

¿CÓMO MEJORAR LA PRUEBA DE 1 RM DE MANERA AGUDA EN EL EJERCICIO DE *PRESS* DE PECHO?

Barrantes Segura, A. y Aragón Vargas, L. F.

RESUMEN

Las variaciones de la fuerza tras ejecutar el 1 RM pueden mejorar el resultado obtenido. **OBJETIVO:** Determinar si es posible aumentar la fuerza de forma aguda tras la reiteración de 1RM para las extremidades superiores. **MÉTODOS:** 9 hombres y mujeres con experiencia en el entrenamiento contra resistencia y edad promedio de $34 \pm 11,03$ años, completaron 4 sesiones de evaluación distintas. Las 2 primeras sesiones se realizaron para establecer el 1 RM con cada rango de movimiento. Las siguientes dos el sujeto intentó alcanzar la máxima carga posible en el ejercicio de *press* de pecho, empezando los intentos con la carga alcanzada previamente en la determinación del 1RM. Todos los sujetos realizaron todos los tratamientos en un diseño de medidas repetidas aleatorizadas. **RESULTADOS:** Se encontraron diferencias significativas en ambos efectos principales. En los rangos de movimiento ($F= 50,840$ $p<0,0005$) los sujetos fueron capaces de levantar $67,93$ kg $\pm 18,23$ kg y $60,98$ kg $\pm 17,17$ kg para los rangos parcial (90°) y completo, respectivamente, y en las pruebas ($F=23,273$ $p= 0,001$) los sujetos levantaron $62,94$ kg $\pm 17,49$ kg para la prueba n°1 vs. la prueba n°2 que alcanzaron $65,97$ kg $\pm 18,50$ kg. **CONCLUSIONES:** Sí es posible mejorar el resultado de la prueba de 1 RM en la misma sesión, si se inicia con ese 1RM determinado previamente y se aumenta progresivamente la carga. Estos resultados son relevantes para las pruebas de levantamiento de pesas y prescripción de ejercicio.

Palabras clave: Fuerza máxima, rango de movimiento, fatiga neuromuscular, recuperación aguda.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el rendimiento físico es uno de los temas que más desvelan a entrenadores y atletas, sigue siendo un punto importante porque siempre se busca alcanzar el máximo de las capacidades que el cuerpo humano puede dar. La fuerza muscular y sus



fenómenos es uno de esos temas que siguen vigentes en la investigación científica: siempre se está buscando cómo mejorarla.

La fuerza muscular es la capacidad que tiene un músculo o grupo de músculos para cambiar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo, masa o materia. Esta se ve afectada por múltiples factores, es así como Weineck (2005) menciona que el tipo de contracción, la velocidad del movimiento, los rangos de movimiento y hasta los equipos empleados, son aspectos que hacen complejo concretar una definición que los abarque a todos. Komi (2003) incluye la fuerza máxima como componente que puede ser desarrollado por los músculos en determinado movimiento articular, mientras que Weineck (2005) habla de que es la máxima contracción muscular voluntaria que pueda ejercer el sistema neuromuscular.

Tanto Komi (2003) como Weineck (2005) dejan claro que la fuerza muscular es la interacción directa entre el sistema ósteomuscular y el sistema nervioso. La fuerza muscular puede ser disminuida o aumentada y hay 3 factores que son medulares para su desarrollo: el aumento en la capacidad de reclutamiento de unidades motoras, cambios en la eficiencia de activación de las motoneuronas y alteraciones de los elementos contráctiles de las fibras musculares (McArdle et al, 2010).

Es bien conocido que la composición del músculo esquelético se basa en distintos tipos de fibras musculares, las de contracción rápida (Fibras tipo II, subdivididas en IIa y IIx) y las de contracción más lenta (fibras tipo I) y que las capacidades entre ambas son distintas. Esto comandado por las unidades motoras que generan la contracción muscular y según el estímulo que se reciba se genera una respuesta para que estas sean activadas (Komi, 2003, McArdle et al, 2003, Wilmore y Costill, 2004).



