

Article

Efecto de 12 Variaciones del Ejercicio de Press de Banco sobre la Actividad EMG de las Tres Porciones del Pectoral Mayor

Kevan Arseneault¹, Xavier Roy² y Pierre Sercia¹¹Département des sciences de l'activité physique, Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada²Department of Sports Studies, Bishop's University, Sherbrooke, Canada

RESUMEN

Este estudio comparó la activación de las porciones clavicular, esternocostal y abdominal del pectoral mayor (PM) y la porción larga del tríceps braquial durante la ejecución del press de banco con distintas inclinaciones, tipos de agarre y anchos de agarre. En este estudio participaron trece hombres sanos con más de un año de experiencia en entrenamiento de la fuerza. Los sujetos realizaron 6 repeticiones de distintas variaciones del press de banco en ángulos de -15° , 0° y 30° con un ancho de agarre del 100% y 200% de su ancho biacromial tanto en pronación como en supinación con una carga equivalente a sus respectivas 12MR para cada movimiento. La EMG, la aceleración de la barra y el ángulo de los hombros se registraron durante cada repetición. La activación de la porción clavicular del PM fue, en comparación con una pronación amplia a 0° , significativamente mayor en una pronación cerrada a 0° y 30° ; durante una supinación cercana a 30° y durante una supinación amplia a 30° . La activación de la porción esternocostal del PM fue, durante una pronación amplia a 0° , significativamente mayor que durante una supinación cerrada a 0° , 30° y -15° ; durante una amplia supinación a los 30° ; durante una supinación amplia a 0° y 30° y en pronación cercana a 30° y -15° . La activación de la porción abdominal del PM fue significativamente mejor con pronación amplia a -15° y 0° en comparación con todas las posiciones a 30° . El tríceps braquial se solicitó mejor durante la pronación cercana a 0° y -15° en comparación con el agarre supinado a 0° y 30° . Los resultados de este estudio muestran que el ejercicio de press de banco realizado con un agarre de pronación amplio a 0° puede maximizar la activación de las tres porciones del PM.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de la fuerza es una de las formas más populares de ejercicio para mejorar la condición física general de un individuo o atleta, como la fuerza, la potencia, la resistencia y/o la hipertrofia muscular (5). Además, algunos estudios han propuesto la idea de que dentro de un músculo podrían existir compartimentos neuromusculares, lo que significa que el cuerpo podría reclutar diferentes porciones musculares dependiendo del ejercicio elegido (3, 11). Por ejemplo, los cambios en el reclutamiento de las porciones clavicular y esternocostal del pectoral mayor pueden ser provocados por la variación de la inclinación del banco durante el press de banco (2, 14), así como por un cambio en el ancho o tipo de agarre (4, 10). En este caso, Lehman (10) demostró que la adopción de un agarre supinado durante el press de banca horizontal (0°) permitió un mejor reclutamiento de la porción clavicular del pectoral mayor que un agarre pronado.

Sin embargo, ningún estudio hasta la fecha ha analizado el agarre supinado durante un press de banco declinado e inclinado. Además, Barnett y cols. (2) y Glass y Armstrong (6) demostraron que la porción clavicular estaría igualmente bien trabajada en declive (-18° y -15° respectivamente) y en inclinación (+40° y +30°, respectivamente) mientras que el reclutamiento de la porción esternocostal se vería disminuida en una posición inclinada en comparación con una posición declinada. Sin embargo, la afectación de la porción abdominal no se tuvo en cuenta en ningún estudio en el que se variaran las inclinaciones del banco. En términos de ancho de agarre, los estudios muestran variaciones en el reclutamiento muscular, pero ninguno de ellos correlacionó el ancho del agarre con el ángulo de los hombros de los sujetos. Debido a que el pectoral mayor se inserta al húmero y está influenciado por el ángulo de abducción del hombro, los datos de estudios que examinan las diferencias en el reclutamiento muscular entre múltiples anchos de agarre en el press de banco pueden, por lo tanto, ser engañosos y malinterpretados en ausencia de este valor esencial.

Para desarrollar masa o fuerza muscular, el grado de activación de un músculo o región muscular es primordial. En consecuencia, sería interesante comprender la influencia de diferentes inclinaciones, tipos de agarre y anchos de toma (con una correlación con el ángulo del hombro) durante un press de banco en la activación del pectoral mayor, específicamente en las porciones musculares clavicular, esternocostal y abdominal. Desde un punto de vista práctico, esto desmitificará o confirmará ciertas afirmaciones de la fuerza y el acondicionamiento, como el dominio de la porción clavicular durante el press de banco inclinado y el dominio de la porción abdominal en el press de banco en declive. El propósito de este estudio fue determinar los efectos de una variación de la inclinación del tronco (-15°, 0° y +30°), el ancho del agarre (100% y 200% del ancho biacromial con control del ángulo del hombro durante el movimiento) y el tipo de agarre (supinado y pronado) durante varios ejercicios de press de banco sobre la estimulación de las porciones abdominal, esternocostal y clavicular del pectoral mayor, así como la porción larga del tríceps braquial en sujetos masculinos que han estado entrenando durante más de un año.

MÉTODOS

Aproximación al problema

Procedimientos de la estimación de 12MR (primera sesión)

Luego de un calentamiento consistente en 2 series de 6 repeticiones con el 50% de la carga inicial estimada para cada sujeto, el sujeto se acomodaba en el banco (declive, horizontal o inclinado). Los índices de cada mano se colocaron directamente sobre las marcas indicadas en la barra según su ancho biacromial (100 o 200% del diámetro biacromial) cuando los antebrazos estaban en pronación. Con un agarre supinado, son los dedos auriculares los que luego se colocaron en las marcas. Además, el tipo de agarre utilizado, tanto para el agarre supinado como en pronación, con respecto al pulgar fue en una posición cerrada (pulgar asegurado alrededor de la barra).

Los sujetos realizaron los levantamientos de manera controlada con un 'tempo' de 3-1-1-0, es decir, 3 segundos en excéntrico, 1 segundo de pausa a 2 cm del pecho, 1 segundo en concéntrico y sin pausa entre las repeticiones. Este tempo fue dictado en voz alta por el evaluador que estaba siguiendo un cronómetro.

