

ECUACIÓN DE PREDICCIÓN PARA EJERCICIOS CON PESOS LIBRES EN MIEMBRO SUPERIOR EN JOVENES ACTIVOS

Prediction equation for exercises with free weights in upper limb in young people.

ARTICULO ORIGINAL

Ricardo Sandoval-Martínez^{1,2}, Mario Hernández-Campodónico¹, Sebastián Farias-Pavez², Jorge Jorquera-Muñoz², José Caro-San Juan¹, Lucía Illanes-Aguilar⁵, Esteban Aedo-Muñoz^{1,3,4}

¹Departamento de Educación Física, Deportes y Recreación, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago, Chile; ²Programa de Magíster en Entrenamiento Deportivo, Universidad Mayor, Chile; ³Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Santiago, Chile; ⁴Departamento de Educación Física, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile; ⁵Facultad de Educación, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile.

PALABRAS CLAVE

Fuerza muscular
Press banco
Levantamiento de peso
Miembro superior

RESUMEN

Introducción: En el entrenamiento con pesos libres existen muchas metodologías para entrenar, test para hacer tales ejercicios o para saber qué pesos levantar, pero escasamente como se extrapolan los pesos de un ejercicio primario a ejercicios secundarios. El objetivo del estudio fue desarrollar una ecuación de predicción, utilizando la Repetición Máxima (RM) del Press Banco Plano (PBP) como mecanismo para determinar los pesos máximos de otros cinco ejercicios en jóvenes activos. **Material y Método:** Se realizó un diseño no experimental transeccional con alcance descriptivo-correlacional con una muestra fue de 15 estudiantes universitarios 23,4±2,23 años, los cuales poseen un grado de experiencia en los ejercicios con pesos libres; este trabajo se realizó con el fin de predecir los pesos máximos a levantar en 5 ejercicios de miembro superior (jalón al pecho, press francés, curl de bíceps, curl de antebrazos y press militar) a partir de un ejercicio, Press Banca Plano (PBP). El análisis estadístico se desarrolló a través de un estudio descriptivo integrando estadígrafos de tendencia central y de varianza, posteriormente el estudio inferencial se inició con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk lo que determino utilizar una prueba de correlación de Pearson(r) para estimar el nivel de asociación y una regresión lineal simple para evaluar el nivel de predicción en las ecuaciones. **Resultados:** Se encontró una correlación entre el ejercicio de PBP y los ejercicios derivados, siendo reflejado en 5 ecuaciones diferentes, una para cada ejercicio. **Conclusión:** Se obtuvo una propuesta para extrapolar cargas a partir del PBP considerando cinco ejercicios de fuerza para miembro superior. Esta propuesta facilita en precisión, tiempo y práctica el cálculo de la fuerza en base a un ejercicio de PBP que actúa como predictor para otros ejercicios secundarios de fuerza.

ABSTRACT

Introduction: : In training with free weights there are many methodologies to train, test to do such exercises or to know what weights to lift, but scarcely how we extrapolate the weights of a primary exercise to secondary exercises. The aim of the study was to develop a prediction equation, using the Maximum Repetition (RM) of the Bench Press (PBP) as a mechanism to determine the maximum weights of another five exercises in active young people. **Materials and Methods:** A non-experimental transeccional design with descriptive-correlational scope with 15 university students 23.4 ± 2.23 years old, who possess a degree of experience in weights exercises; this work was did with proposit in predict the maximum weights in 5 upper limb exercises (chest pull, french press, biceps curl, forearm curl and military press) from an exercise, Bench Press (PBP). The statistical analysis was developed through a descriptive study integrating statistics of central tendency and variance, then the inferential study started with the Shapiro-Wilk normality test, which determined to use a Pearson test(r) to estimate the association level and a simple linear regression to evaluate the prediction level in the equations. **Results:** A correlation was found between the PBP exercise and the derived exercises, being reflected in 5 different equations, one for each exercise. **Conclusion:** This proposal was obtained to extrapolate loads from the PBP taking into account five strength exercises for the upper limbs. This approach facilitates precision, time and practice of the calculation of force based on PBP exercise acts as a predictor for other secondary strength exercises.

