



Educación Física y Ciencia, vol. 24, n°2, e222, abril-junio 2022. ISSN 2314-2561
 Universidad Nacional de La Plata.
 Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.
 Departamento de Educación Física

Concordancia entre ecuaciones de predicción y el método de 1RM en cuatro ejercicios de entrenamiento resistido

Agreement between prediction equations and the 1RM method in four resistance training exercises

Acordo entre equações de predição e o método 1RM em quatro exercícios de treinamento de resistência

César Augusto Corvos-Hidalgo

Instituto Superior de Educación Física. Universidad de la República, Uruguay

Grupo de Investigación en Análisis del rendimiento Humano. Universidad de la República, Rivera, Uruguay

upel.fisiologia@yahoo.com

 <https://orcid.org/0000-0003-1422-768X>

Bruno Bizzozero-Peroni

Instituto Superior de Educación Física. Universidad de la República, Uruguay

Grupo de Investigación en Análisis del rendimiento Humano. Universidad de la República, Rivera, Uruguay

brunobpru@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0614-5561>

Sofía Fernandez-Gimenez

Instituto Superior de Educación Física. Universidad de la República, Uruguay

Grupo de Investigación en Análisis del rendimiento Humano. Universidad de la República, Rivera, Uruguay

fergimsofia@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8666-0170>

Enrique Pintos-Toledo

Instituto Superior de Educación Física. Universidad de la República, Uruguay

Grupo de Investigación en Análisis del rendimiento Humano. Universidad de la República, Rivera, Uruguay

isef.enriquepintos@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-4332-6847>

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo fue conocer el nivel de concordancia entre ecuaciones de estimación con el método de 1 RM en una muestra de 30 jóvenes experimentados. Se ejecutaron cuatro ejercicios: sentadilla con barra libre (SEN), press en banco horizontal (PB), peso muerto (PMu) y press militar (PMi) teniendo un mínimo y un máximo de 1 a 7 repeticiones respectivamente. Se consideraron 6 ecuaciones de predicción: Brzycki (1993), Epley (1995), Lander (1985), Cummings y Finn (1998), O'Conner et al. (1989), y Abadie et al. (1999). Se calculó la media y desviación estándar, así como el nivel de correlación intraclase para estudiar el nivel de la asociación y el método Bland-Altman. Los valores medios de 1RM obtuvieron muy buena correlación en las ecuaciones de Brzycki (1993) y O'Conner et al. (1989) en el ejercicio de SEN, Epley (1995), Brzycki (1993), O'Conner et al.

Recepción: 11 Marzo 2022 | Aprobación: 30 Marzo 2022 | Publicación: 04 Abril 2022

Cita sugerida: Corvos Hidalgo, C. A., Bizzozero-Peroni, B., Fernandez-Gimenez, S. y Pintos-Toledo, E. (2022). Concordancia entre ecuaciones de predicción y el método de 1RM en cuatro ejercicios de entrenamiento resistido. *Educación Física y Ciencia*, 24(2), e222. <https://doi.org/10.24215/23142561e222>



(1989) y Cumming y Finn (1998) en el ejercicio de PB, y Cummings y Finn (1998) en el ejercicio de PMu. La ecuación predictiva de Cummings y Finn (1998) y Epley (1995) también puede ser usada para calcular 1RM en el PMi. Para mejorar la dosificación de cargas, se recomienda utilizar las ecuaciones de predicción de acuerdo con el ejercicio que se quiera llevar a cabo.

PALABRAS CLAVE: Entrenamiento de fuerza, Fuerza muscular, Ecuaciones de predicción.

ABSTRACT:

The aim of this study was to determine the level of agreement between estimation equations with the 1RM method in a sample of 30 experienced young people. Four exercises were performed: barbell squat (SQ), horizontal bench press (BP), dead weight (DW), and military press (MiP), with a minimum and a maximum of 1 to 7 repetitions respectively. Six prediction equations were considered: Brzycki (1993), Epley (1995), Lander (1985), Cummings and Finn (1998), O'Conner et al. (1989), and Abadie et al. (1999). The mean and standard deviation were calculated, as well as the level of intraclass correlation and the Bland-Altman method to study the association. The mean values of 1RM obtained very good correlation in the equations of Brzycki (1993) and O'Conner et al. (1989) in the SQ, Epley (1995) in the BP exercise, and Cummings and Finn (1998) in the DW exercise. The predictive equation of Cummings and Finn (1998) and Epley (1995) can also be used to calculate 1RM in MiP. To improve the dosage of loads, it is recommended to use the predictive equations according to the exercise to be performed.

