

Actividad electromiográfica del músculo pectoral mayor en los movimientos de press de banca inclinado y declinado respecto al press de banca horizontal

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, ROBERTO (1)
 GARCÍA-MANSO, JUAN MANUEL (1)
 TOUS FAJARDO, JULIO (2)
 ORTEGA SANTANA, FRANCISCO (3)
 VEGA MELIÁN,, FRANCISCA (1)
 GALLUD MARRERO, IGNACIO (1)

1. Departamento de Educación Física de la U.L.P.G.C. 2. Instituto Nacional de Educación Física de Barcelona.
 3. Departamento de Morfología de la U.L.P.G.C.

CORRESPONDENCIA:

Departamento de Educación Física de la U.L.P.G.C. Dirección: Departamento de Educación Física. Edificio de Educación Física. Campus Universitario de Tarifa. 35017 Las Palmas de Gran Canaria. España. Fax: 928-45.88.60

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2001; 136: 15-22

RESUMEN

Objetivos: Investigar los efectos que, sobre la respuesta electromiográfica (EMG) tiene la variación en la inclinación del banco y espacio de los agarres (cerrado, ancho), durante los ejercicios de press inclinado (PBI) (33°) y declinado (PBD) (9°), respecto al press horizontal (PBH). **Métodos:** Catorce sujetos, semientrenados, realizaron el test al 75% del IRM. Los registros se tomaron en las porciones clavicular (pc) y esternocostal (pe) del pectoral mayor. **Resultados:** Con agarre abierto, (pc): (PBD) (111,24%; p<0,001), (PBI) (103,32%; p<0,001) y (PBH) (100%). La (pe) se activó igualmente en (PBH) y (PBD), registrándose en (PBI) menores actividades (71%; p<0,001). Con agarre cerrado, hubo una tendencia a activar más la (pc) en los ejercicios de (PBH) (p = 0,013) y (PBD) (n.s.p = 0,080), no dándose esta tendencia en (PBI). La (pe) no experimentó cambios por variar el agarre. **Conclusiones:** Con ambos agarres, el (PBD) fue el que mayor respuesta EMG presentó en las dos porciones del pectoral. El (PBI) se mostró efectivo en la (pc), pero no para la (pe). El (PBH) en la (pc) obtuvo una respuesta EMG inferior a la de los (PBI) y (PBD), dando en la (pe) una actividad EMG sensiblemente inferior al (PBD) y ostensiblemente mayor que en (PBI).

PALABRAS CLAVE: Pectoral, Press de banco, Electromiografía.

SUMMARY

Objective: Investigate the effects of modifying bench inclination and hand spacing (narrow, wide) on the electromyography (EMG) response, during the exercises of inclined press (IBP) (33°) and declined press (DBP) (9°) with respect to the horizontal press (HBP). **Method:** Fourteen semitrained young men performed the test at 75% of IRM. Surface electrodes were placed in both the clavicular (cp) and sternocostal portions (sp). **Results:** With wide grip, (cp): (DBP) (111,24%; p<0,001), (IBP) (103,32%; p<0,001) and (HBP) (100%). The (sp) was activated in the same way in (HBP) and (DBP), but registred lower activity in (IBP) (71%; p<0,001). With narrow grip there was a tendency to activate more the (cp) in the exercises of (HBP) (p = 0,013) and (DBP) (n.s.p = 0,080). This tendency was not found in (IBP). The (sp) did not experiment changes when varying the grip. **Conclusions:** With both grips, the (DBP) was the one which showed a greater EMG response gave in both portions of the pectoral. The (IBP) proved itself showed effective in the (cp), but not in (ep). The (HBP) in the (cp) obtained a lower EMG response than that of the (IBP) and (DBP), giving in the (sp) a sensibly lower EMG activity than the (DBP) and an ostensibly greater one than in (IBP).

KEY WORDS: Pectoral, Bench Press, Electromyography.