El sistema muscular trabaja según la demanda que generan las distintas actividades y su respuesta al estímulo se basa en el reclutamiento muscular, un estímulo pequeño, produce una activación de pocas fibras y un estímulo grande, una respuesta de reclutamiento muscular grande. Cuando se realiza una tarea de baja intensidad se activan las fibras tipo I, conforme la intensidad se incrementa, se activan las fibras tipo IIa y cuando el estímulo es alto o muy alto se reclutan las fibras tipo IIx (McArdle et al, 2010), respondiendo así a la necesidad de generar tensión.

La fuerza ha sido evaluada tradicionalmente por medio esfuerzos máximos, lo que permite verificar la capacidad de un músculo o grupo muscular para ejercer fuerza contra una resistencia en un esfuerzo único y máximo. A esto se le conoce como la prueba de una repetición máxima, misma que ha sido considerada un estándar de oro para evaluar la fuerza dinámica (Maud y Foster, 2006; McArdle et al, 2010; Robertson et al, 2008).

En el momento en que ocurre una disminución aguda en el rendimiento del músculo, se está en presencia de fatiga muscular según Allen et al. (2008). Fox (2003) por su parte incluye las reducciones agudas en la potencia, también como fatiga. Hay que considerar que todas estas disminuciones son producidas por el ejercicio. Delgado et al., (2004) circunscriben la fatiga dentro del conjunto neuromuscular, ya que aluden a la incapacidad del sistema nervioso para transmitir el potencial de acción mediante la motoneurona hasta la fibra muscular que inerva, involucrando así ambos sistemas (muscular y nervioso). Según lo mencionado por Delgado et al, (2004) la repetición continua de esfuerzos máximos, donde la mayoría o todas las unidades motoras son activadas al máximo, es el fenómeno responsable de la aparición de la fatiga. Sin embargo, antes de que el sistema no sea capaz



de continuar con el esfuerzo, el sistema neuromuscular se encarga de compensar la disminución en la generación de fuerza, haciendo uso de los mecanismos nerviosos y musculares que puedan retrasar la aparición de la fatiga (Boyas y Guével, 2011).

Al realizar la evaluación de fuerza 1 RM en el ejercicio de press de pecho en banca horizontal, Barrantes y Aragón (2014) corroboraron que los rangos de movimiento, completo y de 90° arrojan resultados distintos en promedio, 64.2 kg y 57.1 kg respectivamente. La diferencia promedio entre movimientos se situó en 7.1 kg, representando un 11.02%, muy cercano al 10.7% registrado por Mookerjee y Ratamess (1999).

La continua necesidad de exigir al cuerpo humano el máximo de su capacidad, incentivó la curiosidad por responder si existe la posibilidad de aumentar la fuerza de forma aguda. Esto puesto que se sabe que hay disminuciones agudas de la fuerza conocidas como fatiga neuromuscular; por lo tanto, el propósito de este estudio fue evaluar si los sujetos son capaces de aumentar la carga máxima del 1RM obtenida previamente de manera aguda en el ejercicio de press de pecho. Además, se evaluó si el aumento de la carga máxima del 1RM fue según el rango de movimiento utilizado.

METODOLOGÍA

Participantes:

Doce sujetos voluntarios participaron del experimento, hombres (n=9) y mujeres (n=3), de los cuales, 3 hombres tuvieron que ser retirados del experimento al no lograr completar una reiteración con el 1RM con la carga máxima determinada previamente. Por la muerte experimental de los sujetos mencionados anteriormente, el análisis de datos se realizó con los 9 sujetos restantes.



Instrumentos:

Se contó con una balanza marca Salter Brecknell modelo RGT-160 (Minnesota, Estados Unidos) para obtener los datos de peso y talla, y para la evaluación de los pliegues cutáneos que utilizó un calibrador marca Slimguide (Michigan, Estados Unidos).

