

EL USO DE VARIABLES BIOMÉTRICAS Y MECÁNICAS EN MODELOS DE PREDICCIÓN PARA EL CÁLCULO DE UNA 1RM EN PRESS DE BANCA

MARCO FREDY JAIMES LAGUADO*
PROFESOR UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
DOCTOR EN NUEVAS PRESPECTIVAS DE INVESTIGACION
mafrejala@hotmail.com

CARLOS GUSTAVO ENCISO MATTOS ***
Profesor de la universidad de pamplona
Magister en gerencia Educacional
carlosenciso@unipamplona.edu.co

MAGDA MILENA CONTRERAS JÁUREGUI **
Profesora Universidad de Pamplona
Magister en Orientación Vocacional
dto@unipamplona.edu.co
Grupo de investigación :DIDOH

.....
Artículo Recibido 24 de mayo del 2013 y aceptado para su publicación el 18 de julio del 2013.

Se considera un artículo T1 de investigación

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue desarrollar un modelo predictivo biométrico-funcional para el cálculo de la 1RM en press de banca, que pueda ser utilizado para la prescripción de programas de entrenamiento en diferentes poblaciones. Para ello 47 participantes, estudiantes varones de educación física (Edad $22,55 \pm 1,81$ años; Talla $176,39 \pm 5,5$ cm; Peso $72,47 \pm 6,5$ Kg; Porcentaje grasa $14,11 \pm 3,5$; Porcentaje muscular $60,88 \pm 8,5$), fueron evaluados en press de banca horizontal en pórtico guiado mediante un test de cargas progresivas hasta alcanzar su 1RM en dos situaciones de agarre 90° y 105° . Las variables biométricas tomadas fueron pliegues cutáneos (bíceps, tríceps, pectoral), circunferencias (pecho, brazo relajado, brazo contraído y muñeca), diámetros (biacromial, bicondilo del húmero y biestiloideo) y porcentajes grasa y muscular. Tras análisis de regresión lineal múltiple se obtuvieron cuatro modelos predictivos. Dos de los modelos aceptaron las variables biométricas y mecánicas, relacionadas con la distancia de agarre, $R^2 = 0.73$ para la situación de 90° y de $R^2 = 0.75$ para la de 105° . Los otros dos modelos solo se construyeron con variables biométricas, $R^2 = 0.69$ para la situación de 90° y de $R^2 = 0.70$ para la de 105° . Como conclusión principal el modelo predictivo biométrico-funcional obtenido es útil para su aplicación en la prescripción de entrenamiento de la fuerza en press de banca horizontal en una muestra de deportistas jóvenes con diferente nivel de condición física.

Palabras Clave: Press de Banca, Ecuaciones Predictivas, 1RM, Variables Biométricas

ABSTRACT

The aim of this research was to develop a predictive model for biometric-functional calculation of 1 RM bench press, which can be used to design training programs for different populations. Forty-seven male physical education students (age 22.55 ± 1.81 years, height 176.39 ± 5.5 cm, weight 72.47 ± 6.5 kg, 14.11 ± 3.5 percent body fat ; muscle Percentage 60.88 ± 8.5) were evaluated in the horizontal guided bench press in a progressive load test up to 1RM in two situations grip 90° and 105° . Several biometric variables were measured, including skinfolds (biceps, triceps and pectoral), circumferences (chest, arm relaxed, arm contracted and wrist), diameters (biacromial, bicondylar, humerus, biestiloideo) and muscle and fat percentages. After multiple linear regression analysis four predictive models were obtained. Two of the models used biometric and mechanical variables, related to grip distance, $R^2 = 0.73$ for 90° and $R^2 = 0.75$ for 105 degrees. The other two models used only with biometric variables, $R^2 = 0.69$ for the 90° width grip and $R^2 = 0.70$ for 105 degrees. We conclude that the biometric-functional predictive model obtained is useful for application in the prescription of strength training on horizontal bench press in a sample of young athletes with different levels of fitness. **Key Words:** Bench Press, Predictive Equation, 1RM, Biometric Variable