El orden de los ejercicios fue aleatorio para todos los sujetos y se repitió durante la segunda sesión. Los sujetos completaron sus 12 MR para cada uno de los 12 ejercicios. Para hacer esto, el sujeto predeterminaba una carga de acuerdo con su experiencia en el entrenamiento de la fuerza. A continuación, el sujeto tenía que completar tantas repeticiones como fuera posible con esta carga para estimar su 12MR usando la Tabla de Porcentajes de Beachle y cols. (1). Por ejemplo, si un sujeto completó 8 repeticiones con 60 kg, la 12MR estimada era de 54 kg (1), que es la carga que se utilizaría en la segunda sesión. Sólo se completó una serie por ejercicio, es decir, 12 series en total, con 3 minutos de descanso entre cada serie. Para que una repetición se considere válida, los sujetos debían realizar una extensión completa de los codos.

Medidas electromiográficas

Las señales EMG de las porciones del pectoral mayor (clavicular, esternocostal, abdominal) y del tríceps braquial (porción larga) fueron preamplificadas en la fuente del electrodo (x1000). Se colocaron dos electrodos por encima de cada músculo con una distancia de 1 cm entre los electrodos y paralelos a las fibras musculares. Los sitios de los electrodos se prepararon rasurando, limpiando la piel y desinfectando con alcohol para reducir la resistencia de la piel. El dispositivo de cada electrodo preamplificado se fijó a la piel con cinta adhesiva para evitar la delaminación causada por la tracción en el cable y también para no interferir con el movimiento (unión al músculo trapecio superior). Posteriormente, las señales fueron enviadas a un convertidor que transforma datos analógicos en datos digitales (Measurement Computing™) y

procesados por DASYPALAB® 11 (National Instruments, USA). Una vez mostrados los datos en bruto en la pantalla de la computadora, se aplicó un ancho de banda de 20-350 hercios, seguido de una rectificación de la señal y filtrado de la curva con un filtro de 6 hercios (filtro Butterworth de segundo orden). Cada señal de EMG para cada prueba se analizó visualmente para eliminar cualquier molestia o mala dato. Los datos se normalizaron (en porcentaje) según el valor EMG más alto obtenido durante los ejercicios y/o la contracción isométrica voluntaria máxima para cada músculo, respectivamente.

Evaluación de la contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC)

Para cada uno de los intentos de MVIC (dos), se pidió al participante que proporcionara fuerza máxima contra una resistencia manual durante cinco segundos y completó dos intentos de MVIC para cada movimiento (uno antes y otro después del registro EMG para evaluar la fatiga muscular). Se proporcionó al sujeto un fuerte estímulo verbal durante cada uno de los intentos de MVIC. Se proporcionaron dos minutos de recuperación después de cada intento de MVIC. Para la MVC del pectoral mayor, se le pidió al participante que realizara una abducción horizontal con el hombro y el codo flexionados a 90°. El participante proporcionó fuerza máxima mientras intentaba aducir horizontalmente el brazo juntando cada mano. Durante la MVIC del tríceps braquial, se le pidió al participante que flexionara el codo a 90° y pusiera el antebrazo sobre una mesa. Luego se le pidió al participante que proporcionara fuerza máxima al intentar extender el codo mientras se le proporcionaba resistencia (empujar la mesa).

Sujetos

Se recopilieron datos de 13 sujetos masculinos (edad = 31.1 ± 6.3 años, altura = 179.5 ± 10.2 cm, peso = 88.8 ± 14.4 kg, ancho biacromial 41.9 ± 2.0 cm, experiencia de entrenamiento = 12.2 ± 6.0 años) que se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio. Sin embargo, un sujeto se vio obligado a abandonar el estudio por motivos médicos. Los sujetos restantes estaban libres de lesiones en el momento de la evaluación y no tenían antecedentes de problemas articulares y musculares. Antes de la recopilación de los datos, los sujetos fueron informados del propósito y los procedimientos del estudio a través de un formulario de consentimiento y luego firmaron el documento. También se recibió la aprobación del comité de ética de la UQAM antes del inicio del estudio.

Procedimientos

Los sujetos visitaron el laboratorio en dos ocasiones diferentes. Durante la primera visita, los sujetos se familiarizaron con los procedimientos del estudio ('tempo' utilizado, explicaciones y las 12 posiciones que se analizarían) y se midió un test de 12MR para cada una de las 12 posiciones. Los períodos de descanso entre cada prueba fueron de tres minutos y todos los participantes utilizaron un protocolo de orden diferente (la secuencia de los ejercicios fue diferente para todos los participantes, algunos comenzando con el press de banco en declive y otros con el press de banco inclinado, por ejemplo) para minimizar el impacto de la fatiga acumulada durante el análisis de los resultados. Además, se realizó una contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) con EMG registrada durante la segunda visita antes y después de la realización de las 12 variaciones del ejercicio de press de banco para evaluar la fatiga acumulada potencial. Por lo tanto, durante la segunda visita y la primera MVIC, los sujetos realizaron una sola serie de 6 repeticiones en cada una de las posiciones utilizando una carga respectiva de 12MR. El orden en el que se realizaron las series se distribuyó aleatoriamente y fueron contrabalanceadas. Durante cada serie y para la MVIC, la actividad EMG se registró en las tres porciones del pectoral mayor (clavicular, esternocostal y abdominal), así como en la porción larga del tríceps braquial.

Para determinar si el ángulo de inclinación del banco, el ancho del agarre y el tipo de agarre durante el press de banco influyen en la activación de los músculos agonistas, se asignó un orden aleatorio de ejercicios a cada uno de los sujetos. Los 3 ángulos evaluados son: -15° por debajo de la horizontal (declive), 0° (horizontal) y 30° por encima de la horizontal (inclinación). El tipo de agarre era en pronación o supinación y el ancho era del 100% o 200% del ancho biacromial. Se analizaron un total de doce ejercicios correspondientes a cuatro variantes por inclinación: (a) agarre cerrado y agarre amplio en supinación y (b) agarre cerrado y agarre amplio en pronación. Se realizaron seis repeticiones, utilizando una carga del 70% de 1 máxima repetición (MR) (o equivalente a 12MR) para cada una de las posiciones, en cada uno de los 12 ejercicios. Se registró la actividad electromiográfica (EMG) de las porciones clavicular, esternocostal y abdominal del pectoral mayor y la porción larga del tríceps braquial, y posteriormente se analizó, para cada una de las posiciones. Se indicó a los sujetos que se abstuvieran de entrenar la parte superior del cuerpo durante al menos 48 horas antes del período de evaluación. Se utilizaron electrodos preamplificados (DELSYS, sensor EMG de superficie Bagnoli™, Ag, 10 mm) para registrar la EMG de superficie en cuatro sitios: en el vientre muscular del pectoral mayor en una línea vertical por debajo de la clavícula media, es decir, por encima del 1º (porción clavicular), del 3º (porción esternocostal) y del 5º espacio intercostal (porción abdominal).