KEYWORDS: Strength training, Muscle strength, Prediction equations.

RESUMO:

O objetivo deste trabalho foi conhecer o nível de concordância entre as equações de estimação e o método de 1RM numa amostra de 30 jovens experientes. Foram executados quatro exercícios: agachamento com barra livre (SEN, por suas siglas em espanhol), press em banco horizontal (PB), peso morto (PMu) e press militar (PMi) com um mínimo e um máximo de 1 a 7 repetições, respectivamente. Foram consideradas 6 equações de predição: Brzycki (1993), Epley (1995), Lander (1985), Cummings e Finn (1998), O'Conner et al. (1989), e Abadie et al. (1999). Foram calculadas a média e o desvio padrão, e também o nível de correlação intraclass e o método de Bland-Altman para analisar a associação. Os valores médios de 1RM conseguiram uma boa correlação nas equações de Brzycki (1993) e O'Conner et al. (1989) no exercício de SEN, Epley (1995) no exercício de PB, e Cummings e Finn (1998) no exercício de PMu. A equação preditiva de Cummings e Finn (1998) e Epley (1995) também é possível ser utilizada para calcular 1RM no PMi. Para melhorar a dosificação de cargas, é recomendável utilizar as equações de predição de acordo com o exercício que se deseje executar.

PALAVRAS-CHAVE: Treinamento de força, Força muscular, Equações de predição.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento con resistencias (ER) es reconocido mundialmente por su efecto positivo sobre el rendimiento deportivo y, también en la prevención de dolencias asociadas a la pérdida de masa osteomuscular (Ratamess, 2015). De la misma forma, se recomienda que el ER se realice al menos dos días a la semana para lograr beneficios en la salud (Haskell et al., 2007), también más relacionados con el fortalecimiento muscular, y que más allá de una estrategia de mejoramiento estético, es la base de múltiples intervenciones de rehabilitación física, tratamiento de enfermedades degenerativas, optimización funcional en distintas poblaciones (Artero et al., 2012), reducciones en la pérdida ósea, y mejoras en el control glucémico (Au et al., 2017), entre otros.

Con base a la idea anterior, el componente esencial de un entrenamiento óptimo es el diseño del programa, considerando que un programa de ER está compuesto de diferentes variables entre las que destacan el volumen, recuperación, la duración y la dosificación de las cargas (intensidad) que interaccionan entre sí, proporcionando un estímulo de adaptación. En este contexto, la determinación de las cargas en términos porcentuales, se pueden establecer por medio de variadas metodologías entre las que se encuentra la percepción del esfuerzo percibido, el test de repeticiones máximas y el test de repetición máxima (1RM) (Filho et al., 2014; Ratamess, 2015). Este test de 1RM consiste en que el participante movilice la máxima carga (kg) posible en las fases excéntrica y concéntrica en un determinado ejercicio en su máximo rango de movimiento y sin ningún tipo de ayuda externa (Levinger et al., 2009).

Siguiendo el planteamiento de Kraemer et al., (2006), mundialmente existen distintas ecuaciones estimativas populares empleadas para conocer el valor de 1RM en deportistas, hombres y mujeres inexpertos y personas mayores. Las más reconocidas son las ecuaciones planteadas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, 2015, siglas en inglés): Brzycki (1993); Epley, (1995); Lander (1985); Cummings & Finn (1998); O`Conner et al., (1989); y Abadie et al., (1999) (Ratamess, 2015).

Por otra parte, el test de 1RM a pesar de ser uno de los más utilizados por la literatura puede estar influenciado por numerosos factores, y exige de un importante conocimiento y experiencia previa de la técnica de ejecución del ejercicio a realizar. Además, la ejecución de esfuerzos con cargas máximas puede producir un elevado estrés a nivel del aparato locomotor (músculos, huesos, articulaciones), desencadenando modificaciones metabólicas importantes (Brzycki, 1993). A su vez, la aplicación de 1RM puede representar mayor riesgo de lesión en individuos con poca experiencia en ER (Chapman et al., 1998).