Procedimientos: Superación del 1 RM por aumento de carga

Para este experimento cada participante completó un total de 4 sesiones: dos de las cuales se realizaron para obtener la carga máxima mediante la prueba de 1RM en el ejercicio de press pecho (ilustración 2) y en cada rango de movimiento, esto, siguiendo el protocolo de la NSCA (2008) descrito previamente por Barrantes Segura y Aragón Vargas (2013). Las otras dos fueron las sesiones experimentales que consistieron en tratar de mejorar el resultado obtenido en la prueba de 1RM. Para fines prácticos en el documento la carga máxima de 1 RM se seguirá denominando como: **Prueba n°1** y la carga máxima alcanzada en los intentos de mejorar 1RM se llamarán **Prueba n°2**. Las combinaciones utilizadas en las sesiones experimentales se pueden observar en la tabla n°5. En todas las sesiones se utilizó un descanso constante de 3 minutos entre intentos.

Tabla N°5: Sesiones experimentales (Pruebas x Rangos de Movimiento)

		Rangos de Movimiento	
		90°	Completo
Pruebas	N°1	Carga máxima 1RM	Carga máxima 1RM
	N°2	Carga máxima nueva	Carga máxima nueva



Se utilizaron dos rangos de movimiento (completo y parcial 90°) y para estandarizar la ejecución de los movimientos, a cada sujeto se le explicó detalladamente la técnica apropiada del ejercicio de press pecho en banca horizontal. En el rango de movimiento completo, se le solicitó al sujeto realizar el agarre de la barra al ancho necesario para descender con ella hasta hacer contacto con el pecho (punto más bajo de la ejecución, no se reporta el ángulo alcanzado por cada participante); mientras que con el rango parcial de movimiento (90°) se utilizó un dispositivo para determinar el punto más bajo a donde debía llegar con la barra. La indicación del agarre fue la misma que la brindada para el rango de movimiento completo.

Ilustración N°2: Detalle de colocación y uso del dispositivo para estandarización del ángulo de 90° en el ejercicio de *press* de pecho en banca horizontal.



El dispositivo utilizado fue colocado a ambos lados de la banca (fijados a ella), de este se extiende una pieza flexible que hace contacto con la parte posterior de los

codos en el punto más bajo de la ejecución (rango 90°) indicando a cada participante hasta donde debían descender.

Los pasos que se cumplieron en las dos sesiones experimentales fueron los siguientes:

1. Cada participante realizó una serie de 5 repeticiones con el 80% de la carga obtenido durante la prueba de 1RM (Prueba n°1) como calentamiento.

2. Posterior a esto cada participante descansó 3 minutos e intentó la ejecución con la carga correspondiente al 100% obtenido en la prueba de 1RM y con el rango de movimiento determinado.

3. De ser exitoso ese levantamiento y posterior al descanso, cada sujeto intentó nuevamente, pero esta vez con un aumento en la carga (el aumento fue de 1,13kg, mínimo posible definido por la combinación de discos). Si el levantamiento resultó exitoso, el sujeto continuó realizando levantamientos con aumento de carga en cada una hasta llegar a un levantamiento fallido, punto donde se dio por concluida la evaluación.

Se registró la carga máxima alcanzada por el sujeto y fue analizada versus la carga obtenida en la prueba de 1RM realizada previamente (Prueba N°1). Todas las sesiones, pruebas 1 y 2, estuvieron separadas por al menos 48 horas, extendiéndose en algunos casos hasta una semana debido a la disponibilidad de tiempo de los sujetos. La secuencia de las condiciones experimentales fue determinada aleatoriamente.



Análisis Estadístico

Los participantes se caracterizaron mediante estadística descriptiva (promedios, desviación estándar) los datos de edad, peso, talla y porcentaje de grasa.