1. INTRODUCCIÓN

Los test de fuerza máxima son cada vez más utilizados para determinar el nivel, no solo de rendimiento, sino de salud en diferentes poblaciones. En las últimas décadas se han realizado numerosos estudios para conocer de forma indirecta la FDM (Berger, 1961; Brzycki, 1993; Materko & Santos, 2009; Mayhew et al., 2002). Conocer este valor es muy útil para poder prescribir entrenamiento de una forma más segura y eficaz. Poder aplicar estímulos que cumplan el principio de intensidad óptima del entrenamiento es fundamental, sobre todo cuando se está comenzando un programa de acondicionamiento físico general en principiantes. Un test de 1RM sería contraproducente e impropio, pues difícilmente en este estadio podrían manifestar su FDM. Es en este tipo de sujetos donde más precauciones hay que tomar, más aún si se trata de jóvenes (Mayhew, Kerksick, Lentz, Ware, & Mayhew, 2004; Prinstler, Mayhew, Arabas, Ware, & Bembem, 1993), o por el contrario, adultos de avanzada edad (Wood, Maddalozzo, & Harter, 2002). Igualmente ocurriría con atletas entrenados cuando inician la pretemporada, donde se encuentran totalmente desadaptados.

El test de 1RM puede ser utilizado para evaluar la FDM en ejercicios multiarticulares (Press de Banca, Sentadilla o Prensa Atlética, Jalones o Remo, Press Militar) (Abadie & Wentworth, 2000; LeSuer, McCormick, Mayhew, Wasserstein, & Arnold, 1997; Mayhew et al., 2002; Ware, Clemens, Mayhew, & Johnston, 1995). En ejercicios uniarticulares como la extensión de piernas en máquina o el curl de bíceps también ha sido estudiado (Abadie & Wentworth, 2000; Dohoney, Chromiak, Lemire, Abadie, & Kovacs, 2002).

En el tren superior el press de banca ha sido el ejercicio más utilizado en diversos estudios para la evaluación de la FDM (Whisenant, Panton, East, & Broeder, 2003). Las estrategias para conocer este valor de fuerza se han basado en la determinación de fórmulas de predicción lineal y no lineal. Estas han sido calculadas a partir del uso de repeticiones hasta la fatiga total (RFT) con cargas submáximas (ver Tabla 1).

Nota: rep = número de repeticiones hasta el fallo muscular, kg = carga submáxima levantada por repetición.

En las ecuaciones que utilizan las RFT, el peso desplazado ha sido establecido bien de forma aleatoria, o bien se ha buscado mover cargas que permitiesen llegar a 5 RM, 10RM o 20RM (Tabla 1. Ecuaciones diseñadas para la estimación de la 1RM & Robergs, 2006). Existe también trabajos

Autor/es	Ecuación
Brzycki (1993)	$1RM = kg / (1,0278 - 0,0278 * rep)$
Epley (1985)	$1RM = (0,33 * rep) * kg + kg$
Lander (1985)	$1RM = kg / (1,013 - 0,0267123 * rep)$
Lombardi (1989)	$1RM = (rep - 0,1) * kg$
Mayhew et al. (1992)	$1RM = kg / (52,2 + 41,9e - 0,55 * rep) / 100$
O'Connor et al. (1989)	$1RM = (0,025 * rep * kg) + kg$
Wathen (1994)	$1RM = kg / (48,8 + 53,8e - 0,075 * rep) / 100$

que utilizan el NFL- 225 test que relacionan el número de RFT para predecir la 1RM (Hetzler, Schroeder, Wages, Stickley, & Kimura, 2010; Mayhew et al., 1999; Whisenant et al., 2003). Estas ecuaciones están limitadas al perfil de jugadores de las ligas de fútbol americano en sus diferentes categorías.