Las instrucciones generales dadas durante la primera sesión (por ejemplo, marcas en la barra, 'tempo', etc.) fueron las mismas durante la segunda sesión. Una vez que el sujeto estuvo listo, el evaluador comenzó su procedimiento de cuenta

regresiva para el tiempo. La cámara se encendió justo antes del inicio del movimiento, seguido de la activación de la luz y el electromiograma. El evaluador detectó visualmente la apertura del hombro, de modo que el hombro estaba $<45^\circ$ cuando el agarre era estrecho y $>45^\circ$ cuando el agarre era ancho. Si era necesario, se le daban instrucciones verbales al sujeto para reajustar la posición de los codos. No se permitió ningún contacto entre la barra y los electrodos. Además, se le dio al sujeto tres minutos de descanso entre cada registro de EMG para minimizar la fatiga.

Análisis estadístico

Se utilizó un ANOVA de medidas repetidas de tres factores para determinar los efectos de la inclinación (3 posiciones del tronco), el ancho del agarre (2 distancias) y el tipo de agarre (pronación y supinación) sobre la actividad eléctrica de cada músculo. Las pruebas post hoc de Bonferroni revelaron la fuente de los resultados significativos. La significancia estadística se estableció en $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Cargas

La Tabla 1 ilustra la media estimada de 1 máxima repetición (MR) en kilogramos para cada variación del press de banco.

Aceleración de la barra

No se observó ninguna diferencia en la aceleración de la barra entre sujetos y para el mismo sujeto. Las aceleraciones medias (g) de la barra fueron 0.56 ± 0.25 (agarre estrecho en pronación), 0.44 ± 0.27 (agarre amplio en pronación), 0.46 ± 0.12 (agarre estrecho en supinación) y 0.37 ± 0.08 (agarre amplio en supinación) para el press de banco horizontal (0°); 0.50 ± 0.18 (agarre estrecho en pronación), 0.44 ± 0.20 (agarre amplio en pronación), 0.48 ± 0.16 (agarre estrecho en supinación) y 0.40 ± 0.16 (agarre amplio en supinación) para el press de banco inclinado ($+30^\circ$) y 0.44 ± 0.12 (agarre estrecho en pronación), 0.33 ± 0.11 (agarre amplio en supinación), 0.40 ± 0.25 (agarre estrecho en supinación) y 0.38 ± 0.13 (agarre amplio en supinación) para el press de banco en declive (-15°), respectivamente.

Ángulos de hombros con agarre amplio y estrecho

No se observaron diferencias significativas entre los ángulos de los hombros con un agarre estrecho en pronación entre las tres inclinaciones y también con un agarre amplio en pronación entre las tres inclinaciones. La Tabla 2 ilustra los ángulos promedio de los hombros para ambos tipos de ancho de agarre.

Tabla 1. 1RM * estimada para cada variación de press de banco.

Inclination	Type of grip	Grip width	1RM (kg)
Horizontal (0°)	Pronation	Close	79,7 ± 16,3
		Wide	84,9 ± 15,9
	Supination	Close	65,8 ± 12,0
		Wide	67,2 ± 11,7
Incline (+30°)	Pronation	Close	68,1 ± 18,2
		Wide	72,1 ± 21,8
	Supination	Close	57,1 ± 11,1
		Wide	59,6 ± 14,0
Decline (-15°)	Pronation	Close	81,4 ± 15,5
		Wide	84,9 ± 16,3
	Supination	Close	68,6 ± 17,2
		Wide	72,1 ± 20,1

*1RM = 1 repetition maximum
Mean (±SD)

Tabla 2. Ángulo promedio del hombro de los sujetos cuando se realiza press de banco en tres inclinaciones diferentes (-15°, 0°, +30°).

Width grip	Shoulder angle
	Mean ± Standard deviation
Close grip	33.6 ± 2.1
Wide grip	67.9 ± 3.3

*All presented values are in degrees (°). No significant difference between width grip in all inclinations.

Porción clavicular del pectoral mayor

Para la siguiente sección y para las figuras 1, 2, 3 y 4, observe que las abreviaturas en el eje X se presentan de la siguiente manera: Inclinación [H = Horizontal (0°); I = Inclinación (+30°); D = Declive (-15°)] / Tipo de agarre [P = pronado; S = supinado] / Ancho de agarre [C = estrecho; W = ancho]. Por ejemplo, la posición HPC significa el movimiento horizontal [H] en pronación [P] y con agarre estrecho [C].

La Figura 1 ilustra los resultados para la activación de la porción clavicular del pectoral mayor en los 12 ejercicios, y las diferencias significativas ($p \leq 0.05$) se presentan de la siguiente manera: HPC provocó una mayor activación de la porción clavicular del pectoral mayor que HPW, HSW, DPC, DPW, DSC y DSW; IPC provocó una mayor activación de la porción clavicular del pectoral mayor que HPW, HSW, DPC, DPW, DSC y DSW; IPW provocó una mayor activación de la porción clavicular del pectoral mayor que DSW; ISC activó más la porción clavicular del pectoral mayor que HPW, HSW, DPC, DPW, DSC y DSW; ISW activó más la porción clavicular del pectoral mayor que HPW, HSW, DPC, DPW, DSC y DSW. Como resultado, las mejores posiciones en el press de banco para una mayor activación muscular de la porción clavicular del pectoral mayor son, por lo tanto, HPC, IPC, ISC e ISW.