INTRODUCCION

El entrenamiento con pesas forma parte de los programas de entrenamiento de la mayoría de los deportistas, extendiéndose la aplicación a métodos de entrenamiento con sobrecargas a las diferentes exigencias de cada especialidad deportiva.

Empíricamente se sabe que el press de banca es un ejercicio idóneo para el aumento de fuerza de los músculos de la parte anterior del tórax, especialmente pectoral mayor y parte anterior del deltoides, así como de la musculatura extensora del brazo (*tríceps braquial*). Por ello, es uno de los ejercicios más utilizados para aumentar la fuerza y conseguir una importante hipertrofia de esta musculatura. Con este fin, además del press de banca horizontal, se incluyen en las rutinas de entrenamiento los press inclinados, con intención de trabajar más la porción clavicular, y los press declinados, con la creencia de que se logrará incidir más sobre las fibras caudales de la porción esternocostal del pectoral.

Es necesario tener presente que, en los músculos multifuncionales, el reclutamiento de unidades motoras depende, entre otros aspectos, de la dirección en la que se realiza un esfuerzo Shelvin y cols¹(1969). Esta forma de producirse el reclutamiento también es aplicable al pectoral mayor Basmajian y Deluca² (1974), habiéndose observado también que la porción clavicular se activaba más cuando se mueve el brazo medialmente con respecto a la horizontal Pearl y cols³ (1992); Cram y Kasman⁴ (1998). Igualmente, debe considerarse el nivel de entrenamiento y la capacidad de control que el deportista tenga sobre la musculatura en movimiento.

Windhorst y cols⁵ (1989), English y cols⁶ (1993), Paton y Brown⁷ (1995), Jensen y Westgaard⁸ (1997), Kernell⁹ (1998), emplean términos como *participación neuromuscular*, *compartimentación muscular*, *diferenciación funcional*, *subdivisión funcional* o *regionalización muscular*, para describir la capacidad que tiene el sistema nervioso central para controlar de forma parcial e independiente zonas concretas de un músculo. Este comportamiento ha sido descrito en diferentes grupos musculares entre los que se encuentra el pectoral mayor, Paton y Brown⁸, (1994); Glass y Armstrong¹⁰, (1997).

Por otro lado, sabemos que en ocasiones algunos deportistas, buscando una mayor localización del trabajo muscular, ejecutan el press de banca con modificaciones en los agarres. Cabe destacar aquellos que hacen referencia a la se-

paración de los mismos (agarre ancho y agarre estrecho). Así, Barnett y cols¹¹(1995), estudiaron (EMG) el pectoral mayor, durante la ejecución de los tres movimientos antes mencionados (press de banca horizontal, press de banca inclinado y press de banca declinado), analizando la activación de la parte clavicular y la porción media esternocostal. Además observaron las diferencias que se daban cuando se realizaron con agarre estrecho (100% Ø Biacromial) y agarre ancho (200% Ø Biacromial). Los autores encontraron que la porción clavicular se activó más durante el press horizontal que en el declinado (18° bajo la horizontal), mientras que la porción esternocostal se activó menos en la posición declinada respecto a la posición horizontal y la posición inclinada (40° sobre la horizontal). De los datos de este estudio se desprende que es en la posición declinada 18° donde menos actividad electromiográfica se registró en las dos porciones del pectoral mayor analizadas. En cuanto a la influencia de los agarres concluyeron que para la porción clavicular muestra diferencias significativas a favor del movimiento realizado con agarre estrecho, no encontrando diferencias significativas en la porción esternocostal del movimiento con ambos agarres. Glass y Armstrong¹⁰ (1997), en un estudio en el que se comparó el press de banca inclinado (30°) y press de banca declinado (15°), concluyeron que la zona más caudal de la porción esternocostal se activó más cuando el gesto se realizaba en posición declinada, no encontrando diferencias significativas de activación en la porción clavicular.

