RM con cargas submáximas, a través de conocer la velocidad de ejecución que presenta el ejecutante en ese movimiento. Resultados similares fueron encontrados por el trabajo de Loturco y col (2015) para el movimiento de la media sentadilla, quienes también desarrollaron una ecuación ($RM \text{ media sentadilla} = 105.05 \times \text{velocidad media propulsiva} + 131.75$) con un alto ajuste predictivo ($R^2 = 0.96$). De esta manera, la velocidad de movimiento puede ser una herramienta para conocer la carga máxima que un sujeto puede realizar con un movimiento, y de esta manera poder evaluar sin tener que llegar a realizar un test con la máxima carga.

Esta aplicación es una de las posibilidades de registro que ofrece la banda Push™ que, a través del cálculo de la velocidad, puede realizar una estimación de la RM de varios ejercicios de fuerza y con ella se realizará uno de los contenidos prácticos propuesto con este nuevo instrumental. De esta forma se va a desarrollar una sesión práctica en la que se calculará la RM de forma directa (llegando

a la máxima carga que puede movilizar el sujeto) y, por otro lado, de manera indirecta a través de los valores que la banda PushTM calcule en función de la velocidad de desplazamiento. Para ello llevaremos a cabo un protocolo en el que un alumno realizará un calentamiento general y específico para el ejercicio de press banca y otro para el ejercicio de media sentadilla. Tras el calentamiento los alumnos realizarán dos series de calentamiento de cada ejercicio, con pesos que les permitan realizar 10 repeticiones sin problema. A partir de esas dos series de calentamiento comenzarán sucesivas series en las que se irá incrementando la masa hasta llegar a la RM en la quinta o como máximo la sexta serie. Los valores que vaya proporcionando la banda PushTM en todas las series submáximas se irá registrando para tener una referencia de la RM y para ir viendo cómo cambia este parámetro a medida que la masa se va incrementando. Esto es debido a que las fórmulas de cálculo del RM toman la velocidad media propulsiva y esta ocupa el 100% del movimiento a partir de cargas del 80% (González-Badillo y Sánchez-Medina, 2010), por lo que en cargas inferiores la estimación de la RM por la velocidad puede mostrar valores inferiores a los reales. En la tabla 1 podemos ver los ejemplos de evolución de masa, velocidad de ejecución y predicción de RM por parte de la banda PushTM.

Tabla 1. Valores de velocidad registrada y RM calculado por la banda PushTM para distintas cargas utilizadas en la progresión para el cálculo directo de la RM en press banca y media sentadilla.

	PRESS BANCA			MEDIA SENTADILLA		
	Carga (Kg)	Velocidad (m/s)	Predicción RM (Kg)	Carga (Kg)	Velocidad (m/s)	Predicción RM (Kg)
Serie 1	60	0.72	84	100	0.66	136
Serie 2	70	0.61	90	115	0.52	140
Serie 3	80	0.39	93	130	0.45	144
Serie 4	90	0.25	95	140	0.38	147
Serie 5	95	0.18	95	150	0.31	150

Observamos con los valores obtenidos que la relación entre la RM calculada en la quinta serie y el valor propuesto a través de la PushTM presenta una relación importante desde la tercera serie, lo que resulta en una importante ventaja que es conocer esa RM sin la necesidad de llegar a realizar el test máximo.

3. 3. ESTIMACIÓN DE LA CURVA DE POTENCIA CON BANDA PUSHTM

La potencia generada durante un ejercicio de fuerza es resultante de la carga movilizada y de la velocidad a la que se desplaza dicha carga. Esta variable es considerada clave en multitud de modalidades deportivas que requieren generar fuerza a altas velocidades (McBride, Triplett-mcbride, Davie, y Newton, 1999). En los últimos años son varios los trabajos que apoyan la idea de que trabajar en un rango concreto del porcentaje de la RM puede maximizar la producción de potencia en el entrenamiento de fuerza, mejorando esa capacidad de generar altos valores de velocidad con una determinada carga (Bevan y col, 2010; Jandacka y Uchytíl, 2011). Ese punto óptimo de producción de