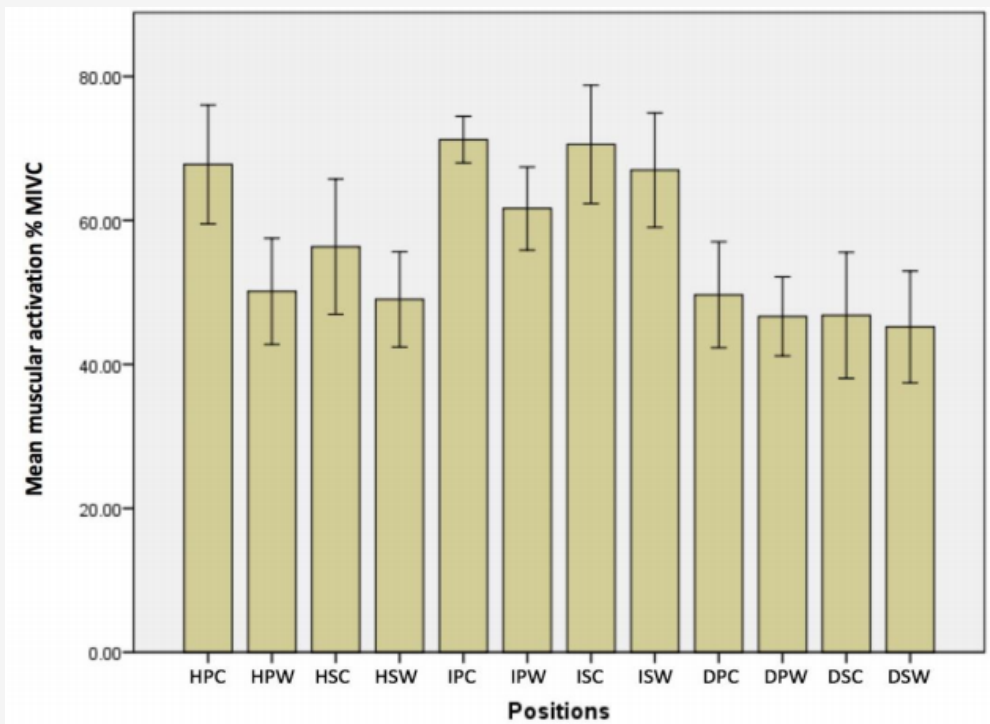


Figura 1. Efectos de la inclinación del tronco (-15°, 0°, +30°), el ancho del agarre (amplio vs cerrado) y el tipo de agarre (pronación vs supinación) sobre la actividad EMG de la porción clavicular del pectoral mayor.

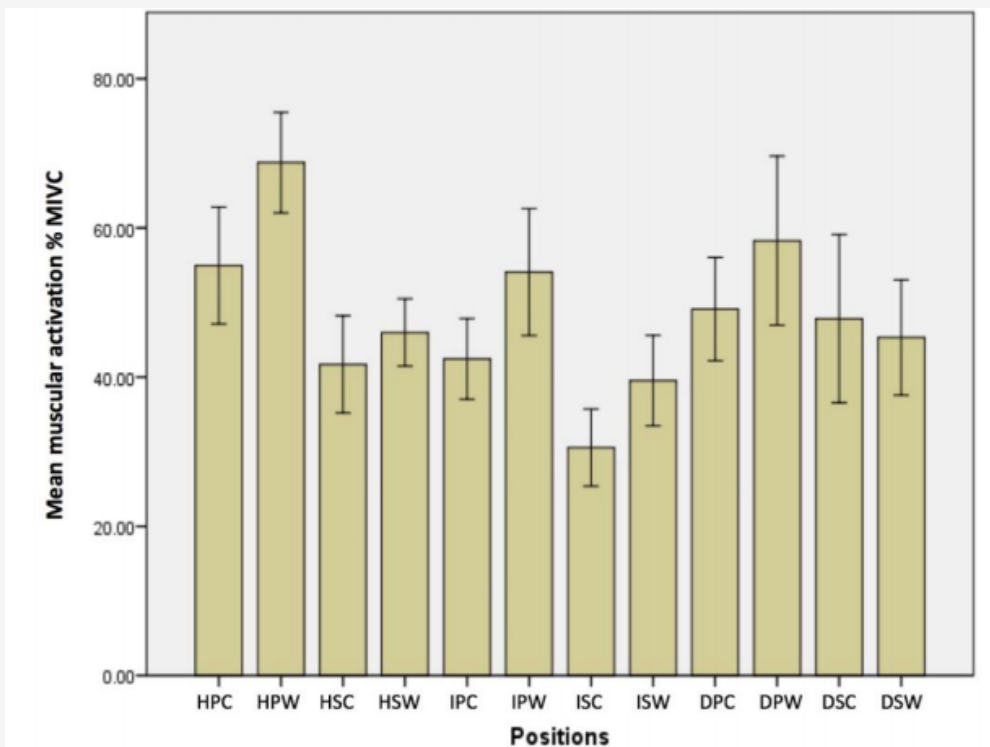
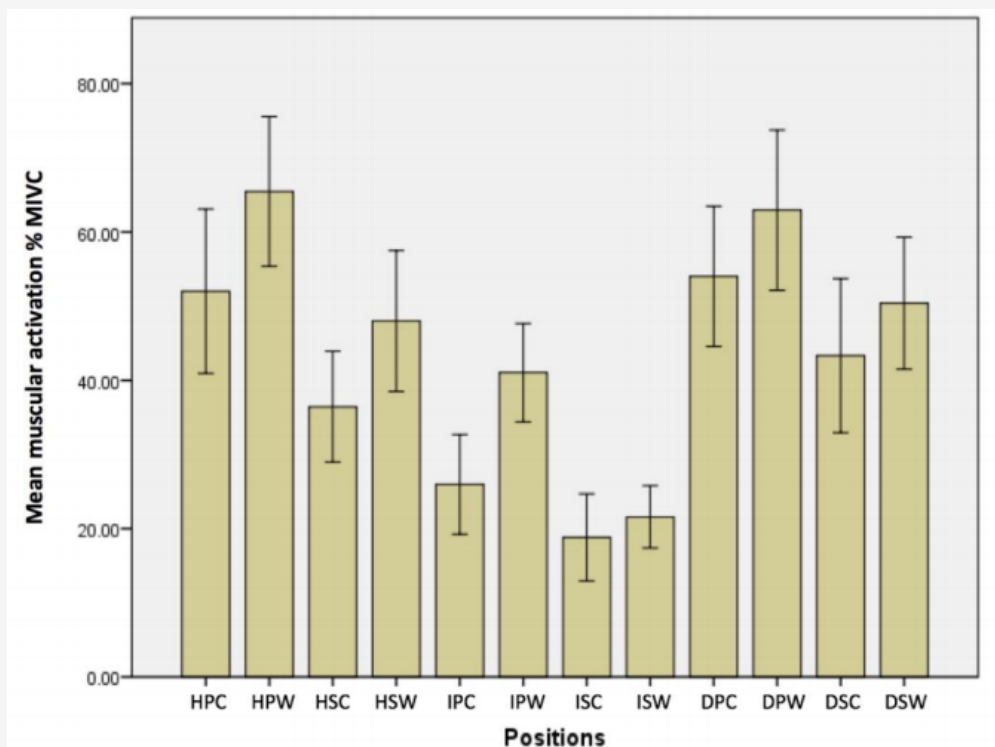