KEYWORDS

Muscle Strength
bench press
weight lifting
upper limb

Recibido:
Mayo, 2017
Aceptado:
Julio, 2017

Dirección para correspondencia:

Esteban Ariel Aedo-Muñoz. Laboratorio de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Santiago, Chile. e-mail: esteban.aedo@usach.cl

Cita: Sandoval-Martínez, R., Hernández-Campodónico, M., Farias-Pavez, S., Jorquera-Muñoz, J., Caro-San Juan, J., Illanes-Aguilar, L., Aedo-Muñoz, E. Ecuación de Predicción para ejercicios con Pesos Libres en miembro superior en Jóvenes Activos. Rev horiz cienc act fís. 2017; (8)1: 10-16

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento deportivo es un proceso complejo a través del cual un deportista puede, partiendo de su potencial genético, conseguir un determinado nivel de rendimiento, mediante los procesos de adaptación del organismo ^(1, 2). El entrenamiento deportivo está sometido a una serie de principios que deben ser tomados en cuenta al momento de planificar cualquier estructura temporal ⁽³⁾. Para desarrollar estos principios existen distintas estrategias, tales como el entrenamiento mental y físico. La condición física es parte prioritaria del proceso deportivo, la cual se divide en elementos básicos; fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad ⁽⁴⁾, y además está relacionada con la salud cardiovascular mediante su asociación con la resistencia y fuerza junto con la mejora de la salud ósea a través del desarrollo de la velocidad y agilidad ^(5, 6). Dentro de las cualidades físicas la que mayor importancia está presentando en el último tiempo es la fuerza, siendo esta la capacidad del sistema neuromuscular para superar obstáculos, contrarrestarlos o sostenerlos ⁽⁷⁾. Con el propósito de poder desarrollar el máximo potencial de fuerza de un deportista, la fuerza dinámica máxima asoma como una de las más relevantes en este aspecto, manifestando una fuerte relación con la capacidad neuromuscular de efectuar una contracción voluntaria máxima contra una resistencia, la que se expresa en Newton y se regularmente se evalúa en Kilogramos ⁽⁸⁾. La fuerza máxima está vinculada con la dosificación de cargas de entrenamiento y se determina mediante una o más repeticiones del ejercicio ⁽⁹⁾. En la actualidad para obtener cálculos de fuerza

máxima existen distintos métodos, los cuales se denominan test de fuerza máxima o test de extrapolación de fuerza máxima, estos instrumentos corresponden a test sub-máximas. Existen en la actualidad ecuaciones de extrapolación muy utilizadas ⁽¹⁰⁻¹²⁾, que se detallan en tabla 1.

Tabla 1. Ecuaciones en miembro superior

Lander	% 1RM = 101,3-2,67123 x repeticiones hasta el fallo.
Bryzcki	% 1RM = 102,78 - 2,78 x repeticiones hasta el fallo.
O'Connor	% 1RM = 0,025 (peso levantado x repeticiones al fallo) + peso levantado.

Adaptado de Suarez ⁽¹³⁾

El objetivo del estudio busca desarrollar una ecuación de predicción, utilizando la Repetición Máxima (RM) del Press Banco Plano (PBP) como mecanismo para determinar los pesos máximos de otro cinco ejercicios; Curl de Antebrazos (CA), Press Militar (PM), Press Francés (PF), Curl de Bíceps (CB) y Jalón al Pecho (JP).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un diseño no experimental transversal con alcance descriptivo-correlacional, utilizando una muestra de 15 varones universitarios 23,4±2,23 años de edad, experiencia de 52±14,8 meses en ejercicios con pesos libres y sin sufrir ninguna enfermedad y/o lesión que los inhabilite en la realización de las pruebas dentro de un periodo de 5 meses a contar de la fecha de registro. Los sujetos se sometieron a un test progresivo en los ejercicios; PBP, CA, CB, PF, PM y JP, el ejercicio de PBP se realizó con un ancho de tomada similar a la distancia biacromial ⁽¹⁴⁾.