potencia puede observarse en porcentajes muy variados de la RM, que oscilan desde el 10% al 80% de esa RM (Kawamori y Haff, 2004). Diversas variables pueden influir en la ubicación de es pico de potencia durante un ejercicio de fuerza, variables tales como si el ejercicio se realiza con el tren superior o inferior, si es un movimiento mono o multiarticular, la experiencia del ejecutante o la intención de generar máxima velocidad. Por ello, la literatura aboga por que la intensidad específica para lograr esa máxima potencia es específica por ejercicio, y sobre todo por sujeto (Jandačka y Vaverka, 2009).

Gracias al control de la velocidad de ejecución con las bandas Push™, es posible realizar un perfil de potencia para un ejecutante en los distintos ejercicios que quiera practicar. Para ello, proponemos una sesión práctica donde se realice el perfil de potencia de dos participantes para dos gestos en los que la bibliografía ubica en distintos porcentajes ese valor de potencia óptima, como es el press banca y la media sentadilla. La sesión práctica comenzará con un calentamiento general y específico para el press banca y media sentadilla por parte de ambos alumnos. Tras el calentamiento general, los alumnos realizarán dos series de calentamiento de cada ejercicio con cargas bajas. A continuación los alumnos realizarán 5 series de 4 repeticiones al 20%, 35%, 50%, 65% y 80% de la RM de cada movimiento. Se permitirá un descanso completo entre cada una de las series para evitar la aparición de fatiga y que los ejecutantes puedan realizar los movimientos a máxima velocidad. Los valores de potencia máxima en cada intensidad serán anotados para conformar una tabla como la que aparece a continuación.

Tabla 2. Potencias pico mostrada por cada participante en cada uno de los dos movimientos analizados.

	Participante 1		Participante 2	
	Potencia pico press banca (W)	Potencia pico media sentadilla (W)	Potencia pico press banca (W)	Potencia pico media sentadilla (W)
Intensidad 20%	590	648	520	622
Intensidad 35%	615	672	556	654
Intensidad 50%	645	692	535	689
Intensidad 65%	622	715	522	668
Intensidad 80%	570	685	490	615

De los valores obtenidos por cada uno de los alumnos se podría establecer la curva fuerza-velocidad de ambos movimientos que son las se presentan en las figuras 1 y 2:

Figura 2. Curva de potencia desarrollada por cada participante a distintas intensidades en el movimiento de press banca.