En este orden de ideas, en la región noreste de Uruguay no se ha encontrado evidencia sobre el uso de ecuaciones de predicción para determinar 1RM en la metodología que llevan a cabo individuos experimentados en ER para la planificación de las cargas durante los diferentes ciclos de entrenamiento al que se someten, pudiendo generar un desconocimiento sobre la existencia de ecuaciones de predicción como un método indirecto de cálculo de 1RM, por tanto, el objetivo de éste trabajo es conocer el nivel de asociación entre ecuaciones de predicción y el método de 1RM en adultos jóvenes experimentados del departamento de Cerro Largo de la República Oriental del Uruguay.

METODOLOGÍA

El presente estudio tuvo un enfoque transversal y cuantitativo, con un alcance correlacional, por cuanto, se analiza el grado de asociación que se presenta entre dos o más variables, en un contexto dado en particular (Hernández Sampieri, Roberto; Baptista Lucio & Fernández Collado, 2010).

Muestra del estudio

En la primera etapa de la propuesta (semana uno) se visitaron varios centros de musculación de la ciudad de Cerro Largo a fin de dar publicidad al estudio, así como también se invitó a los socios de dichos centros para dar a conocer la finalidad de la propuesta. Una vez que se logró un número de personas interesadas, se consideraron los siguientes criterios de inclusión: 1) ser individuos sin ninguna enfermedad crónica degenerativa o enfermedades metabólicas como diabetes mellitus en cualquiera de sus formas, 2) haber rellenado de forma negativa el cuestionario de aptitud PAR-Q para la actividad física (Society, 2002), 3) tener al menos tres años de experiencia en el ER, y 4) autorizar de manera firmada su consentimiento. Como criterios de exclusión se consideró el no poder ejecutar alguno de los ejercicios de la intervención, el ingerir suplementos deportivos durante el período de pruebas, y presentar alguna dolencia o malestar en algunos de los ejercicios que conforman el estudio. Solamente dos individuos no cumplieron los criterios de inclusión, siendo excluidos del estudio, quedando una muestra final de 30 individuos varones entre 18 y 27 años.

La propuesta fue enviada y revisada de acuerdo la normativa uruguaya que regula la investigación en/con seres humanos con decreto n° 158/019 de la Universidad de la República, Uruguay.

Protocolo de intervención y materiales

En la tabla 1, se presenta el cronograma en que fueron realizados los test, considerando los siguientes ejercicios: Sentadilla con barra libre (SEN), press en banco horizontal (PB), peso muerto tradicional (PMu) y press militar (PMi) de acuerdo a la descripción empleada por Coburn & Malek (2014). Se inició cada sesión

con una entrada en calor para posteriormente ejecutar los ejercicios que forman parte del estudio, al finalizar se llevó a cabo una etapa de enfriamiento.

En la segunda semana, se enfatizó en la óptima ejecución de los ejercicios del estudio, de manera tal de disminuir el riesgo de lesión por una mala praxis, así como las diferentes ayudas durante la ejecución de cada movimiento, estando atento durante todo momento ante cualquier situación que pudiera poner en riesgo la integridad de los participantes, y contando con la vigilancia y supervisión de entre uno y hasta tres profesionales de Educación Física.

En la semana tres y siguiendo el protocolo de Bompa & Buzzichelli (2016) para el cálculo de 1RM, durante el primer día se realizaron los ejercicios de SEN y PMi, el segundo día y después de 48 horas se ejecutaron los ejercicios de PB y PMu. En la ejecución de cada ejercicio se fue añadiendo resistencia (peso) adicional durante cada una de las series hasta llegar al fallo concéntrico, siendo consciente el participante que no podía añadirse resistencia adicional. La recuperación entre intentos (series) es un factor determinante para la realización más eficiente de esfuerzos posteriores, sobre todo si estos son enfocados al trabajo de potencia o fuerza. En éste sentido, la recuperación entre intentos presentó un mínimo de tres minutos, tal y como lo establece la American College of Sports Medicine (Ratamess, 2015). Por lo tanto, se establecieron entre tres a cinco minutos de recuperación entre cada ejercicio, siendo la cantidad necesaria para reponer completamente las reservas de fosfato de creatina después de una máxima contracción (Richmond & Godard, 2004).