Tabla N°6: Caracterización de los participantes experimento N°2

	$\bar{X} \pm DE$ n=9	$\bar{X} \pm DE$ n=3 Mujeres	$\bar{X} \pm DE$ n=6 Varones
Edad (años)	34 ± 11.03	35.66 ± 8.02	33.17 ± 12.91
Talla (metros)	1.68 ± 0.07	1.59 ± 0.04	1.72 ± 0.04
Peso (Kg)	67.38 ± 13.80	62.93 ± 15.14	69.60 ± 13.97
Porcentaje de Grasa	16.95 ± 6.44	18.40 ± 2.58	16.23 ± 7.18

\bar{X} = Promedio DE= Desviación Estándar

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías y medidas repetidas para los resultados obtenidos en cada rango de movimiento, de manera que se analizó el resultado de la prueba de 1RM versus el resultado final con el ángulo 90° y el rango de movimiento completo. Todos los análisis fueron procesados con el paquete estadístico PAWS Statistical 18, con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Crónica:

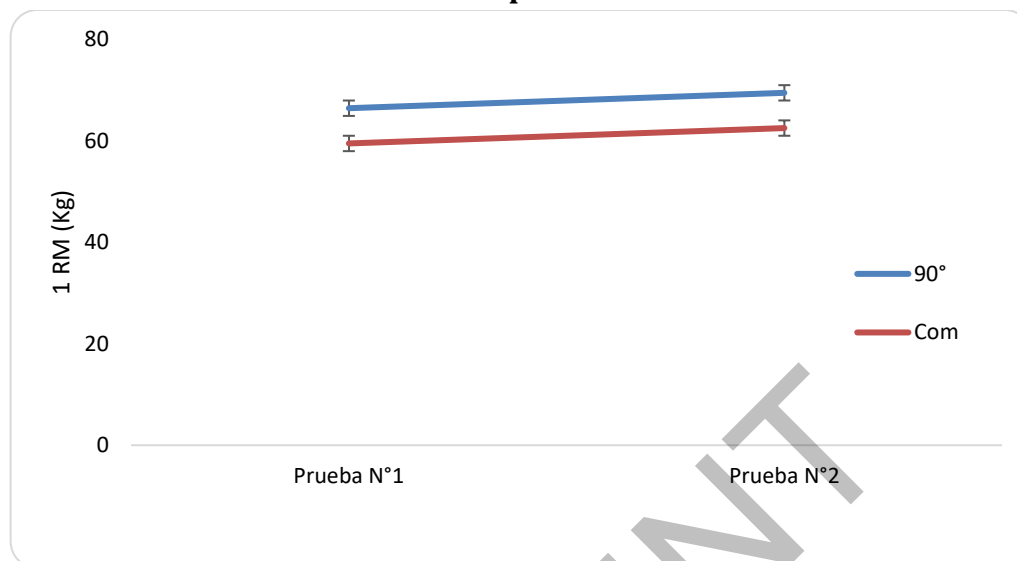
En total, durante el procedimiento participaron 12 personas, sin embargo, 3 de ellas no logran completar el 1 RM en la prueba n°2 por lo que tienen que ser excluidos y realizar el análisis final con 9 sujetos.

Resultados

Como puede observarse en la figura N°5 no existe interacción significativa entre los rangos de movimientos y las mediciones realizadas ($F= 0,000$ $p=1$).



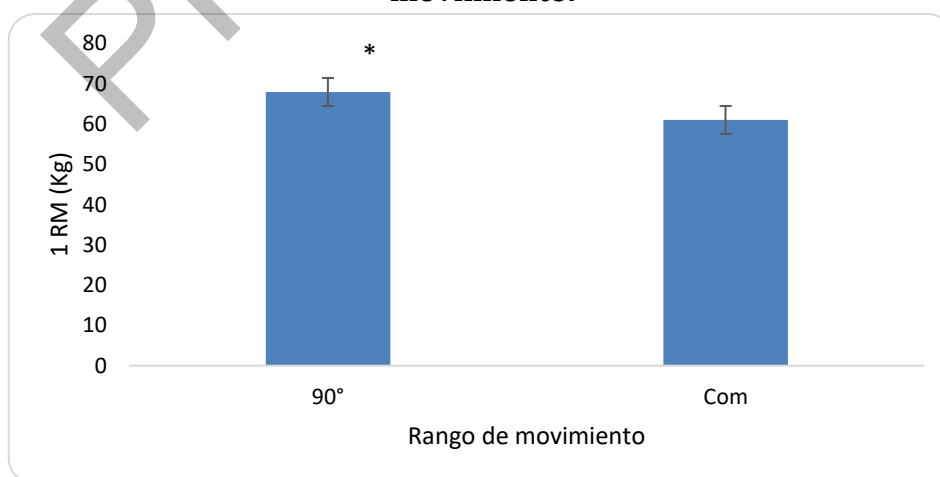
Figura N°5: Interacción: Promedio de los pesos alcanzados tanto para rangos de movimiento como para las mediciones.