La separación del agarre viene condicionada por el objetivo del entrenamiento y el nivel del deportista. Así, Madsen y Mc Laughlin¹² (1984), señalan que los powerlifters experimentados usan agarres más anchos que los principiantes, lo que conduce a un menor recorrido de la barra durante el ejercicio. En otro trabajo, Mc Laughlin¹³ (1984), sugiere que un agarre ancho aumentaría el rendimiento en este tipo de movimiento (kilos levantados.), lo que a su vez se refleja en un menor trabajo efectuado en cada levantamiento. También hace referencia a la existencia de una relación positiva entre agarre ancho y la implicación del pectoral, y del agarre estrecho y la implicación del tríceps, desaconsejando los agarres estrechos por el incremento de la implicación del tríceps.

Lander y cols¹⁴(1985) indican que el agarre estrecho permite generar más fuerza al inicio, pero a la vez impide producir fuerza al final del levantamiento. En la muestra utilizada en su investigación observan que el agarre ancho compromete la producción inicial de fuerza. Agarres moderados

(diámetro biacromial más el largo bilateral de brazos) parecen ser más interesantes que otros agarres mayores cuando se busca trabajar el pectoral mayor.

En cuanto a las acciones de la parte clavicular y esternocostal del pectoral mayor, esta extensamente documentado que actúan conjuntamente cuando se trata de la aducción del brazo y rotación medial del hombro, actuando también como sinergistas en la flexión horizontal del brazo. Por el contrario, se activan de forma diferenciada cuando el brazo está flexionado aproximadamente a 60°, momento en el que la porción clavicular actuará como flexora y la porción esternocostal como extensora.

El objetivo de este estudio es determinar la actividad mioeléctrica de las dos porciones, clavicular y esternocostal, del músculo pectoral mayor durante la ejecución de tres variantes del press de banca en cuanto a inclinación (horizontal, inclinado (33°) y declinado (9°) y dos en cuanto a la anchura del agarre (ancho y estrecho).

MATERIAL Y METODO

Muestra

Catorce estudiantes de educación física, se ofrecieron como sujetos experimentales, dando su consentimiento mediante un documento escrito en el que se les informaba de los objetivos y desarrollo del estudio.

Las características de los sujetos fueron las siguientes:

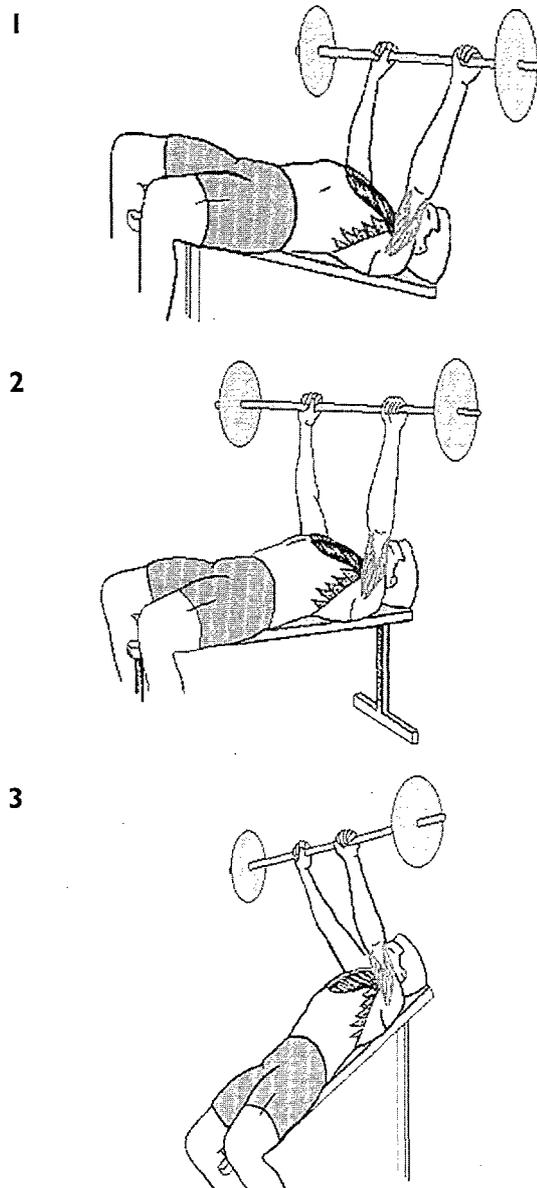
Tabla I Características de la muestra.	
Edad:	24,28 años (+/- 2,87)
Estatura:	178,48 cm (+/- 5,14)
Envergadura:	180,71 cm (+/- 7,19)
Diámetro biacromial	43,03 cm (+/- 3,63)
Peso corporal	80,31 kg (+/- 8,63)
IRM horizontal	92,75 kg (+/- 18,34)
IRM inclinado	79,4 kg (+/- 15,66)
IRM declinado	88,34 kg (+/- 19,12)
Experiencia:	3,36 años (+/- 2,40)