Realizaron de 8+/-2 series, de las cuales: la 1° y 2° serie deberían realizarse con pesos ligeros del 30 al 45%, la 3° y 4° serie con pesos medios entre el 50 al 65%, la 5° y 6° serie con pesos medios-altos entre el 70% al 80%, posteriormente la 7° y 8° serie con pesos sub-máximos y máximos, entre el 85% y el 95% o 100% ^(15, 16). Todos estos procedimientos de evaluación se realizaron respetando la ética de la investigación y derechos de los participantes, mediante los consentimientos informados, según detalla declaración de Helsinki ⁽¹⁷⁾.

Estadística

El análisis estadístico se desarrolló a través de un estudio descriptivo integrando estadígrafos de tendencia central y de varianza, posteriormente el estudio inferencial se inició con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk lo que determino utilizar una prueba de correlación de Pearson(r) para estimar el nivel de asociación y una regresión lineal simple para evaluar el nivel de predicción en las ecuaciones.

RESULTADOS

Se realizó un análisis de los ejercicios PBP, CA, CB, PF, PM y JP mediante un estudio descriptivo e inferencial. El primero para contextualizar las condiciones de aplicación de la propuesta de extrapolación planteada, mientras que el estudio inferencial, para verificar el nivel de relación, incidencia y relevancia de las variables de carga levantadas por los sujetos, además de la obtención de coeficientes y constantes de las ecuaciones de extrapolación o predicción.

Se aplicó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, posteriormente la prueba de correlación de Pearson(r), para medir el nivel de relación existente entre las variables, PBP con los demás ejercicios, donde el coeficiente más bajo es $r=0,152$ que es la relación con el CA, mientras que el coeficiente de correlación más alto es $r=0,711$ que corresponde a PM. Por lo tanto la correlación es significativa para la mayoría de los ejercicios, siendo el CA el menos significante según se observa en tabla 2.

Tabla 2. Correlación y determinación entre PBP y ejercicios de miembro superior.

Ejercicios	Press Banco Plano
Curl de Antebrazos (53,06±5,72 Kg.)	$r = 0,152$ $r^2 = 0,023$
Press Militar (52,66±7,4 Kg.)	$r = 0,711$ $r^2 = 0,506$
Press Francés (40,73±6,68 Kg.)	$r = 0,535$ $r^2 = 0,286$
Curl de Bíceps (35,06±5,7 Kg.)	$r = 0,560$ $r^2 = 0,314$
Jalón al Pecho (51,4±5,03 Kg.)	$r = 0,545$ $r^2 = 0,297$

Ante los procedimientos expuestos, y la validez para realizar la extrapolación de los ejercicios en base al PBP se realizó regresión lineal, para hacer la estimación con un modelo ajustado de la forma $Y=B_0 + B_1 * X$.

Las ecuaciones se tienen que ajustar a la forma anteriormente propuesta para lo cual se obtuvieron B_0 y B_1 que son las constantes y coeficientes respectivas de cada ejercicio, ya que X es el predictor, más bien entendido como el peso levantado de PBP (kg levantados) por el sujeto en una repetición máxima (1RM). Por lo cual Y vendría siendo la extrapolación de PBP al ejercicio que se está buscando establecer su RM. Al tratarse de un método de

extrapolación en base a la predicción de un ejercicio, como lo es el PBP, es que se valió de la regresión lineal para tal efecto. La ecuación de cada ejercicio se tiene que adoptar a la forma $Y=B_0+B_1*X$.

Al realizar la regresión lineal entre el PBP y cada ejercicio, B_0 y B_1 se obtienen:

Donde el valor de:

- B_0 : es la constante en B (constante)
- B_1 : es el PBP en B (coeficiente)

Por tanto las ecuaciones de valor real y estimado para cada ejercicio se muestran en tabla 3.

Tabla 3. Resumen con ecuaciones predictivas.