$F = 0.000$ $p = 1$

Sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los rangos de movimiento ($67.93 \text{ kg} \pm 18.23 \text{ kg}$ vs. $60.98 \text{ kg} \pm 17.17 \text{ kg}$ para los rangos de 90° y completo, respectivamente, $F = 50.840$, $p < 0.0005$). La diferencia promedio entre los distintos rangos de movimiento fue de 6.94 kg (ver figura N°6).

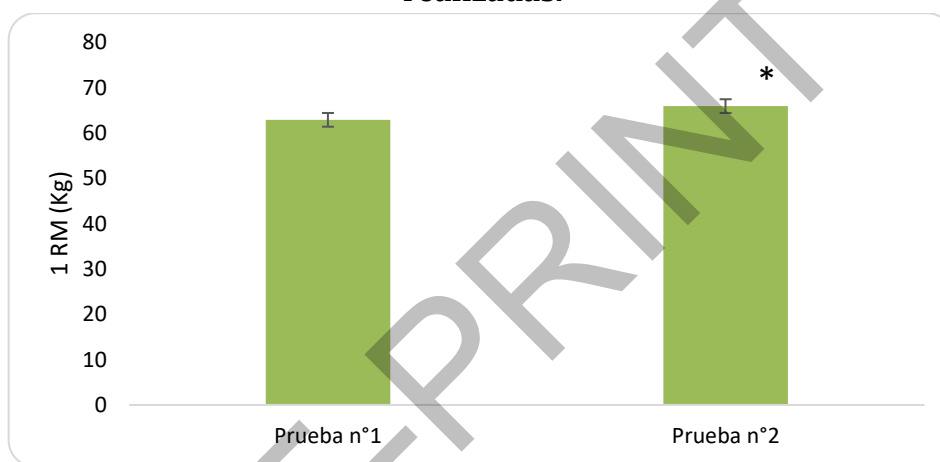
Figura N°6: Diferencias entre los pesos obtenidos según los rangos de movimiento.



$F= 50.840$ $P<0.0005$ * Rango de $90^\circ \neq$ a rango completo. Las columnas representan la media \pm error estándar.

También se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los pesos alcanzados para la prueba n°1 ($62.94 \text{ kg} \pm 17.49 \text{ kg}$) y la prueba n°2 ($65.97 \text{ kg} \pm 18.50 \text{ kg}$) ($F=23.273$ $p= 0.001$). La diferencia promedio entre pruebas fue de 3.03 kg y se representan en la figura N°7.

Figura N°7: Diferencias entre los pesos obtenidos en las dos mediciones realizadas.



$F= 23.273$ $p=0.001$, * Prueba n°1 \neq Prueba n°2. Las columnas representan la media \pm error estándar.

Potencia estadística

Para el cálculo de la potencia estadística (post-hoc) se realizó como primer paso el cálculo del tamaño del efecto entre pruebas. Con el dato del tamaño del efecto se procedió a calcular la potencia usando el software “G*Power 3.1.9.2” (Faul, 2014). Se encontró que para un $n= 9$ la potencia estadística es de 0.99 para las pruebas y 0.98 para los rangos de movimiento.



Discusión

Los resultados del experimento muestran diferencias significativas en la carga máxima levantada (1RM) entre los dos rangos de movimiento utilizados y también entre las pruebas realizadas. En el caso de los rangos de movimiento, el rango parcial (90°) es superior al rango de movimiento completo, también la prueba n°2 resultó mayor al 1 RM de referencia.