Figura 2. Efectos de la inclinación del tronco (-15°, 0°, +30°), el ancho del agarre (amplio vs cerrado) y el tipo de agarre (pronación vs supinación) sobre la actividad EMG de la porción esternocostal del pectoral mayor.



Porción esternocostal del pectoral mayor

La Figura 2 ilustra los resultados para la activación de la porción esternocostal del pectoral mayor en los 12 ejercicios y las diferencias significativas ($p \leq 0.05$) se presentan de la siguiente manera: HPC provocó una mayor activación de la porción esternocostal del pectoral mayor que ISC ; HPW provocó una mayor activación de la porción esternocostal que HSC, HSW, IPC, ISC, ISW, DPC, DSC y DSW; IPW provocó una mayor activación de la porción esternocostal del pectoral mayor que ISC; el DPC provocó una mayor activación de la porción esternocostal del pectoral mayor que ISC; DPW provocó una mayor activación de la porción esternocostal del pectoral mayor que ISC y el ISW; DSC provocó una mayor activación de la porción esternocostal del pectoral mayor que ISC. Como resultado, la mejor posición en el press de banco para la activación de la porción esternocostal del pectoral mayor es HPW.

Porción abdominal del pectoral mayor

La Figura 3 ilustra los resultados para la activación de la porción abdominal del pectoral mayor en los 12 ejercicios y las diferencias significativas ($p \leq 0.05$) se presentan de la siguiente manera: HPC provocó una mayor activación de la porción abdominal del pectoral mayor que IPS , ISC e ISW; HPW provocó una mayor activación de la porción abdominal del pectoral mayor que HSC, IPC, IPW, ISC, ISW y DSC; HSW provocó una mayor activación de la porción abdominal del pectoral mayor que IPC, ISC e ISW; IPW provocó una mayor activación de la porción abdominal del pectoral mayor que ISC y el ISW; DPC provocó una mayor activación de la porción abdominal del pectoral mayor que IPC, ISC e ISW; DPW provocó una mayor activación de la porción abdominal del pectoral mayor que HSC, IPC, IPW, ISC, ISW y DSC; DSC provocó una mayor activación de la porción abdominal del pectoral mayor que ISC y ISW; DSW provocó una mayor activación de la porción abdominal del pectoral mayor que IPC, ISC e ISW. Como resultado, las mejores posiciones en el press de banco para el reclutamiento de la porción abdominal del pectoral mayor son HPW y DPW.

Porción larga del tríceps braquial

La Figura 4 ilustra los resultados para la activación de la porción larga del tríceps braquial en los 12 ejercicios y las diferencias significativas ($p \leq 0.05$) se presentan de la siguiente manera: HPC provocó una mayor activación de la porción larga del tríceps braquial que HSW; DPC provocó una mayor activación de la porción larga del tríceps braquial que HSW, ISC y DSW. Como resultado, las mejores posiciones en el press de banco para el reclutamiento de la porción larga del tríceps braquial son HPC y DPC.

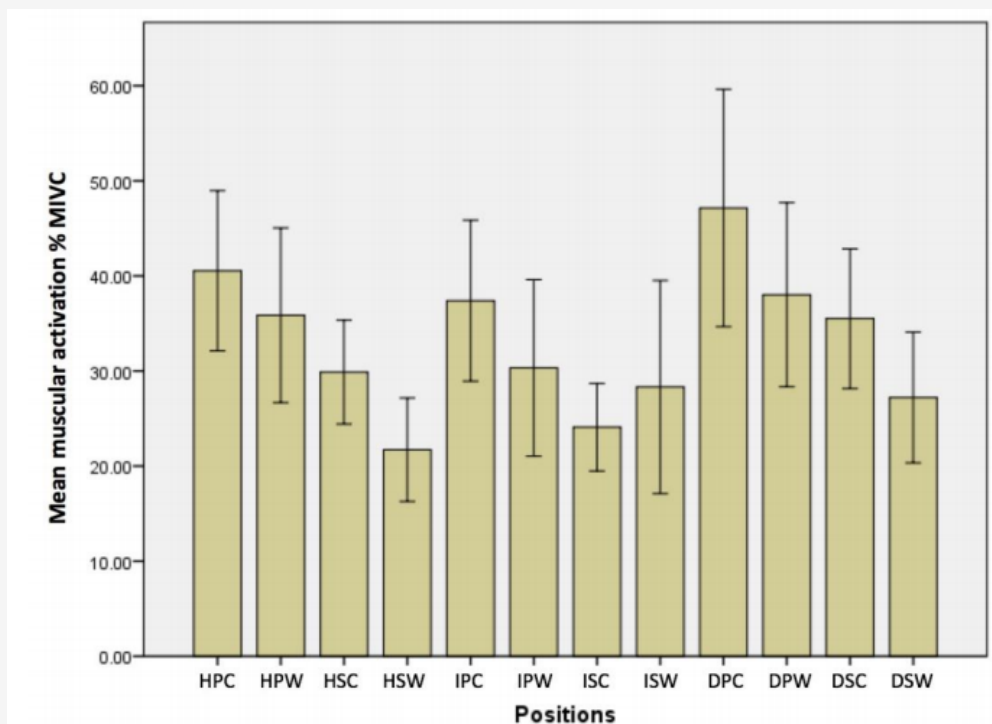


Figura 3. Efectos de la inclinación del tronco (-15°, 0°, +30°), el ancho de agarre (amplio vs cerrado) y el tipo de agarre (pronación vs supinación) sobre la actividad EMG de la porción abdominal del pectoral mayor.