Gracias al avance tecnológico y a la posibilidad de utilizar encoders lineales, se utilizan parámetros cinemáticos para predecir ciertos valores de fuerza. Tomando la velocidad de desplazamiento de una carga submáxima se puede predecir el 1RM mediante una ecuación lineal (valor R) (Jidovtseff, Harris, Crielaard, & Cronin, 2011). En otros estudios se han utilizado medios menos sofisticados y para ello se han evaluado el número de flexiones de brazos (push-ups) en un minuto, o las flexiones hasta la fatiga total (Guenther, 2009; Mayhew, Ball, Arnold, & Bowen, 1991).

La precisión de las ecuaciones fluctúa según el número de RFT ejecutadas en el test.

Muchas ecuaciones tienen como objetivo que las repeticiones hasta el fallo muscular estén por debajo de las diez. De esta forma, estos test no dejan de evaluar manifestaciones de fuerza dinámica máxima, y no pasarían a ser pruebas de resistencia de fuerza (Guenther, 2009). Otro factor que afecta a la precisión de las ecuaciones es el tipo de sujetos estudiados así como su nivel de entrenamiento. La mayoría de las ecuaciones son más precisas cuando no se superan las 10RM (Brzycki, 1993; LeSuer et al., 1997; Lombardi, 1989; Mayhew et al., 2011). Para aumentar la precisión de estas se han utilizado modelos mixtos en los que introducía factores antropométricos (Hetzler et al., 2010; Mayhew et al., 2004).

Estudios realizados por (Mayhew, Piper, & Ware, 1993), aplican variables antropométricas como peso, talla, porcentaje de grasa corporal, porcentaje muscular, y repeticiones hasta la fatiga con pesos submáximos. En esta misma línea Cummings y Finn, (1998), comparan tres modelos de predicción para 1RM en press de banca, aplicando variables antropométricas como talla, masa, y la longitud del brazo, circunferencia del brazo, la amplitud biacromial y el pliegue cutáneo del tríceps.

Como se puede observar tras todas las investigaciones analizadas, en todas se han utilizado cargas submáximas, y se ha buscado alcanzar un número de repeticiones máximas para poder predecir un valor de FDM. Un factor que no se ha tenido en cuenta es la forma de

ejecución. La dispersión tan grande existente en cuanto a resultados puede ser debido a no tener un criterio universal estandarizado. De tal forma que se debe hablar de velocidades de ejecución, en ningún estudio excepto en el de (Jidovtseff et al., 2011) se habla de este aspecto tan determinante, de colocación de los segmentos con respecto a la barra, pocos estudios explican cuál era la distancia entre los agarres, y tampoco se mencionaba hasta qué altura del pecho llevaba la barra, con respecto a la ubicación relacionada con la escotadura yugular o apófisis xifoides.

El enfoque de esta investigación se basa en la predicción de la 1RM teniendo en cuenta valores antropométricos y colocación de segmentos según la ubicación del agarre a 90° o 105°. Otra novedad del modelo sería incluir la distancia teniendo en cuenta la amplitud entre los agarres. Se quiere desarrollar un modelo de predicción que permita a entrenadores e investigadores establecer valores máximos de referencia, en función de valores biométricos y mecánicos. Por este motivo el objetivo de esta investigación es establecer un modelo predictivo biométrico-funcional, que pueda ser utilizado para la prescripción de programas de entrenamiento en poblaciones tanto con diferente nivel de experiencia en el gesto de press de banca, como con distinto nivel de condición física. Igualmente se pretende conocer si con sólo variables antropométricas sin test de fuerza máxima hasta la fatiga total se puede predecir la 1RM.