Una vez culminado el protocolo de carga máxima, en la cuarta semana se realizaron los intentos sub máximos en donde, similar a los días anteriores, se hizo el mismo método de entrada en calor y se seleccionó una carga aproximadamente del 50-60% de la máxima percibida por el individuo. Posteriormente, se les motivó a realizar la cantidad máxima de repeticiones posibles una vez llegado al umbral del 85%, pero esta vez hasta llegar a un número de repeticiones de 7RM.

TABLA 1
Actividades planificadas durante la etapa de recolección de datos

Actividad / semana	1^{ra}	2^{da}	3^{ra} día uno	3^{ra} día dos	4^{ta} día uno	4^{ta} día dos
Información a participantes *						
Aprendizaje de los movimientos						
1RM, SEN y PMi						
1RM, PB – PMu						
Test sub máx, SEN – PMi						
Test sub máx, PB – PMu						

Fuente: Elaboración propia.

* Quienes cumplieron criterios de inclusión

En relación a la supervisión para vigilar la seguridad del participante cuando realiza el ejercicio PB, el profesional se colocó a la cabecera del banco, donde en caso de ser necesario, se puede aplicar fuerza suficiente para que la barra se mueva, el ayudante mantiene las manos cerca de la barra, pero sin llegar a tocarla durante

el descenso y el ascenso hasta que esté sobre el soporte debidamente colocada. Para el caso de la SEN se contó con dos profesionales, uno a cada lado de la barra, y un tercero detrás de quien ejecuta el ejercicio, siguiendo atentamente el descenso en todo momento y, en caso necesario, asistir al participante aplicando fuerza alrededor del pecho/parte superior del tronco y/o sobre la barra la barra (Ratamess, 2015).

Para los diferentes ejercicios desarrollados se usó una banca horizontal estándar de musculación, barras olímpicas de 15kg (Sonnos.® , Argentina), un rack de sentadillas (Rino, Brasil), discos olímpicos de diversos pesos (Rino-Force.®, Brasil y Taurus.®, Argentina) y cinturones de levantamiento.

Ecuaciones de estimación de 1RM

Para el cálculo de estimación de 1RM las ecuaciones de predicción fueron las usadas por Coburn y Malek (2014):

TABLA 2
Ecuaciones de predicción empleadas

Autor	Ecuación
Brzycki (1993)	$1RM = \text{peso} / [1,0278 - (0,0278 * \text{rep.})]$
Epley (1995)	$1RM = [(0,033 * \text{peso} * \text{rep.}) + \text{peso}]$
Lander (1985)	$1RM = [(\text{peso} / 1,013) - (0,02671 * \text{rep.})]$
Cummings y Finn (1998)	$1RM = \text{peso} * 1,149 + 0,71$
O'Conner et al. (1989)	$1RM = \text{peso} * [1 + (0,025 * \text{rep.})]$
Abadie es al. (1999)	$1RM = \text{peso} + [(\text{rep} / 8,841) + (1,1828 * \text{rep.})]$

Fuente: Tomado de Ratamess, 2015.
Nota rep - n° de repeticiones realizadas.

Análisis de los datos

Para el análisis de los resultados se usaron el paquete estadístico SPSS.20 y el programa Excel, calculando la normalidad de las variables por la prueba de Shapiro-Wilk, a la postre se calcularon los promedios y la desviación estándar de las variables empleadas, así como el nivel de asociación entre las variables por medio del coeficiente de correlación intraclase y el método Bland-Altman. En referencia al coeficiente de correlación intraclase se consideró: $CCI \geq 0.91$ que indica una correlación muy buena; de 0.71 a 0.90 es buena; de 0.51 a 0.70 es moderada; de 0.31 a 0.50 es mediocre y por debajo de 0.31 es una correlación mala (Latour et al., 1997), en donde los autores proponen una correlación baja cuando el valor sea ≤ 0.50 .

RESULTADOS

En la tabla 3, se observa los descriptivos de las características físicas de los sujetos. Todos los participantes tenían poco más de cuatro años de experiencia en el ER, concretamente en los ejercicios propuestos para ser desarrollados en este trabajo. Los participantes obtuvieron un IMC en la categoría de normopeso (Organización Mundial de la Salud, 2021), situación que hace presumir que no tienen un desarrollo muscular exagerado ni grasa corporal elevada.