Muscles	Positions with maximum muscle activation	Positions with minimum muscle activation
Clavicular head of pectoralis major	HPC, IPC, ISC, ISW	HPW, HSW, DPC, DPW, DSC, DSW
Sternocostal head of pectoralis major	HPW	ISC, ISW
Abdominal head of pectoralis major	HPW, DPW	IPC, IPW, ISC, ISW
Triceps brachii	HPC, DPC	HSW, ISC, DSW

The abbreviations above mean: Inclination [H = Horizontal (0°); I = Incline (+30°); D = Decline (-15°)] / Type of grip [P = pronated; S = supinated] / Width of the grip [C = Close; W=Wide]. For example, the HPC position means the horizontal movement [H] in pronation [P] and with close grip [C]).

Figura 4. Efectos de la inclinación del tronco (-15°, 0°, +30°), el ancho de agarre (amplio vs cerrado) y el tipo de agarre (pronación vs supinación) sobre la actividad EMG de la porción larga del tríceps braquial.

DISCUSIÓN

La porción clavicular del pectoral mayor provocó una mayor activación, según el presente estudio, con el press de banco horizontal (0°) con un agarre estrecho así como en casi todas las posiciones (3/4) durante el press de banco inclinado (+30°). Como resultado, estos datos son consistentes con Barnett y cols. (2) que demostraron una mejor activación en la porción clavicular del pectoral mayor durante un press de banco horizontal con agarre cerrado en comparación con un press de banco con agarre amplio.

Por el contrario, Lehman (10) no encontró diferencias significativas entre el agarre en pronación amplio (200% del ancho biacromial) y cerrado (100% del ancho biacromial) sobre el reclutamiento de la porción clavicular. Cuatro puntos pueden explicar esta diferencia: (a) Primero, Lehman no controló la abducción en el hombro para ambos anchos de agarre, por lo que los participantes simplemente pudieron mantener el ángulo con el hombro idéntico en ambos tipos de movimientos.

Sabiendo que la porción clavicular también está involucrada en la flexión del hombro (8), un agarre cerrado con un ángulo controlado del hombro causaría más flexión ($<45^\circ$ como se realizó en este estudio) lo que puede explicar esta diferencia; (b) En segundo lugar, Lehman hizo que los sujetos realizaran un movimiento de presión isométrica durante 5 segundos en lugar de realizar una repetición con un rango de movimiento completo; (c) En tercer lugar, no se mencionan datos sobre la posición de los electrodos en el músculo, además del hecho de que "los electrodos de la porción clavicular y esternocostal están a una distancia de 2.5 cm", lo que dificulta la comparación; (d) Finalmente, la carga utilizada fue idéntica para todas las posiciones analizadas, contrario al presente estudio que utilizó un peso correspondiente a 12MR respectivo para cada una de las posiciones analizadas.

Para la variación de la inclinación del banco, no se observó diferencia significativa entre el press de banco horizontal (0°) y el press de banco inclinado ($+30^\circ$) con un agarre amplio en pronación para la porción clavicular del pectoral mayor. Estos datos son consistentes con los resultados de estudios previos (2, 9, 13). Además, no hubo diferencias significativas entre el press de banco inclinado (-15°) e inclinado ($+30^\circ$) con un agarre amplio en pronación en nuestro estudio. Estos datos son consistentes con los resultados de Glass y Armstrong (6), Trebs y cols. (14) y Lauver y cols. (9), pero es potencialmente contrario a los de Barnett y cols. (2). En el estudio de Barnett y cols. (2), se utilizaron anchos de agarre similares a los de este estudio, es decir, 100% y 200% del ancho biacromial. Por otro lado, las inclinaciones utilizadas fueron diferentes entre este estudio y el de Barnett y cols. (-15° vs -18° , $+30^\circ$ vs $+40^\circ$, respectivamente). Curiosamente, Trebs y cols. (14) demostraron una diferencia significativa en el reclutamiento de la porción clavicular entre la posición horizontal (0°) y la posición inclinada a $+44^\circ$, pero no significativa en comparación con una posición a $+28^\circ$. Así, la diferencia entre los ángulos analizados (diferencia de 45° entre -15° y $+30^\circ$ en el presente estudio frente a la diferencia de 58° entre -18° y 40° en el de Barnett y cols. (2)) podría explicar la diferencia en la activación de la porción clavicular. Además, Barnett y cols. (2) no mencionó el ancho de agarre que resultó en la mejor activación muscular. Simplemente se mencionó que la posición inclinada provocó una mayor activación de la porción clavicular que la posición declinada. Sin embargo, el presente estudio demostró una mejor activación de la posición clavicular del pectoral mayor durante un press de banco inclinado con un agarre cerrado en pronación en comparación con la misma toma de agarre, pero en un press de banco declinado. Estos resultados estarían entonces de acuerdo con Barnett y cols. (2) si los autores habían especificado el ancho de la toma.

Con respecto al agarre supinado, los resultados de este estudio no mostraron diferencias significativas entre el agarre supinado y en pronación durante el press de banca horizontal. De hecho, un agarre cerrado en pronación provocó una mayor activación de la porción clavicular que los otros dos anchos de agarre supinados durante el press de banco horizontal (0°). Como resultado, estos resultados no concuerdan con los de Lehman (10), quien mostró una activación superior entre un press de banco horizontal con agarre amplio supinado (200% del ancho biacromial) (0%) versus el mismo ejercicio pero realizado con agarre en pronación. Las conclusiones también son las mismas cuando Lehman (10) comparó el agarre cerrado en supinación (100% del ancho biacromial) con el mismo ejercicio realizado con un agarre en pronación y el mismo peso. La explicación de esta diferencia se basa en la carga utilizada entre los dos estudios (el estudio de Lehman y el nuestro). Lehman (10) utilizó 12MR del agarre cerrado supinado como carga general para sostener isométricamente durante 5 segundos en todas las posiciones. Dado que el uso de un agarre supinado no es común en el entrenamiento de la fuerza y puede ser intrínsecamente peligroso, es muy probable que los individuos se sintieran incómodos con este movimiento y, por lo tanto, usaran una carga muy pequeña en comparación con su capacidad real en el press de banco en pronación. A la luz de esta comparación, el agarre supinado puede tener más riesgos que beneficios y debe evitarse.