2. DESARROLLO METODOLOGICO

Método

Sujetos

Cuarenta y siete sujetos varones voluntarios pertenecientes a la Facultad de Ciencias de la Educación Física y Deporte de la Universidad de Granada (Edad 22,55 ± 1,81 años; Talla 176,39 ± 5,5 cm; Peso 72,47 ± 6,5 Kg; Porcentaje grasa 14,11 ± 3,5; Porcentaje muscular 60,88 ± 8,5) realizaron un test de cargas progresivas hasta llegar al 1RM en el ejercicio de press de banca plano en máquina Smith. La muestra fue dividida en dos grupos,

uno que era capaz de levantar una vez su peso corporal ($G_{1>BW} = 21$) y el resto que no lo conseguía ($G_{2<BW} = 26$). Todos los sujetos fueron instruidos previamente para que no realizaran ejercicio 48 horas previas a la prueba, los test se llevaron a cabo después de leer y firmar un consentimiento informado.

Procedimiento

Todas las mediciones se llevaron a cabo durante dos sesiones separadas cada una por una semana. Los participantes acudieron al

Laboratorio ubicado en la Facultad del Deporte (Universidad de Granada), inicialmente se tomaron los datos biométricos. Una vez tomadas estas medidas se procedió a ubicar los agarres en la barra del pórtico donde se iba a realizar la investigación. En nuestro caso, utilizamos el ángulo formado por el brazo y el antebrazo para diferenciar los agarres de 90° y de 105°, a partir de la misma posición en la que se midió la envergadura.

Para evitar los efectos de la fatiga, se dejaron descansos entre cada una de las series realizadas. Estos descansos comprendían desde periodos de 3 minutos, para velocidades de la barra superiores a 0,5 m/s, y descansos de 5 minutos para velocidades inferiores a 0,5 m/s.

Para el protocolo incremental en press de banca en pórtico, se siguió la técnica descrita por Escamilla, Lander, & Garhammer (2000). A los sujetos se les indicó que realizaran la fase concéntrica con la mayor velocidad posible y se controlaba el descenso durante la fase excéntrica, descendiendo la barra hasta rozar el pecho, a 2 cm de la apófisis xifoides, con el fin de evitar la acción de rebote al invertir la dirección del movimiento. Tras una señal acústica el sujeto desplazaba la barra a la máxima velocidad.

Para el análisis biométrico se tomaron las medidas de los pliegues cutáneos (bíceps, tríceps, pectoral), circunferencias (pecho, brazo relajado, brazo contraído, muñeca), diámetros (biacromial, bicondilo del húmero, biestiloideo) y porcentajes graso y muscular. Según el protocolo expuesto por la Sociedad

Internacional del Desarrollo Antropométrico (ISAK, 2006). También se hizo un análisis fotogramétrico tomando los datos de una posición estandarizada, para el posterior análisis de la envergadura y dimensiones corporales.

Análisis Estadístico

Todos los datos fueron analizados usando el paquete estadístico (SPSS) versión 17 (IBM Company, Chicago, IL). En primer lugar, se hizo el análisis descriptivo de las variables estudiadas incluyendo media, desviación típica y el rango de variación (mínimo y máximo), entre otras medidas.

Las ecuaciones 1 a 4 se obtuvieron con análisis de regresión lineal múltiple, para cada uno de los tipos de agarre, con las variables biométricas como predictoras y la 1RM como variable dependiente. Las ecuaciones (1) y (3) incluyen todas las variables predictoras (con algunos problemas de multicolinealidad por la correlación entre algunas de las variables biométricas), en tanto las ecuaciones (2) y (4) contienen el menor número de variables biométricas que mantienen la significancia del modelo, seleccionadas vía Stepwise (procedimiento *backward*). En todos los casos se realizaron los procedimientos usuales de verificación de supuestos en los residuales (diversos gráficos para detectar posibles tendencias, heteroscedasticidad, normalidad y bondad de ajuste).