Ejercicio a extrapolar	Ecuación	Fórmula
Curl de Antebrazos ⁺	$\hat{Y} = 48,173 + (0,056)X$	RM CA (Kg)=48,173+(0,056)*RM PBP (Kg)
Press Militar ⁺⁺⁺	$\hat{Y} = 23,070 + (0,338)X$	RM PM (Kg)=23,070+(0,338)*RM PBP (Kg)
Press Francés ⁺⁺	$\hat{Y} = 20,650 + (0,230)X$	RM PF (Kg)=20,650+(0,2309)*RM PBP (Kg)
Curl de Bíceps ⁺⁺	$\hat{Y} = 17,109 + (0,205)X$	RM CB (Kg)=17,109+(0,205)*RM PBP (Kg)
Jalón al Pecho ⁺⁺	$\hat{Y} = 35,955 + (0,177)X$	RM JP (Kg)=35,955+(0,177)*PBP (Kg)

Repetición Máxima (RM) – Curl de Antebrazos (CA) – Press Militar (PM) – Press Francés (PF) – Curl de Biceps (CB) – Jalón al Pecho (JP) - +Baja relación; ++Media relación; +++Fuerte relación.

DISCUSIÓN

La evaluación de la fuerza, ya sea submaximal o maximal, es un aspecto pertinente y relevante a considerar para la mejora deportiva, sea cual sea la manifestación a tratar dentro del entrenamiento ⁽¹⁸⁾.

El PBP es un ejercicio relacionado con la fuerza de miembro superior, cumpliendo con aspectos prácticos en distintas formas de evaluación, por tanto, posee un nivel de utilidad relevante para extrapolar el

comportamiento de las cargas estimadas hacia otros ejercicios del miembro superior, debido a la interacción entre músculos agonistas y antagonistas, manifestada por la producción de fuerza y velocidad angular conjunta ⁽¹⁹⁾, inclusive independiente de la longitud de los segmentos corporales del miembro inferior ⁽²⁰⁾, sin embargo algunos autores manifiestan que el uso de press banco guiado o maquina smith sería mucho más fiable como ejercicio de evaluación que el press banco libre ⁽²¹⁾, además de colocar en duda las ecuaciones submaximales que se utilizan para alcanzar el RM en el ejercicio de PBP ⁽²²⁾. Pero escasos estudios explican cómo se extrapola el PBP hacia el resto de los ejercicios del tren superior

⁽¹⁹⁾. El PBP es clasificado como un ejercicio primario en el miembro superior del cual se extrapolan las cargas en función de la correlación existente a los otros ejercicios ⁽²³⁾. La participación de los grupos musculares menores dentro del ejercicio PBP se manifiestan en la coactivación agonista-antagonista de cada uno de estos en las fases del movimiento, permitiendo desprender su nivel de relación. La mayor parte de las correlaciones que se obtuvieron fueron de mediana intensidad, determinando una correlación baja $r=0,152$ (PBP/CA), mediana $r=0,535$ (PBP/PF), $r=0,545$ (PBP/JP) y $r=0,560$ (PBP/CB), mientras que solo un ejercicio alcanzo una alta correlación $r=0,711$ (PBP/PM), en otro estudio de Wong et al. ⁽¹⁹⁾, se encontraron correlaciones altas para CB ($r=0,9$) y PM ($r=0,87$) en estudiantes universitarios asiáticos.

CONCLUSIÓN

Se obtuvo una propuesta para extrapolar cargas a partir del PBP considerando cinco ejercicios de fuerza para miembro superior. El ejercicio PBP está relacionado de manera media con los ejercicios CB, JP y PF, mientras que con el ejercicio PM esta relación es alta. Esta propuesta facilita en precisión, tiempo y práctica el cálculo de la fuerza en base a un ejercicio de PBP que actúa como predictor para otros ejercicios secundarios de fuerza. Estas ecuaciones son para sujetos activos y entrenados deportivamente con pesos libres, según detalla la muestra utilizada.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores expresan que no hay conflictos de interés al redactar el artículo