TABLA 3
Características físicas de los sujetos

Variable	Promedio	DS	Mínimo	Máximo
Edad (años)	24,10	4,04	19	32
Experiencia en ER (años)	5,57	3,10	4,5	13
Peso corporal (kg)	80,82	11,37	66,4	100,6
Estatura (m)	1,80	0,07	1,71	1,88
IMC (kg/m ²)	24,82	2,24	21,7	27,5

IMC: índice de masa corporal.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4, se informa acerca de los estadísticos descriptivos y los niveles de correlación intraclass alcanzados. En todos los ejercicios, la ecuación de Lander (1985) obtuvo diferencias estadísticamente significativas ($<0,05$) y una baja correlación ($\leq 0,50$) con respecto al método de 1RM. De la misma manera que la ecuación de Abadie et al., (1999) para los ejercicios de SEN, PB y PMu en donde se observa diferencias significativas y una correlación baja.

TABLA 4
Valores medios en 1RM y estimada por medio de ecuaciones de predicción de los sujetos evaluados

Método / ejercicio	SEN	PB	PMu	PMi
1 RM	104,91±42,67	100,21±21,44	119,64±37,85	65,73±18,15
Brzycki	103,92±42,93**	98,29±20,92**	116,91±37,73*	64,44±17,31*
O'Connor et al	103,91±42,93**	98,28±20,92**	116,90±37,73*	64,43±17,31*
Epley	107,60±44,95	102,78±21,69**	121,05±39,07*	66,72±17,92*
Lander	88,71±33,65 ^a	83,91±17,86 ^a	99,80±31,21 ^a	55,01±14,77 ^a
Cummings y Finn	106,84±43,84*	101,09±21,37**	120,10±38,53**	66,52±17,67*
Abadie	98,84±38,16 ^a	93,84±18,69 ^a	110,39±33,54 ^a	63,75±15,38*

^a = Diferencias estadísticamente significativas, $< 0,05$.

* = Buena correlación (0,71– 0,90).

** = Muy buena correlación ($\geq 0,91$).

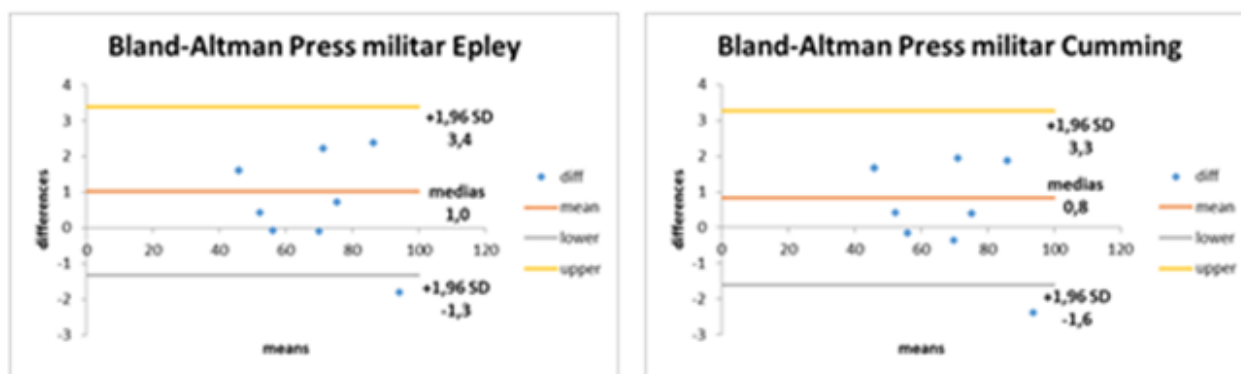
Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, se muestra muy buena correlación al usar las ecuaciones de Brzycki (1993) y O'Connor et al., (1989) para medir la fuerza de miembros inferiores en el ejercicio de SEN (CCI= 0.99), de la misma forma, muy buena correlación con la ecuación de Brzycki (1993), O'Connor et al., (1989), Epley (1995) y Cummings & Finn (1998), en la medición de fuerza de la parte delantera del tórax en el ejercicio PB, así

como se ha evidenciado muy buena correlación en la medición de fuerza del tronco y miembros inferiores para el PMu (CCI= 0.99) con la ecuación de Cummings & Finn (1998) (CCI= 0.95-0.99).