3. RESULTADOS

En la Tabla 2 se muestran los valores descriptivos relativos a las características de los participantes. En la Figura 1 se observa la nube de puntos con todos los sujetos, para las variables masa (eje horizontal) y 1RM (eje vertical), es notable la relación lineal entre estas dos variables así como la diferencia entre el grupo que tiene la capacidad de levantar una vez su peso corporal en 1RM - G2 - (identificado con el número 2, de color azul) y el grupo que no lo hace - G1 - (identificado con el

número 1, de color rojo). Asimismo el gráfico revela las diferencias en 1RM cuando el ejercicio se efectúa con agarre de 90° (identificado con círculo) y de 105° (identificado con triángulo), mostrando una tendencia a valores más altos cuando el agarre es de 105°.

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Edad	20,5	27,4	22,55	1,81
Talla (cm)	164	195	176,39	5,53
Masa (kg)	58,4	87,5	72,47	6,52
IMC (Kg/m ²)	13,3	26,1	23,05	2,25
Envergadura (cm)	157	189	175,37	7,42
DB (cm)	38	48,3	43,03	2,43
Pecho (cm)	83	113	97,18	4,88
%Graso	6,6	20,9	14,11	3,45
%Muscular	13,2	72,9	60,88	8,48
Muñeca (cm)	15	27	17,09	1,70
Brazo contraído (cm)	25,2	42	34,25	2,90
DistAgarre (cm)	61	101	84,46	8,02

Nota: DB = Distancia Biacromial; DistAgarre = Distancia en el agarre

Tabla 2. Estadística descriptiva de la muestra (n =47).

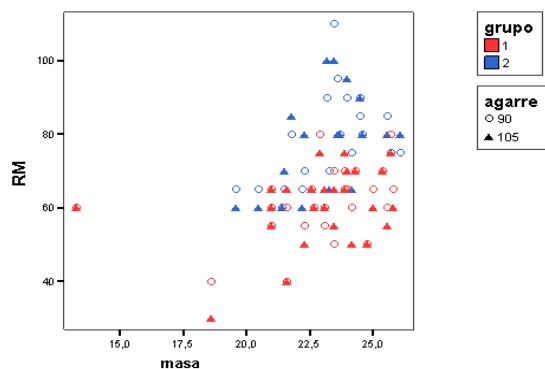


Figura 1. Masa (eje horizontal) y 1RM (eje vertical). Según grupo y tipo de agarre

En la Tabla 4 se resumen las medidas de bondad de ajuste (coeficientes de determinación y valores p) para los modelos predictivos planteados bajo las condiciones de agarre de 90° (ecuaciones 1 y 2) y de 105° (ecuaciones 3 y 4). En todos los casos los modelos son altamente significativos (p < 0,001).

Ecuación	Modelo	R ²	Error estándar de residuales	Valor p
----------	--------	----------------	------------------------------	---------

(SEE)				
(1)	90° con todas las predictoras	0.734	8.260	.000
(2)	90° con mínimo número de predictoras	0.692	8.093	.000
(3)	105° con todas las predictoras	0.746	8.436	.000
(4)	105° con mínimo número de predictoras	0.699	8.364	.000

Tabla 3. Valor de correlación y significación de las ecuaciones predictivas.

A partir de estos resultados se obtienen las siguientes ecuaciones, importantes para la predicción de la FDM en sujetos entrenados y no entrenados en virtud de sus valores biométricos y de sus agarres. Por lo tanto, teniendo como variable dependiente la 1RM, y como variables predictivas, los parámetros biométricos y mecánicos (considerando factores mecánicos la posición de los segmentos en las distintas fases del gesto):

$$(a) RM 90^\circ = (Da + m + m\tilde{n} + \%m + Bd + DBL + Bc + Ev + Bt + P) \times (0.45)$$

Donde:

RM 90° es la variable independiente, Da (distancia de agarre), m (masa o peso corporal), mñ (muñeca) %m (porcentaje muscular), Bd (distancia bicondilar), DBL (distancia biacromial), Bc (brazo contraído), Ev (envergadura), Bt (biestiloideo), P (circunferencia del tórax a la altura del pecho).

$$(b) RM 90^\circ = (\%m + Bd + Bc) \times (0.45)$$

Donde:

$RM\ 90^\circ$ es la variable independiente, $\%m$ (porcentaje muscular), Bd (distancia bicondiliiana), Bc (brazo contraído).

$$(a) RM\ 105^\circ = (Da + m\tilde{n} + m + \%m + Bd + DBL + Ev + Bc + Bt + P) \times (0.45)$$

Donde:

$RM\ 105^\circ$ es la variable independiente, Da (distancia de agarre), m (masa o peso corporal), $m\tilde{n}$ (muñeca) $\%m$ (porcentaje muscular), Bd (distancia bicondiliiana), DBL (distancia biacromial), Bc (brazo contraído), Ev (envergadura), Bt (biestiloideo), P (circunferencia del tórax a la altura del pecho).

$$(b) RM\ 105^\circ = (m + Bd + Bc) \times (0.45)$$

Donde:

$RM\ 105^\circ$ es la variable independiente, m (masa o peso corporal), Bd (biecondiliano), Bc (brazo contraído).

Discusión

En el presente estudio se ha conseguido desarrollar dos ecuaciones para cada una de las situaciones de evaluación analizadas, que permiten predecir un valor de FDM a partir de variables biométricas. Las Ecuaciones 1 y 3, son las que poseen más variables para acercarse con mayor precisión al valor de 1RM, están compuestas por valores muy interesantes, sobre todo, desde un punto

de vista práctico. Poder predecir la FDM a partir de datos biométricos y de la colocación de los segmentos-agarre es una ventaja metodológica en el diseño de programas de entrenamiento. Hasta ahora las variables moduladoras de la carga son habitualmente el porcentaje de resistencia externa desplazado, la velocidad de ejecución y el tipo de contracción (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011). Sin embargo la posición del agarre, no ha sido un parámetro tenido en consideración para también modular la carga. En nuestras fórmulas, uno de los aspectos a destacar, es que tiene en cuenta la posición de las palancas, que como se ha demostrado es un factor de cambio en la producción de fuerza.

En este sentido, no hemos encontrado ningún trabajo que haya incluido el valor de distancia de agarre para poder predecir el resultado final de FDM o 1RM. En algunos estudios (Hetzler et al., 2010; Mayhew, Ball, Ward, Hart, & Arnold, 1991; Mayhew, Ware, & Prinster, 1993), acercándose a nuestro modelo incluyen longitudes de palancas. Hetzler et al., (2010), como estrategia para aumentar la precisión de sus ecuaciones basadas en las RFT, incluyeron variables antropométricas. La correlación encontrada por ellos fue de $R^2 = 0.87$ sin variables antropométricas y de $R^2 = 0.90$ con los valores de perímetros y longitudes de segmentos, similares a la precisión alcanzada por nuestras ecuaciones, $R^2 = 0.73$ para la situación de 90° y de $R^2 = 0.75$ para la de 105° . Lo interesante del modelo aquí prescrito es que no se necesita realizar repeticiones previas, permitiendo prescribir

entrenamiento desde la toma de las variables biométricas. Sin embargo, Scanlan, Ballmann, Mayhew, & Lantz, (1999) no encontraron correlaciones en su modelo predictivo de la 1RM para press de banca. Posiblemente debido a las variables antropométricas seleccionadas y el tipo de población utilizada, mujeres no entrenadas. Introducir la circunferencia del tronco, es una variable que aumenta la dispersión de los datos en este tipo de muestra. En este caso hubiese sido más adecuado incluir la distancia entre agarres, incorporando un factor mecánico al modelo que no se vería afectado por el sexo de los sujetos. Se requiere de una revisión más profunda en el que se analice una mayor población, así como aplicación diferentes edades y sexos.