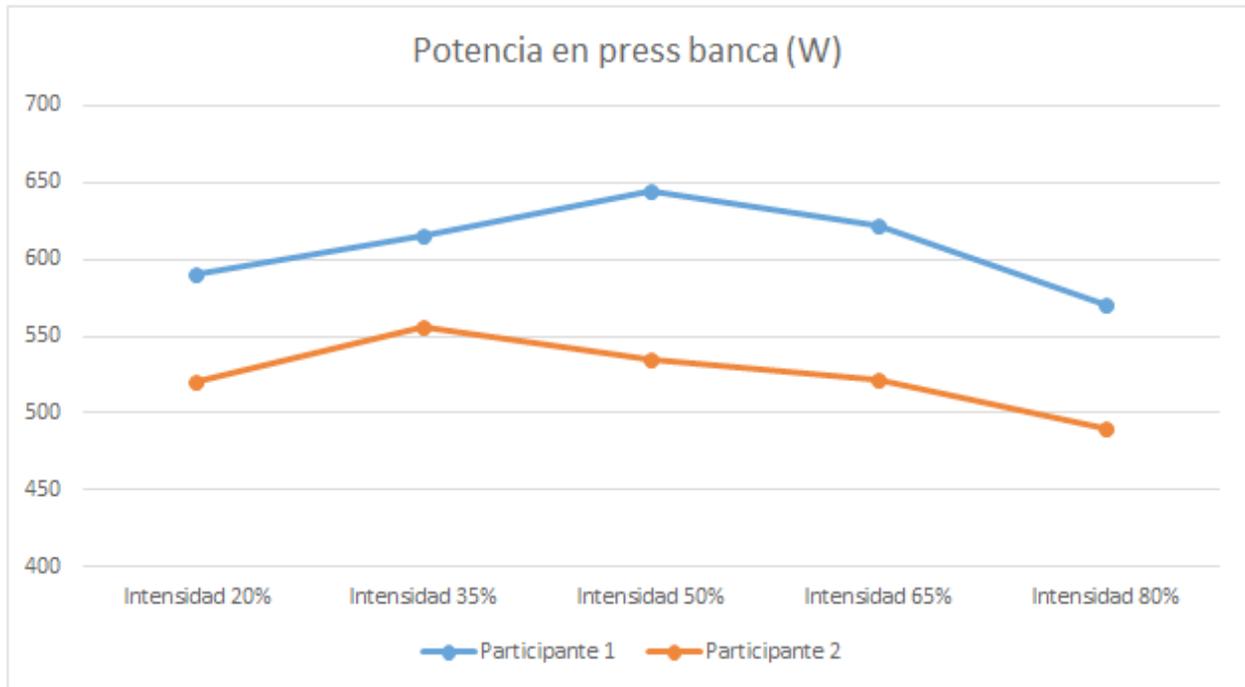
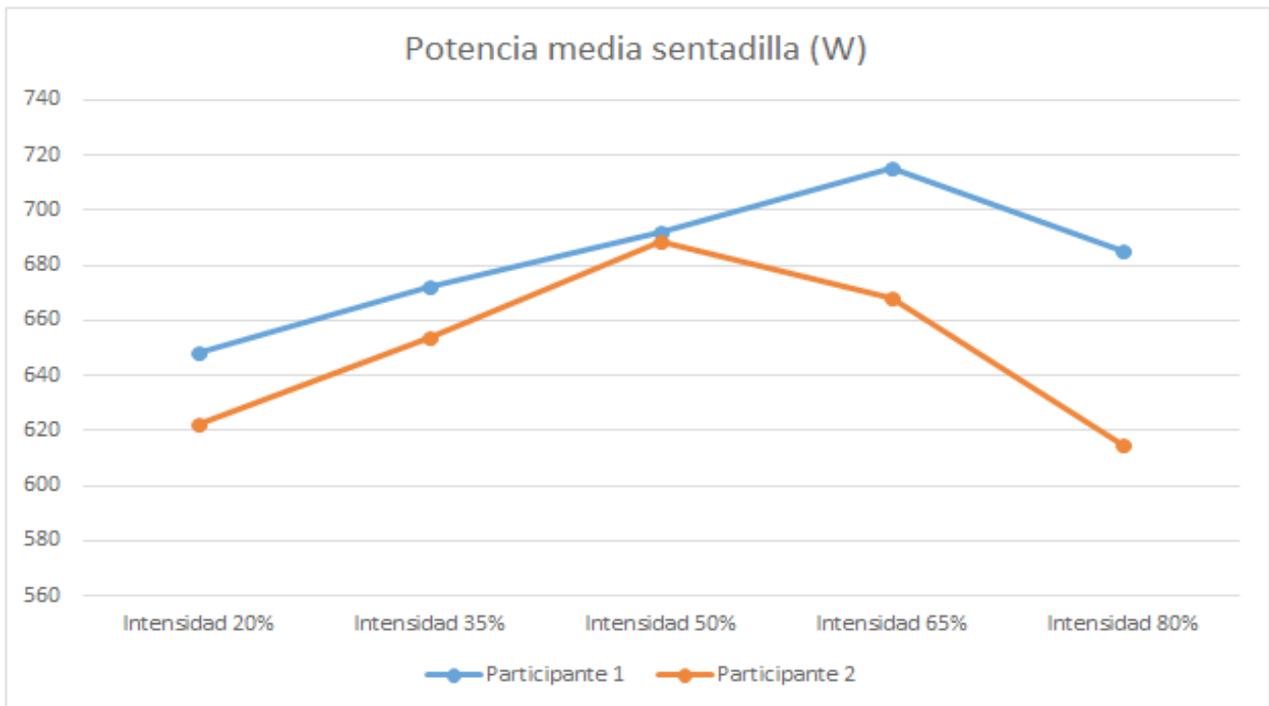


Figura 3. Curva de potencia desarrollada por cada participante a distintas intensidades en el movimiento de press banca.