Además, se demuestran buenos niveles de correlación con la ecuación de Cummings & Finn (1998) para la SEN (CCI= 0.89), Brzycki (1993), O'Connor et al. (1989) y Epley (1995) para el ejercicio PMu (CCI= 0.85-0.89) y Brzycki (1993), O'Connor et al., (1989), Epley (1995), Cummings & Finn (1998) y Abadie et al., (1999) para el ejercicio PMi (CCI= 0.87-0.89). Asimismo, y de acuerdo al análisis gráfico presentado (fig. 1) para éste último ejercicio, se manifiesta una muy buena correlación empleando las ecuaciones de Epley (1995) y Cummings & Finn (1998), en donde estas ecuaciones predictivas alcanzaron un valor cercano al punto "0".

FIGURA 1
Gráfico Bland-Altman comparando las ecuaciones con mayor asociación con 1RM.



Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

El objetivo de éste trabajo fue conocer el nivel de asociación entre ecuaciones de predicción y el método de 1RM de cuatro ejercicios tomando como tope siete repeticiones en una muestra de individuos practicantes de ER en centros de musculación del noroeste de Uruguay.

En referencia al PB, se ha tratado de un ejercicio prácticamente de referencia para la validación de ecuaciones predictivas para 1RM (Lacio et al., 2010; Lins-Menêses et al., 2013; Richmond & Godard, 2004). Nuestros hallazgos se asemejan a los resultados del estudio de Lacio et al., (2010), en donde se ha empleado un grupo con características muy semejantes al nuestro y, coincidiendo en el empleo de las ecuaciones excepto la de Lander (1985), que en nuestro estudio reflejó importantes diferencias.

Asimismo, nuestros resultados concuerdan con el trabajo de Lins-Menêses et al., (2013) en donde la ecuación de O'Connor et al., (1989) mostró una correlación alta para el PB en particular, así como el trabajo de Nascimento et al., (2007) indicando un elevado coeficiente de correlación entre los promedios del test de 1RM con los valores predictivos de la ecuación de Brzycki (1993) ($r=0.99$). De igual manera, en el estudio de Hutchins & Gearhart (2010) la ecuación de Brzycki (1993) reporta una fuerte predicción para 1RM en el PB. Adicionalmente, se refleja cierta coincidencia en nuestro estudio con el de Guerra et al., (2014), corroborando que la ecuación de O'Conner et al., (1989) puede ser perfectamente empleada como medio de predicción de 1RM para el PB. Sin embargo, en el referido trabajo, muestra diferentes resultados que nuestro estudio con relación a la ecuación de Brzycki (1993) y Epley (1995), sin reflejar importantes coeficiente de correlación intraclass.

Por otro lado, instituciones como la American College Sports Medicine (Ratamess, 2015), aportan información de que test sub máximos de hasta 10 repeticiones proporcionan una mejor estimación de los valores de 1RM. En éste orden de ideas y similar a nuestros resultados, Whisenant et al., (2003), después de aplicar el test de fuerza máxima y posteriormente una carga fija en un grupo de 69 deportistas de la disciplina

de fútbol americano (18-24 años), evidenciaron que la ecuación de Brzycki (1993) (rango de repeticiones de 1 a 10) fue la que presentó un mayor nivel de correlación (0.89) (Whisenant et al., 2003). Este sugiere también la ecuación de Lander (1985) con un buen nivel de correlación, contrariamente a nuestros hallazgos que evidencian diferencias muy marcadas con la ecuación de Lander (1985) en referencia al rendimiento de la 1RM en todos los ejercicios empleados en nuestro estudio.

De la misma forma, Knutzen et al., (1999), analizaron la validez de cuatro ecuaciones de predicción (Brzycki, Epley, Lander y Mahew) en 51 adultos mayores mediante el test de 1RM y 7 a 10 RM en once ejercicios, comprobando que la ecuación predictiva de Brzycki (1993) fue la que presentó mayor coeficiente de correlación en siete de los once ejercicios desarrollados, entre ellos el PB ($r = 0.89$), sólo que se trató de una población diferente a la de éste estudio, además, para el estudio de Knutzen la toma fue supinada, en tanto que en el nuestro fue la toma de manera pronada. Estos autores sugieren que en test sub máximos de 7 a 10 repeticiones, la ecuación de Brzycki (1993) da una mayor estimación en comparación con las otras, resultado similar al de nuestro estudio con la limitante de las características anteriores, no obstante, varias ecuaciones de predicción lograron un potencial elevado para calcular 1RM en individuos jóvenes experimentados de acuerdo a nuestros resultados.