Otra de las ventajas para el uso de los modelos propuestos, es la facilidad de medida, y el no requerir instrumental sofisticado, haciéndolo asequible a cualquier entrenador. Algunos autores no están de acuerdo con la utilización de este tipo de fórmulas indirectas que no utilizan las RFT (Hetzler et al., 2010), justificándolo por el intervalo de error de las mismas. El nivel de error asumido de nuestros modelos es de 8.2 ± 0.2 kg, similar al error encontrado en sus investigaciones (con un intervalo entre 5-10 kg). En esta línea de pensamiento coincidimos con aquellos autores que valoran la utilidad de estas fórmulas como medida preventiva y como herramienta que optimiza el tiempo en la programación del entrenamiento, especialmente en las breves periodos de preparación inicial en la pretemporada en deportes colectivos (Brzycki,

1993; Desgorces, Berthelot, Dietrich, & Testa, 2010; Knutzen, Brilla, & Caine, 1999; LeSuer et al., 1997; Whisenant et al., 2003).

Otras investigaciones han llegado a determinar modelos de regresión después de periodos en entrenamiento (Brechue & Mayhew, 2009; Mayhew et al., 2011), en nuestro caso, hemos querido llegar a construir un modelo con sujetos entrenados y no entrenados para que la ecuación no se vea influida por el momento de la temporada, ni por el nivel de entrenamiento de los sujetos seleccionados. En futuro sería interesante analizar la evolución de las características funcionales en sujetos de diferente nivel de condición física y especialización tras un periodo de entrenamiento de fuerza orientado a la mejora de la FDM y la Potencia, para conseguir ajustar aún más la precisión de los modelos predictivos analizados en nuestro estudio.

Conclusiones

Podemos concluir que, el modelo predictivo biométrico-funcional obtenido es útil para su aplicación en la prescripción de entrenamiento de la fuerza en press de banca horizontal para una muestra de jóvenes deportistas con diferentes niveles de condición física.

Un modelo de predicción basado solamente en variables biométricas es posible para determinar de formas indirecta la FDM en

jóvenes deportistas, sin necesidad de utilizar test submáximos hasta la fatiga total.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abadie, B. R., & Wentworth, M. C. (2000). Prediction of one repetition maximal strength from a 5-10 repetition submaximal strength test in college-aged females. *Journal of Exercise Physiology-online*, 3, 1-7.
- Berger, R. A. (1961). Determination of the resistance load for 1-RM and 10-RM. *Journal of the Association for Physical and Mental Rehabilitation*, 15, 108-110.
- Brechue, W. F., & Mayhew, J. L. (2009). Upper-body work capacity and 1RM prediction are unaltered by increasing muscular strength in college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2477.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education Recreation and Dance*, 64, 88-88.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(2), 125-146.
- Cummings, B., & Finn, K. J. (1998). Estimation of a one repetition maximum bench press for untrained women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 12(4), 262.
- Desgorces, F. D., Berthelot, G., Dietrich, G., & Testa, M. S. A. (2010). Local muscular endurance and prediction of 1 repetition maximum for bench in 4 athletic populations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 394.
- Dohoney, P., Chromiak, J. A., Lemire, D., Abadie, B., & Kovacs, C. (2002). Prediction of one repetition maximum (1-RM) strength from a 4-6 RM and a 7-10 RM submaximal strength test in healthy young adult males. *Journal of Exercise Physiology-Online*, 5, 54-59.
- Escamilla, R. F. Lander, J. E. y Garhammer J. (2000). Biomechanics of Powerlifting and Weightlifting Exercises, Chapter 39. In Garret, W. E. y Kirkendall D. F (Eds.), *Exercise and Sport Science* (pp. 585-615). Philadelphia: Lippincott Williams y Willkins.
- Guenther, E. L. (2009). *Prediction of One Repetition Maximum Bench Press from Push-ups in College-Aged Females*. Doctoral Thesis. Ohio, EE.UU: Ohio University.
- Hetzler, R. K., Schroeder, B. L., Wages, J. J., Stickley, C. D., & Kimura, I. F. (2010). Anthropometry increases 1 repetition maximum predictive ability of NFL-225 test for division IA college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1429.
- Jidovtseff, B., Harris, N. K., Crielaard, J. M., & Cronin, J. B. (2011). Using the load-velocity relationship for 1RM prediction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 267.
- Knutzen, K. M., BRILLA, L. R., & CAINE, D. (1999). Validity of 1RM prediction equations for older adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(3), 242.