Instrumentos de valoración

Se empleó un electromiografo de dos canales (Muscle Tester ME 300; Mega Electronics Ltd.), con una frecuencia de registro directamente integrada a 10 datos por segundo por canal y valores expresados en microvoltios por segundo. Se midió y pesó a los sujetos en la báscula tallímetro (Añó Sayol, modelo Atlántida), calibrada con masas M1, con una precisión de 1 kg para la masa y 1 cm para la estatura. El diámetro biacromial se tomó con el compás de grandes diámetros (Holtain Ltd). La barra con la que se realizaron los ejercicios es una barra olímpica a la que se añadieron discos metálicos (Salter).

Figura I

Posiciones del ejercicio de press de banca: Declinado (1); Horizontal (2); Declinado (3).



Procedimiento de los tests

El primer día se tomaron los datos antropométricos y se determinaron los agarres con los que posteriormente trabajaría cada sujeto, para lo que se utilizó la ecuación: $Aa = [(Envergadura - Longitud\ interna\ de\ la\ barra\ (131cm)) + DBA]$. Esta distancia es la que debe haber entre los dedos corazón o anular de cada mano en las tres posiciones del press de banca con agarre amplio. El agarre estrecho fue un 30% menor que el anterior. Se garantizó la exactitud de los agarres mediante la utilización de una cinta métrica que se colocó en el centro de la barra utilizada (barra olímpica de la marca Salter).

El 1RM se determinó para los tres movimientos de forma indirecta. Para ello, tras el calentamiento, los sujetos realizaron el máximo número de repeticiones (nunca superior a cuatro) de una carga previamente fijada. El valor final de 1RM se calculó mediante la ecuación propuesta por Bryzcki¹⁵(1993): $(\% 1RM = 1,0278 - 2,78 \times repeticiones\ realizadas\ hasta\ el\ fallo)$. Este protocolo tiene una elevada fiabilidad siempre que no se sobrepasan las diez repeticiones (Mayhew¹⁶, 1995; Bryzcki¹⁵, 1993; LeSuer¹⁷, 1997).

Dos días más tarde, (48 horas) realizaron el protocolo. Previamente se preparó la piel del músculo pectoral mayor derecho (afeitado y abrasión, más limpieza con un algodón empapado en alcohol), para facilitar la colocación de los electrodos de superficie (bipolares de registro; Blue Sensor, Medicotest, Olstykke, Denmark). Éstos se colocaron sobre la porción clavicular del pectoral mayor y sobre las fibras caudales de la zona esternocostal. Ambos pares de electrodos se situaron en dirección a las fibras musculares de cada porción (Basmajian¹⁸ 1980; Soderberg y Knutson¹⁹, 2000; Merletti²⁰ y cols. 2001;)

Cada sujeto realizó dos series de cinco repeticiones (75% del 1RM) en cada ejercicio, una con el agarre amplio y otra con el agarre cerrado, estableciéndose un tiempo de descanso entre series de 4 minutos. Se solicitó que cada levantamiento se ejecutase de manera que el codo estuviera totalmente extendido al final del recorrido, además de que la barra tocara el pecho al final de la fase de descenso (aproximadamente en el segundo tercio de la longitud del esternón). Se controló el desplazamiento del codo y del brazo de manera que estos se desplazaban aproximadamente en el mismo plano que se desplazaba la barra, no permitiendo que se acercara el codo al cuerpo.