Por otra parte, Ware et al., (1995) indicaron errores de moderadamente grandes a grandes en la predicción de la fuerza en la SEN en jugadores de fútbol americano universitario, y concluyeron que las ecuaciones de Brzycki (1993), Epley (1995), Lander (1985) y Mayhew (1992) no eran aceptables para estimar la fuerza en la SEN para repeticiones hasta el fallo (Ware et al., 1995), caso contrario a nuestro trabajo en donde la ecuación de Brzycki (1993) ha mostrado tener una correlación muy buena.

Siguiendo con los planteamientos anteriores, se ha verificado que la ecuación de O'Conner et al., (1989) al parecer tiene una buena aplicabilidad para sujetos entrenados aparentemente sanos (Lacio et al., 2010; Lins-Menêses et al., 2013), estudiantes desentrenados (LeSuer et al., 1997), así como adultos (Knutzen et al., 1999), tal se ha evidenciado también en nuestro estudio. Adicionalmente, en el presente estudio se observó una tasa de error relativamente menor cuando la ecuación de Abadie et al., (1999) fue utilizada para estimar 1RM a partir de ejercicios que involucraban a grupos musculares más pequeños, por tanto, sería útil emplear ésta a futuro y verificar su potencial de predicción en ejercicios con grupos musculares pequeños, así como la ecuación de Epley (1995) que mostró poseer mejor estimativa en función del análisis gráfico Bland-Altman para el ejercicio PMi (fig. 1).

El uso de ecuaciones de predicción puede ser un método seguro siempre y cuando se realicen las vigilancias pertinentes en relación al ER, el tiempo de recuperación, la técnica de ejecución, o la ayuda necesaria. De acuerdo a nuestros resultados, el método de predicción permite obtener una estimación muy cercana a la 1RM sin la necesidad de producir una tensión muscular máxima, siendo una herramienta importante para los profesionales con respecto a la evaluación y prescripción del ER. En el mismo orden de ideas, se propone emplear el modelo predictivo en función del ejercicio que se quiera llevar a cabo: las ecuaciones de Brzycki (1993), O'Conner et al., (1989) y Cummings & Finn (1998) para la SEN, el PB y el PMi, y la ecuación de Cummings & Finn (1998) y Epley (1995) en el PMi. Por otro lado, también sugerimos el uso de otros métodos actuales para estimar 1RM en ejercicios lineales que, de acuerdo a la velocidad de desplazamiento de la carga, representa un enfoque de ER basado en la velocidad del movimiento empleando cargas submáximas y que han demostrado ser una alternativa válida y fiable para la predicción de 1RM, enfocado más en el ámbito de la optimización del rendimiento y su transferencia al campo.

REFERENCIAS

- Abadie, B. R., Altorfer, G. L., & Schuler, P. B. (1999). Does a Regression Equation to Predict Maximal Strength in Untrained Lifters Remain Valid When the Subjects Are Technique Trained? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 259–263. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1999\)0132.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1999)0132.0.CO;2)