REFERENCIAS

1. Henriksen K, Stambulova N, Roessler KK. Holistic approach to athletic talent development environments: A successful sailing milieu. *Psychology of Sport and Exercise*. 2010;11(3):212-22.
2. Vlahovich N, Fricker PA, Brown MA, Hughes D. Ethics of genetic testing and research in sport: a position statement from the Australian Institute of Sport. *Br J Sports Med*. 2016;bjsports-2016-096661.
3. Bernal-Reyes F, Peralta-Mendivil A, Gavotto-Nogales HH, Placencia-Camacho L. PRINCIPIOS DE ENTRENAMIENTO DEPORTIVO PARA LA MEJORA DE LAS CAPACIDADES FÍSICAS. *Biotechnia*. 2014;16(3):42-9.
4. Grosser M, Starischka S, Zimmermann E. Principios del entrenamiento deportivo: teoría y práctica en todas las especialidades deportivas: Martínez Roca; 1988.
5. Siff MC, Verkhoshansky Y. Superentrenamiento: Editorial Paidotribo; 2004.
6. Valdes P, Yanci J. Análisis de la condición física, tipo de actividad física realizada y rendimiento académico en estudiantes de educación secundaria. *Retos Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*. 2016(30):64-9.
7. Boeckh-Behrens W-U, Buskies W. Entrenamiento de la fuerza: Editorial Paidotribo; 2004.
8. Aullana Ibáñez J. Aclaración de términos y conceptos utilizados en el entrenamiento de la fuerza explosiva. 2015.
9. i Obrador EMS, Sebastiani EM, Barragán CAG. Cualidades físicas: Inde; 2000.
10. Brzycki M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*. 1993;64(1):88-90.
11. MAXIMUM BASED ON REPS. *Strength & Conditioning Journal*. 1984;6(6):60-.
12. O'Connor R, O'Connor B, Simmons J, O'Shea P. *Weight training today*: Thomson Learning; 1989.
13. Suarez F, Chaparro R, Ruiz J. Comparación de las fórmulas indirectas y el método de Kraemer y Fry para la determinación de la fuerza dinámica máxima

en press banco plano. EFDeportes com, Revista Digital. 2013.

14. Naclerio Ayllón F. Entrenamiento Deportivo Fundamentos y Aplicaciones en diferentes deportes: Editorial Médica Panamericana; 2011.

15. D Isep R, Gollin M. Il recupero nell'allenamento con sovraccarichi. SDS. 2002;21(54):54-8.

16. Naclerio-Ayllón F, Jiménez-Gutiérrez A, Forte-Fernández D, Benito-Peinado P. Relación del peso máximo con la fuerza aplicada y la potencia producida en un test creciente, en el ejercicio de press de banca plano con barra libre, en levantadores. Apunts: Educación Física Y Deportes. 2006;4:63–70.

17. Manzini JL. Declaración de Helsinki: principios éticos para la investigación médica sobre sujetos humanos. Acta bioethica. 2000;6(2):321-34.

18. Brown LE. Entrenamiento de la fuerza: Ed. Médica Panamericana; 2008.

19. Wong DP, Ngo K-L, Michael AT, Smith AW. Using bench press load to predict upper body exercise loads in physically active individuals. Journal of sports science & medicine. 2013;12(1):38.

20. Nacleiro-Ayllon F. Variables a Considerar para Programar y Controlar las Sesiones de Entrenamiento de Fuerza. PubliCE (<http://www.Sobreentrenamiento.com/PubliCE/Home.asp>). 2008;3(12):08.

21. Jaimes M, Bautista I, Chiroso I, Arguelles J, Monje J, Chiroso L. Análisis cinético y cinemático del press de banca en dos situaciones de evaluación: press banca libre vs press banca máquina smith. Proyecto piloto. E-

balonmano com: Revista de Ciencias del Deporte. 2012;8(2).

22. Martínez-Cava A, Morán-Navarro R, Pallarés JG. Análisis de la validez de las ecuaciones de estimación del 1RM con técnica de parada: una nueva propuesta. SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte. 2017;6(2):101-14.

23. Padulo J, Laffaye G, Chaouachi A, Chamari K. Bench press exercise: the key points. J Sports Med Phys Fitness. 2015;55(6):604-8.