Análisis de datos

De las respuestas EMG, de las cinco repeticiones registradas en cada serie, se hizo la media de los valores EMG de

las tres mejores repeticiones de cada una de ellas. Una vez obtenidos estos promedios, se calcularon los porcentajes que correspondían a los valores logrados en el press de banca inclinado y el press de banca declinado, respecto a los del press de banca horizontal, deduciéndose de esta manera el porcentaje de activación de estos dos ejercicios (inclinado y declinado) respecto al de referencia (horizontal). Este tratamiento se hizo tanto para el agarre abierto como para el agarre cerrado.

Un problema se planteó a la hora de determinar los porcentajes de activación de los agarres cerrados respecto a los abiertos, ya que solo se calculó la repetición máxima (1 RM) con agarre abierto. Esta descrito que agarres abiertos aumentan el rendimiento en el press de banca, debido principalmente a que la distancia recorrida por la barra es menor, disminuyendo el trabajo aplicado para un levantamiento con agarre abierto respecto al cerrado, (Mc Lauglin y cols¹³ 1984; Lander y cols¹⁴ 1985). Esto supone que el peso máximo levantado con agarre abierto sea mayor que con agarre cerrado. En nuestro caso utilizamos el 75% del 1RM del agarre amplio para trabajar con agarre estrecho, lo que supone que el porcentaje real de carga utilizado con el agarre estrecho es algo mayor del 75% de ese movimiento.

RESULTADOS

Porción clavicular del pectoral mayor. Con agarre amplio, la porción clavicular se activo más en la posición inclinada un (103,32%; $p < 0,001$), y en la posición declinada, un (111,24 %; $p < 0,001$), con respecto a la posición horizontal. Con agarre cerrado el porcentaje de actividad EMG de la porción clavicular fue en la posición inclinada de un 93,61% ($p < 0,04$) con respecto a la horizontal, mientras que en la declinada fue 103,08% (n.s.) con respecto al mismo movimiento de referencia.

Porción esternocostal del pectoral mayor. Se observa que en el press de banca inclinado (33°) la porción esternocostal registra valores del 71% ($p < 0,001$) para el agarre amplio y un 65% ($p < 0,001$) para el agarre cerrado respecto a la actividad registrada en el press de banca horizontal. En el press de banca declinado (9°) los valores registrados en la porción esternocostal se encuentran en un 106% (ns) cuando se ejecuta con agarre amplio, y en un 100% para el agarre cerrado con respecto a los valores registrados en el press de banca horizontal.

Figura II

Valores EMG alcanzados por las porciones clavicular y esternocostal del pectoral mayor, durante los tres ejercicios de press de banca (horizontal, inclinado, declinado) al 75 % del 1RM, con agarre amplio.