Los rangos de movimiento evaluados (Rango de movimiento de 90° y Rango de movimiento completo) presentan un comportamiento igual que las investigaciones realizadas por Barrantes y Aragón (2014), Mookerjee y Ratamess (1999) y Massey et al. (2004), quienes también encuentran diferencias entre rangos de movimiento parciales y completos en sus distintas investigaciones. El presente estudio coincide con todas las investigaciones hechas previamente, donde se encuentra que el rango parcial de movimiento siempre es el que obtiene mejores resultados en términos de peso levantado. En el caso particular de este experimento el rango de movimiento de 90° es 6,94 kg superior, lo que representa un 10,22% de diferencia, muy cercano al 11,07% obtenido por Barrantes y Aragón en el 2014 o al 10,7% que reportan Mookerjee y Ratamess en el año de 1999.

Una posible explicación para la diferencia encontrada entre los rangos de movimiento es que el rango de movimiento completo se ve limitado por lo que en la literatura en inglés se llama “*the sticking point*”. Este punto es el momento en el movimiento en que la barra desacelera o inclusive se detiene por un periodo corto de tiempo (Van del Tillar y Ettema, 2010). Este punto se da casi inmediatamente después de iniciar la fase concéntrica del movimiento (0,2 segundos) según lo menciona Lander, Bates, Sawhill y Hamill (1985) ya que en ese punto se disipa la energía que se almacenó en los componentes elásticos durante



la fase excéntrica del movimiento, además el “*sticking point*” coincide con la posición donde la ventaja mecánica del movimiento es menor. Elliott, Wilson y Kerr (1989), Van del Tillar y Ettema (2010) encuentran que los músculos, pectoral y deltoide se activan más durante este punto y proponen la hipótesis de que lo hacen como una reacción y compensación a la reducción de la capacidad contráctil que se presenta y así evitar que el movimiento se detenga totalmente o falle durante la fase concéntrica.

La diferencia entre los rangos de movimiento puede darse también por la relación longitud inicial – tensión en el musculo esquelético, como lo mencionan Izquierdo y Redin (2008) cualquier aumento de la longitud muscular más allá de la longitud óptima, produce una disminución de las tensiones totales. Esto porque en la posición conocida como longitud óptima (l_0) es donde se obtiene la mayor capacidad contráctil, siendo este punto donde la mayor cantidad de puentes cruzados se encuentran en contacto. Al iniciar el movimiento en una fase excéntrica lo primero que ocurre es que se eleva la tensión pasiva y conforme el movimiento avanza se aumenta la tensión activa, para el momento en que se hace el cambio a la fase concéntrica se aumentó aún más la longitud muscular, reduciendo así la tensión total del sistema muscular.

El trabajo (W) realizado también puede explicar por qué el rango de 90° es significativamente diferente, ya que entre más distancia se recorra ejerciendo una fuerza con una carga determinada, el trabajo resultante será mayor y por ende es mayor el esfuerzo realizado. Esto quiere decir que la fuerza que se realiza en el rango de movimiento completo recorre más distancia con la carga provocando que el sujeto utilice mayor cantidad de energía para realizar el movimiento versus la distancia que se recorre en el movimiento parcial, la



cual es menor. El experimento también revela diferencias significativas entre pruebas, lo que significa que los participantes fueron capaces de mejorar el peso alcanzado en la prueba n°1 con un peso promedio de 62.94 kg y en la prueba n°2 un peso promedio de 65.97 Kg. En la prueba n°1 se utilizó el protocolo de evaluación de 1 RM propuesto por la *National Strength and Conditioning Association* (NSCA, 2008) y la prueba n°2 se evaluó usando un procedimiento más corto que contempló una única serie de calentamiento para después iniciar los intentos con la carga máxima.

Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las pruebas, cuyo valor operativo es de 3.03 kg y que comprueba que se puede aumentar la fuerza máxima reiterando el 1 RM y aumentando la carga con cada levantamiento hasta el punto en que no es factible realizar un levantamiento exitoso. Si bien se comprueba que se puede ir más allá del 100% de la fuerza evaluada mediante una repetición máxima y estableciendo un nuevo valor de fuerza máxima, o sea, más del 100% inicial, también los resultados podrían estar sugiriendo que el procedimiento utilizado en la prueba n°1 podría estar provocando fatiga en los participantes antes de alcanzar el máximo lo cual, haría necesario encontrar un procedimiento que permita evaluar el máximo sin fatigar al participante previamente ya que el diseño del presente experimento permite confirmar que es así: la prueba n°2 dependía directamente de su homóloga, en la prueba n°1 se estableció el 1RM y con el peso alcanzado en esta inició la prueba n°2.

Para ambos casos se vuelve a confirmar la aparición de la fatiga neuromuscular ya que según lo expuesto por Babault et al. (2006), Barrantes y Aragón (2014) y Kawakami et al. (2000), la ejecución de esfuerzos máximos lleva a la fatiga neuromuscular, representada



en este experimento por el último intento no logrado en cada una de las pruebas y a pesar de que la fuerza máxima y la fatiga no son lo mismo, son dependientes directas una de la otra. Para alcanzar la fuerza máxima se obliga al sistema nervioso y muscular a realizar cuanto esté a su alcance para realizar el esfuerzo de forma satisfactoria, pero al mismo tiempo el proceso fue desgastando tanto el sistema nervioso como el sistema muscular hasta el punto de llegar al máximo y manifestar la fatiga con un esfuerzo no satisfactorio, por lo que son procesos paralelos. Eventualmente la clave para diferenciar la fuerza máxima y la fatiga neuromuscular es la última ejecución satisfactoria, que establece el límite entre levantar la carga realizando la máxima fuerza y sin haber llegado a la fatiga.

Como se mencionó previamente, en todas las pruebas realizadas aparece la fatiga neuromuscular pero el momento en que aparece es distinto para cada prueba, afectando el resultado final. Cada uno de los intentos realizados durante los procedimientos genera una acumulación progresiva de fatiga según lo mencionan Boyas y Guével (2011) & Hakkinen (1993), obligando al sistema nervioso a realizar todo lo que esté a su alcance para retrasar la fatiga, realizando todos los cambios posibles en el sistema neuromuscular para mantener la ejecución de los esfuerzos hasta el punto en que no pueda seguir realizando la tarea. En la prueba n°1, la cantidad de repeticiones previas al 1 RM puede estar acumulando fatiga suficiente como para que los ajustes que genera el sistema neuromuscular como respuesta a los esfuerzos sean insuficientes y no logren mantener la generación de fuerza el tiempo suficiente.

Caso contrario puede estar sucediendo en la prueba n°2, donde el inicio de los intentos se hace de una vez con el 100% de la carga y permite al sistema neuromuscular



activar los diferentes mecanismos para ajustarse a los esfuerzos; acciones como el reclutamiento de unidades motoras con mayor cantidad de fibras musculares (tipo IIa y IIx) o aumento en la frecuencia de disparo de los potenciales de acción para la activación muscular, así como cambios en los ángulos de las articulaciones para involucrar otras porciones musculares (Boyas y Guével, 2011; Komi, 2003; McArdle, Katch y Katch, 2010) logran retrasar la fatiga y por consiguiente alcanzar un peso más alto en la prueba.

Otra posible explicación a este fenómeno es la capacidad previa adquirida por cada uno de los participantes de generar resistencia a la fuerza (repetir esfuerzos máximos la mayor cantidad de veces posible), manifestando diferencias en las características de los sujetos y su capacidad de producir el máximo rendimiento al sistema neuromuscular. Como lo mencionan Boyas y Guével (2011) el sistema va a utilizar todas las vías necesarias para ajustar el sistema y poder seguir produciendo esfuerzos máximos.

En resumen, esta investigación demuestra que sí es posible mejorar el resultado de la prueba de 1 RM de press de pecho que se efectuó con el protocolo de la NSCA, la mejoría promedio de entre la prueba de la NSCA y la prueba de reiteración con el 100% de la carga es de alrededor de 3 kg y ocurre en ambos rangos de movimiento, completo y 90°.