Como resultado, el análisis electromiográfico en pronación fue potencialmente submáximo y habría resultado en un reclutamiento inferior de la porción clavicular, dando así una falsa ventaja a la supinación. En el presente estudio, los participantes tenían una diferencia de fuerza de casi 18 kg entre los agarres en pronación y en supinación. Dado que la señal electromiográfica (EMG) está relacionada con el número de reclutamiento de fibras musculares y una mayor carga aumenta el reclutamiento de las fibras y, por lo tanto, de la señal EMG, una carga submáxima (como en el estudio de Lehman (10)) subestima así la real afectación muscular de la porción clavicular del pectoral mayor cuando el movimiento se realiza con un agarre en pronación con el mismo peso que con un agarre en supinación.

Para la porción esternocostal del pectoral mayor, se activó mejor, según el presente estudio, mediante el press de banco horizontal de agarre cerrado (0°) así como en todas las posiciones (3) utilizando un agarre amplio en pronación (-15° , 0° , $+30^\circ$). Sin embargo, no hubo una diferencia significativa entre el agarre cerrado y el agarre amplio dentro de la misma inclinación, lo que es consistente con los resultados de Lehman (10) y Barnett y cols. (2). Para la inclinación del banco, el presente estudio no mostró una diferencia significativa en la activación de la porción esternocostal entre las tres inclinaciones en los agarres cerrado y amplio en pronación, lo que es consistente con los resultados de Lauver y cols. (9), Glass y Armstrong (6) y Trebs y cols. (14). Al examinar las diferencias en comparación con un agarre amplio en pronación en el press de banco horizontal (0°), todos los agarres en supinación (6) en las tres inclinaciones (HSC, HSW, ISC, ISW, DSC, DSW) estimularon significativamente menos la porción esternocostal del pectoral mayor.

La posición declinada favoreció la porción abdominal del pectoral mayor en comparación con la posición inclinada y el agarre horizontal amplio mejora el reclutamiento de la porción abdominal en comparación con todas las posiciones inclinadas (4). Estos resultados son consistentes con los de Glass y Armstrong (6), Barnett y cols. (2) y Trebs y cols. (14), por lo cual la porción esternocostal mencionada en estos estudios debe compararse con la porción abdominal de este estudio (por encima del quinto espacio intercostal). No se observó una diferencia significativa ($p = 1.000$) entre la posición declinada y la horizontal cuando se usa un agarre amplio.

Además, los resultados del presente estudio apoyan que la activación de la porción larga del tríceps braquial no fue diferente en un agarre amplio en comparación con un agarre cerrado, y esto, para todas las inclinaciones y el tipo de agarre (HPC vs HPW, DPC vs DPW, IPC vs IPW, HSC vs HSW, DSC vs DSW, ISC vs ISW). Sin embargo, estos datos no concuerdan con los de Lehman (10) y Barnett y cols. (2) quienes notaron un aumento en el reclutamiento del tríceps braquial cuando el agarre es más cerrado. En el estudio de Lehman (10), el electrodo se colocó en la porción lateral del tríceps y no en la porción larga como en este estudio y en el de Barnett y cols. (2).

Además, los ángulos de abducción del hombro no se midieron en los dos estudios citados anteriormente y, por lo tanto, son la razón principal de esta diferencia. Como resultado, no controlar el ángulo de abducción del hombro puede resultar en una torsión diferente en el codo cuando se usa un agarre amplio y un agarre cerrado. Por ejemplo, si un participante mantiene un ángulo de hombro idéntico de 70° en un press de banco con un agarre estrecho o un agarre amplio, la fuerza generada por el tríceps será totalmente diferente en comparación con un participante que mueva su codo dependiendo del ancho de la empuñadura (como en nuestro estudio). En el primer caso, con un agarre cerrado, el participante tendrá la mano por encima del hombro y el codo estará de costado creando un brazo de alto momento a la altura del codo, y en consecuencia un mayor reclutamiento del tríceps braquial. Por el contrario, si el codo permanece cerca del cuerpo durante un agarre cerrado (ángulo de abducción del hombro $<45^\circ$), el codo terminará debajo de la mano, minimizando así el torque en el codo y menos diferencia en el reclutamiento del tríceps braquial. Durante el registro de EMG, ningún participante ha movido sus codos fuera de la zona de 45° tolerada para cada agarre durante ambos períodos de la prueba. En resumen, los principales efectos de la inclinación del tronco, el agarre amplio y el tipo de agarre sobre las actividades EMG (máxima y mínima) del pectoral mayor (todas las porciones) y la porción larga del tríceps braquial durante el press de banco se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Efectos de la inclinación del tronco, el ancho de agarre y el tipo de agarre sobre la actividad EMG al hacer press de banco.

Muscles	Positions with maximum muscle activation	Positions with minimum muscle activation
Clavicular head of pectoralis major	HPC, IPC, ISC, ISW	HPW, HSW, DPC, DPW, DSC, DSW
Sternocostal head of pectoralis major	HPW	ISC, ISW
Abdominal head of pectoralis major	HPW, DPW	IPC, IPW, ISC, ISW
Triceps brachii	HPC, DPC	HSW, ISC, DSW

The abbreviations above mean: Inclination [H = Horizontal (0°); I = Incline ($+30^\circ$); D = Decline (-15°)] / Type of grip [P = pronated; S = supinated] / Width of the grip [C = Close; W=Wide]. For example, the HPC position means the horizontal movement [H] in pronation [P] and with close grip [C].