- 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, 211–213.
- Lombardi, V. P. (1989). *Beginning weight training: the safe and effective way*. WC Brown.
- Materko, W., & Santos, E. L. (2009). Prediction of one repetition maximum strength (1RM) based on a submaximal strength in adult males. *Isokinetics & Exercise Science*, 17(4), 189–195.
- Mayhew, J., Ball, T., Arnold, M., & Bowen, J. (1991). Push-ups as a measure of upper body strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 5(1), 16.
- Mayhew, J., Ball, T., Ward, T., Hart, C., & Arnold, M. (1991). Relationships of structural dimensions to bench press strength in college males. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 31(2), 135.
- Mayhew, J., Kerksick, C. D., Lentz, D., Ware, J. S., & Mayhew, D. L. (2004). Using repetitions to fatigue to predict one-repetition maximum bench press in male high school athletes. *Pediatric Exercise Science*, 16(3), 265–276.
- Mayhew, J., Piper, F., & Ware, J. (1993). Anthropometric correlates with strength performance among resistance trained athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 33(2), 159.
- Mayhew, J.L., Brechue, W. F., Smith, A. E., Kemmler, W., Lauber, D., & Koch, A. J. (2011). Impact of Testing Strategy on Expression of Upper-Body Work Capacity and One-Repetition Maximum Prediction after Resistance Training in College-Aged Men and Women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(10), 2796.
- Mayhew, J.L., Jacques, J. A., Ware, J. S., Chapman, P. P., Bembem, M. G., Ward, T. O. M. E., & Slovak, J. P. (2004). Anthropometric dimensions do not enhance one repetition maximum prediction from the NFL-225 test in college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 572.
- Mayhew, J. L., Lauber, D., Kemmler, W., Ware, J. S., Ball, T. E., Bembem, M. G., Ward, T. E., & Kerksick, C. (2002). Repetitions-To-Fatigue To Predict 1-Rm Bench Press in Men With Different Levels of Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(5), S289.
- Mayhew, J.L., Ware, J. S., Bembem, M. G., Wilt, B., Ward, T. O. M. E., Farris, B., Juraszek, J., & Slovak, J. L. (1999). The NFL-225 test as a measure of bench press strength in college football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(2), 130.
- Mayhew, J. L., Ware, J. R., & Prinster, J. L. (1993). Test & Measurement: Using Lift Repetitions to Predict Muscular Strength in Adolescent Males. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15, 35.
- Prinster, J., Mayhew, J., Arabas, J., Ware, J., & Bembem, M. (1993). Prediction of maximal bench press strength from relative endurance performance in college men. *Strength and Cond. Res*, 7, 185–186.
- Reynolds, J. M., Gordon, T. J., & Robergs, R. A. (2006). Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 584.
- Scanlan, J., Ballmann, K., Mayhew, J., & Lantz, C. (1999). Anthropometric dimensions to predict 1-RM bench press in untrained females. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 39(1), 54–60.
- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 9(2), 99.

- 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(2), 221.
- Wood, T. M., Maddalozzo, G. F., & Harter, R. A. (2002). Accuracy of seven equations for predicting 1-RM performance of apparently healthy, sedentary older adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*.