En la figura 1 podemos observar como la intensidad óptima para desarrollar los mayores valores de potencia en press banca sería del 50% de la RM para el participante 1 y 35% de la RM para el

participante 2. Por otro lado, en la figura 2 observamos que los porcentajes óptimos para desarrollar los niveles más altos de potencia son el 65% y 50% de la RM respectivamente para el participante 1 y 2.

4. 4. CONCLUSIONES

Como hemos podido comprobar mediante los casos prácticos propuestos, la utilización de nuevas App como las bandas PushTM suponen una fuente de información muy interesante que puede sustituir a elementos más costosos y complejos como los encoders lineales a los cuales nuestros alumnos van a tener un acceso limitado una vez se encuentren en el mundo laboral. Debemos destacar por un lado, los buenos datos de fiabilidad y validez que estas bandas presentan para calcular variables como la RM o la potencia de ejecución. Por otro lado, debemos destacar la fácil colocación de la banda, así como la asequibilidad del software que directamente trabaja con el smartphone sin necesidad de otro equipo informático para su registro. Por todo ello, consideramos las bandas PushTM una alternativa muy interesante para que nuestros alumnos de CAFD integren conceptos importantes del acondicionamiento físico como el cálculo de la RM o la estimación de la curva de potencia.

5. 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSM Stand (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687-708.
- Balsalobre-Fernández, C., Kuzdub, M., Poveda-Ortiz, P., & del Campo-Vecino, J. (2016). Validity and reliability of the push wearable device to measure movement velocity during the back squat exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(7), 1968-1974.
- Bevan, H. R., Bunce, P. J., Owen, N. J., Bennett, M. A., Cook, C. J., Cunningham, D. J., ... & Kilduff, L. P. (2010). Optimal loading for the development of peak power output in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 43-47.
- Campos, G. E., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K.E, Nicholas, R., Kraemer, W.J. & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European journal of applied physiology*, 88(1), 50-60.
- Davies, T. B., Kuang, K., Orr, R., Halaki, M., & Hackett, D. (2017). Effect of Movement Velocity During Resistance Training on Dynamic Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 1-15.
- Dugan, E. L., Doyle, T. L., Humphries, B., Hasson, C. J., & Newton, R. U. (2004). Determining the optimal load for jump squats: a review of methods and calculations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 668-674.
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International journal of sports medicine*, 31(05), 347-352.
- Häkkinen, K., Alen, M., & Komi, P. V. (1985). Changes in isometric force-and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength

- training and detraining. *Acta Physiologica*, 125(4), 573-585.
- Kraemer WJ, RatamessNA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *MedSci Sport Exerc.* 2004;36:674–8.
- Jandacka, D., &Vaverka, F. (2009). Validity of mechanical power output measurement at bench press exercise. *Journal of Human Kinetics*, 21, 33-40.
- Jandacka, D., &Uchytíl, J. (2011). Optimal load maximizes the mean mechanical power output during upper extremity exercise in highly trained soccer players. *TheJournal of Strength&ConditioningResearch*, 25(10), 2764-2772.
- Kawamori, N., &Haff, G. G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *TheJournal of Strength&ConditioningResearch*, 18(3), 675-684.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Abad, C. C. C., Gil, S., Kitamura, K., Kobal, R., &Nakamura, F. Y. (2016). Using Bar Velocity to Predict Maximum Dynamic Strength in the Half-Squat Exercise. *International journal of sportsphysiology and performance*, 11(5), 697-700.
- McBride, J. M., Triplett-mcbride, T., Davie, A., & Newton, R. U. (1999). A Comparison of Strength and Power Characteristics Between Power Lifters, Olympic Lifters, and Sprinters. *TheJournal of Strength&ConditioningResearch*, 13(1), 58-66.