APLICACIONES PRÁCTICAS

Las personas que se someten a un entrenamiento de la fuerza a menudo utilizan una variedad de métodos de entrenamiento, como variar el ancho del agarre, variar el tipo de agarre y variar la inclinación para intentar activar o reclutar diferentes porciones de un músculo. Estos individuos se concentran en el mismo grupo de músculos con la esperanza de estimular el crecimiento y/o la fuerza de estos músculos específicos. Dado que los músculos pectorales son un foco de interés principal en la mayoría de los programas de entrenamiento, existen distintas variaciones del press de banco para apuntar a este grupo muscular. En este estudio se analizaron doce variantes del press de banco para conocer el impacto y uso de cada una de ellas. Los resultados demostraron que durante un press de banco de intensidad moderada y sin fatiga, la activación de las unidades motoras era específica del tipo de variación del press de banco realizado. Parece que las porciones musculares del pectoral mayor (clavicular, esternocostal y abdominal) activadas durante el press de banco dependen de la inclinación relativa del tronco en la que trabaja el músculo para mover el húmero (teniendo en

cuenta el ángulo del hombro). Aquí están las consideraciones importantes:

1. El press de banco inclinado (+30°) con un agarre amplio en pronación no recluta la porción clavicular del pectoral mayor más que el plano horizontal (0°) y declinado (-15°) usando el mismo agarre. El agarre en pronación cerrado en el press de banco horizontal (0°) e inclinado (+30°) con un ángulo de hombro de menos de 45°, así como el agarre en supinación amplio y cerrado durante un press de banco inclinado (+30°) promueven aún más el reclutamiento de la porción clavicular del pectoral mayor.
2. El press de banco en declive (-15°) no recluta la porción abdominal del pectoral mayor más que el press de banco horizontal (0°). Las posiciones horizontal (0°) y declinada (-15°) con un agarre amplio o cerrado reclutan esta porción muscular de manera similar.
3. La amplitud del agarre afecta significativamente la actividad de la porción clavicular del pectoral mayor en el press de banco horizontal (0°), lo que significa que un agarre más estrecho conduce a un mejor reclutamiento. De lo contrario, el uso de un agarre amplio o estrecho no produce una diferencia significativa en el reclutamiento de las porciones esternocostal y abdominal del pectoral mayor y de la porción larga del tríceps braquial.
4. La activación del tríceps braquial no varía según el ancho del agarre. De hecho, si el codo se coloca debajo de la mano, independientemente del ancho del agarre utilizado, el reclutamiento del tríceps seguirá siendo aproximadamente el mismo. Sin embargo, si la mano se coloca más lejos del codo, aumentará el reclutamiento del tríceps.
5. El uso de un agarre supinado no agrega valor en el reclutamiento de las porciones esternocostal y abdominal del pectoral mayor y el tríceps braquial. Es de interés sólo en la posición inclinada (+30°) para aumentar el reclutamiento de la porción clavicular del pectoral mayor, aunque otras posiciones (agarre cerrado en pronación a 30° y 0°) lograrán un reclutamiento muscular similar. Por lo tanto, el uso de un agarre supinado no es necesario ni sugerido.
6. Para un atleta de culturismo que desea lograr el crecimiento general de todo el músculo pectoral, la combinación de un agarre cerrado en pronación y un agarre amplio en pronación a 0° en el press de banco será suficiente para lograr el mejor efecto de hipertrofia general.
7. Para atletas clásicos de fuerza/potencia como lanzadores, rugby y atletas de combate que pueden no tener tiempo para hacer 12 posiciones diferentes de press de banco, se debe lograr el uso combinado de un agarre cerrado en pronación y un agarre amplio en pronación a 0° para maximizar su fuerza de una manera eficiente en el tiempo. Además, variar la inclinación del press de banco podría permitir a los atletas expresar su fuerza en ángulos que pueden ser específicos de su deporte.

REFERENCIAS

1. Baechle, T.R., Earle, R.W., Wathen, D. (2000). Resistance training. In *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Baechle, T.R. and Earle, R.W., eds. Champaign, IL. pp. 395-426.
2. Barnett, C., Kippers, V. & Turner, P. (1995). Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of five shoulder muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 9(4): 222-227..
3. Brown, J.M.M., Wickham, J.B., McAndrew, D.J. & Huang, X.F. (2007). Muscles within muscles Coordination of 19 muscle segments within three shoulder muscles during isometric motor tasks. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17: 57-73.
4. Clemons, J. M. & Aaron, C. (1997). Effect of grip width on the myoelectric activity of the prime movers in the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 11(2): 82-87.
5. Fisher, J., Sales, A., Carlson, L. & Steele, J. (2017). A comparison of the motivational factors between CrossFit participants and other resistance exercise modalities: a pilot study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 57(9): 1227-1234.
6. Glass, S. C., Armstrong, T. (1997). Electromyographical activity of the pectoralis muscle during incline and decline bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 11(3): 163-167.
7. Hurley, B. F., Redmond, R. A., Pratley, R. E., Treuth, M. S., Rogers, M. A. & Goldberg, A. P. (1995). Effects of strength training on muscle hypertrophy and muscle cell disruption in older men. *International Journal of Sports Medicine*. 16(6): 378-384.
8. Inman, T., Saunders, M. & Abbott, C. (1944). Observations on the function of the shoulder joint. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 26: 1-30.
9. Lauer, J. D., Cayot, T. E. & Scheuermann, B. W. (2016). Influence of bench angle on upper extremity muscular activation during bench press exercise. *European Journal of Sport Science*. 16(3): 309-16..
10. Lehman, G. (2005). The influence of grip width and forearm pronation supination on upper-body myoelectric activity during the flat bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19(3): 587-591.
11. Segal, R. L. (1992). Neuromuscular compartments in the human biceps brachii muscle. *Neuroscience letters*. 140: 98-102.

12. Skelton, D. A., Young, A., Greig, C. A., Malbut, K. E. (1995). Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *Journal of the American Geriatric Society*. 43(10): 1081-1087.
13. Tanaka, H., Swensen, T. (1998). Impact of resistance training on endurance performance. *A new form of crosstraining? Sports Medicine*. 25(3): 191-200.
14. Trebs, A. A., Brandenburg, J. P. & Pitney, W. A. (2010). An electromyography analysis of 3 muscles surrounding the shoulder joint during the performance of a chest press exercise at several angles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 24(7), 1925-1930.