- Artero, E., Lee, D., Lavie, C., España-Romero, V., Sui, X., Church, T., & Blair, S. (2012). Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 32(6), 351–358.
- Au, J. S., Oikawa, S. Y., Morton, R. W., MacDonald, M. J., & Phillips, S. M. (2017). Arterial Stiffness Is Reduced Regardless of Resistance Training Load in Young Men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(2). <http://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001106>
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2016). *Periodización del entrenamiento deportivo* (4ta ed.). Editorial Paidotribo.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing: predicting a one rep-max from repetitions to fatigue. *The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88–90.
- Chapman, P., Whitehead, J., & Binkert, R. (1998). The 225-lb reps-to-fatigue as a submaximal estimate of 1-RM bench press performance in college football players. *The Journal of Strength Cond Res*, 12, 258–261.
- Coburn, J., & Malek, M. (2014). *Manual NSCA, fundamentos del entrenamiento personal*. Editorial Paidotribo.
- Cummings, B., & Finn, K. (1998). Estimation of a one repetition maximum bench press for un-trained women. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(4), 262–265.
- Epley, B. (1995). *Poundage chart: Boyd Epley workout* (U. of Nebraska (ed.)).
- Filho, J. L., Aniceto, R. R., Neto, G. R., Pereira, E., Araújo, A., Araújo, J. P., & Sousa, M. D. S. C. (2014). Validade de equações preditivas de 1-RM em atletas de MMA. *Motricidade*, 10(4), 47–55.
- Guerra Filho, J. L., Aniceto, R. R., Neto, G. R., Neto, E. P., De Araújo, A. T., Araújo, J. P., & Sousa, M. D. S. C. (2014). Validade de diferentes equações de predição da carga máxima em atletas de artes marciais mistas. *Motricidade*, 10(4), 47–55. [https://doi.org/10.6063/motricidade.10\(4\).2948](https://doi.org/10.6063/motricidade.10(4).2948)
- Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., Macera, C. A., Heath, G. W., Thompson, P. D., & Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *In Circulation*, 116(9). <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185649>
- Hernández Sampieri, Roberto; Baptista Lucio, P., & Fernández Collado, C. (2010). Metodología de la Investigación. In *McGraw-Hill Interamericana*. McGraw-Hill Interamericana.
- Hutchins, M., & Gearhart, R. (2010). Accuracy of 1-RM Prediction equations for the bench press and biceps curl. *Journal of Exercise Physiology Online*, 13(3), 32–39. <https://doi.org/10.1097/00005768-200205001-00200>
- Knutzen, K. M., Brilla, L. R., & Caine, D. (1999). Validity of 1RM Prediction Equations for Older Adults. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 242–246. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1999\)0132.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1999)0132.0.CO;2)
- Kraemer, W. ., Ratamess, N. A., Fry, A. ., & French, D. N. (2006). Strength training: Development and evaluation of methodology. In P. Maud & C. Foster (Eds.), *Physiological Assessment of Human Fitness* (pp. 119–150). Human Kinetics.
- Lacio, M. L., Damasceno, V. O., Vianna, J. M., Lima, J. R. P., Reis, V. M., Brito, J. P., & Fernandes Filho, J. (2010). Precisão das equações preditivas de 1-RM em praticantes não competitivos de treino de força. *Motricidade*, 6(3), 30–37. [https://doi.org/10.6063/motricidade.6\(3\).143](https://doi.org/10.6063/motricidade.6(3).143).
- Lander, J. (1985). Maximum based on reps. *National Strength Conditioning Association Journal*, 6(6), 60–61.
- Latour, J., Abaira, V., Cabello, J., & López, J. (1997). Métodos de Investigación en Cardiología (IV). Las Mediciones clínicas en cardiología: validez y errores de medición. *Revista Española de Cardiología*, 50, 117–128.
- LeSuer, D. A., McCormick, J. H., Mayhew, J. L., Wasserstein, R. L., & Arnold, M. D. (1997). The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance in the bench press, squat, and deadlift. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(4), 211–213. <https://doi.org/10.1519/00124278-199711000-00001>
- Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D., & Selig, S. (2009). The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(2), 310–316. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.007>

- Lins-Menêses, A., et al. (2013). Validade das equações preditivas de uma repetição máxima varia de acordo com o exercício realizado em adultos jovens treinados. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 18(1), 95–104. <https://doi.org/10.12820/2317-1634.2013v18n1p95>
- Nascimento, M., et al. (2007). Validação da equação de Brzycki para a estimativa de 1-RM no exercício supino em banco horizontal. *Rev Bras Med Esporte*, 13(1), 40e-42e.
- O'Conner, B., Simmons, J., & O'Shea, P. (1989). *Weight training today*. West Publisher.
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Ratamess, N. (2015). *Manual de la fuerza y el acondicionamiento físico*. Editorial Paidotribo, España.
- Richmond, S. R., & Godard, M. P. (2004). The effects of varied rest periods between sets to failure using the bench press in recreationally trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 846–849. <https://doi.org/10.1519/14833.1>
- Society, C. (2002). Physical activity readiness questionnaire. En *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*.
- Ware, J. S., Clemens, C. T., Mayhew, J. L., & Johnston, T. J. (1995). Muscular endurance repetitions to predict bench press and squat strength in college football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9, 99–103. <https://doi.org/10.1519/00124278-199505000-00008>
- Whisenant, M. J., Panton, L. B., East, W. B., & Broeder, C. E. (2003). Validation of submaximal prediction equations for the 1 repetition maximum bench press test on a group of collegiate football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), 221–227.