Referencias

- Allen, D.G., Lamb, G.D. & Westerblad, H. (2008) Skeletal muscle fatigue: Cellular mechanisms. *Physiological Reviews*, 88, 287-332.
- Babault, N., Desbrosses, K., Fabre, MS., Michaut, A. & Pousson, M. (2006), Neuromuscular fatigue development during maximal concentric and isometric knee extensions. *Journal of Applied Physiology*, 100, 780-785.
- Barrantes Segura, A., Aragón Vargas, L. F. (2014). Efectos de los rangos de movimientos y tiempos de descanso sobre la prueba de 1 RM. Recuperado a partir de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/73332>



- Barrantes Segura, A., Aragón Vargas, L. F. (2013). Diferentes protocolos de calentamiento específico para la prueba de 1RM. Recuperado a partir de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/73333>
- Boyas, S., & Guével, A. (2011). Neuromuscular fatigue in healthy muscle: Underlying factors and adaptation mechanisms. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54(2), 88–108. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2011.01.001>
- Delgado, M., Gutiérrez, A. & Castillo, M.J. (2004) *Entrenamiento Físico-Deportivo y Alimentación de la infancia a la edad adulta*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Tercera edición, pp. 78-79.
- Faul, F. (2014). G*Power 3.1.9.2 (Versión 3.1.9.2) [Windows]. Alemania: Universidad de Kiel. Recuperado a partir de <http://www.gpower.hhu.de/en.html>
- Fox, S. (2003) *Human Physiology*. Estados Unidos: Editorial The McGraw-Hill companies. Octava edición. pp.346.
- Häkkinen, K. (1993). Neuromuscular Fatigue and Recovery in Male and Female Athletes during Heavy Resistance Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 14(02), 53–59. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1021146>
- Izquierdo, M., & Redín, M. I. (2008). *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. Madrid, España: Ed. Médica Panamericana.
- Kawakami, Y., Amemiya, K., Kahehisa, H., Ikegawa, S. & Fukunaga, T. (2000) Fatigue responses of human triceps surae muscles during repetitive maximal isometric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 88, 1969-1975.
- Komi, P. (2003) *Encyclopaedia of Sports Medicine: An IOC Medical Commission Publication, Strength and Power in Sport*. Mead, Oxford, Reino Unido: BlackWell Science. Segunda edición.
- Lander, J. E., Bates, B. T., Sawhill, J. A., & Hamill, J. (1985). A comparison between free-weight and isokinetic bench pressing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(3), 344–353.
- Massey, C.D., Vincent, J., Maneval, M., Moore, M. & Johnson, J.T. (2004) Analysis of full range of motion vs. partial range of motion training in the development of strength in untrained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 518-521.
- Maud, P. J., & Foster, C. (2006). *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign, IL, Estados Unidos: Human Kinetics. Segunda Edición. Pp 130
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance*. Baltimore, Estados Unidos: Lippincott Williams & Wilkins. Sétima Edición
- Mookerjee, S. & Ratamess, N. (1999) Comparison of strength differences and joint action durations between full and partial range-of-motion bench press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 76-81.
- NSCA National Strength and Conditioning Association (2008) *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Champaign, Illinois: Human Kinetics. 3era Edición.
- Robertson, R., Goss, F., Aaron, D., Gairola, J., Kowallis, R., Liu, Y., Colby, R., Tessmer, K., Schnorr, T., Schroeder, A. & White, B. (2008) One repetition maximum prediction models for children using the OMNI RPE scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 22(1). 196-201.



- Van den Tillaar, R., & Ettema, G. (2010). The “sticking period” in a maximum bench press. *Journal of Sports Sciences*, 28(5), 529–535. <https://doi.org/10.1080/02640411003628022>
- Weineck, J. (2005) *Entrenamiento Total*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo. Primera Edición pp. 215-216.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (5ta Edición). Barcelona España: Editorial Paidotribo.

PRE-PRINT