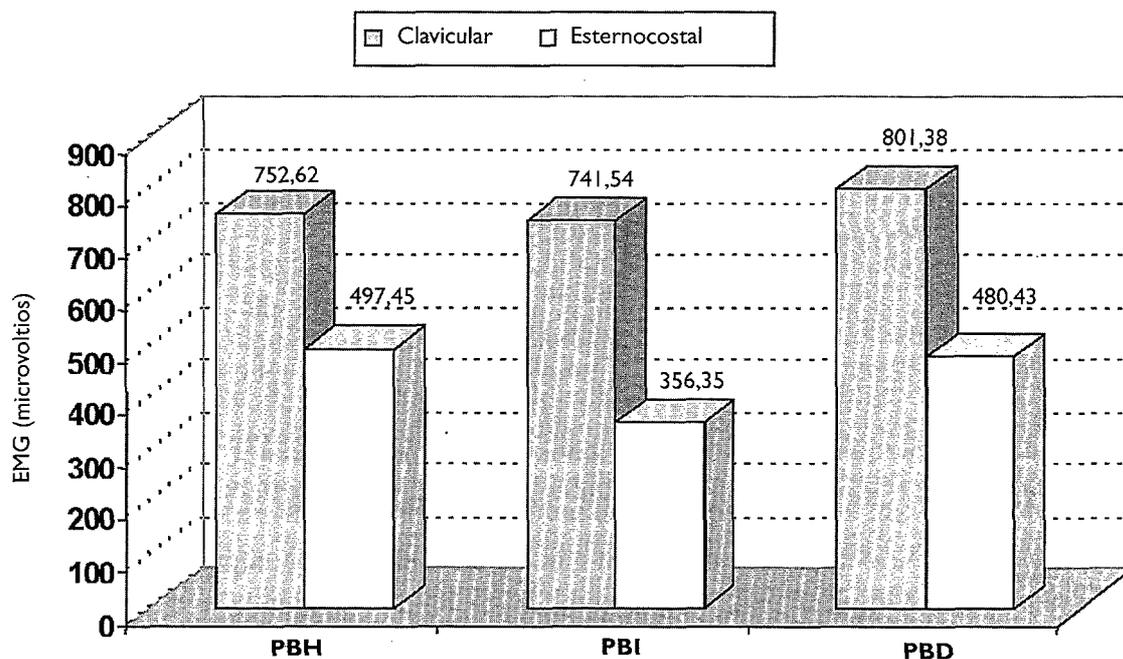
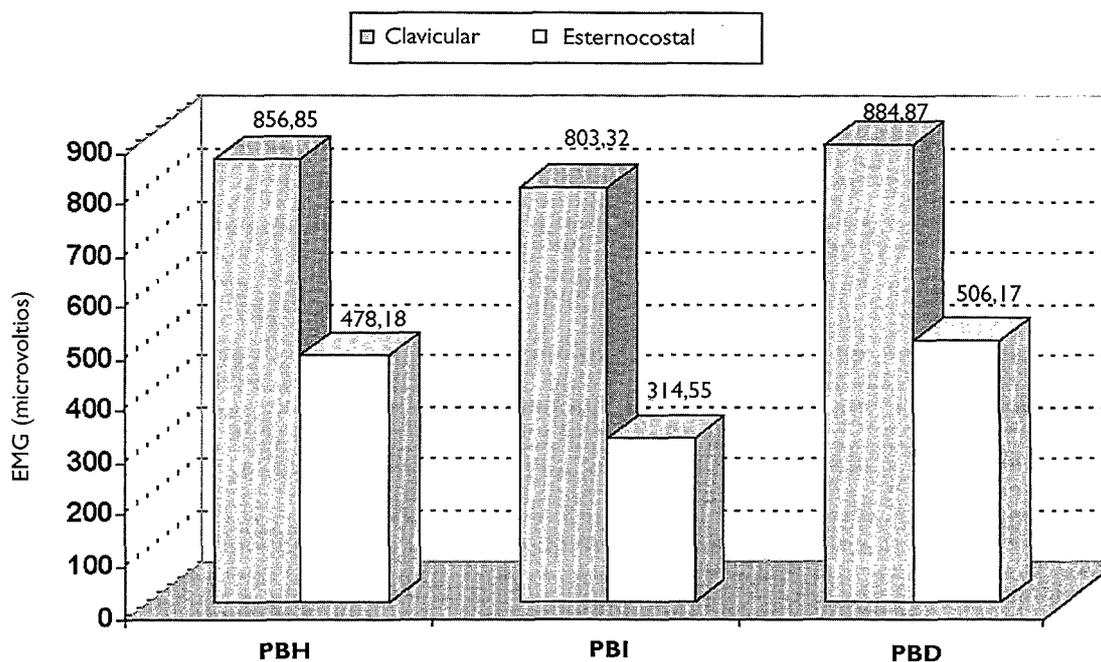


Figura III

Valores EMG que alcanzan las porciones clavicular y esternocostal del pectoral mayor durante los tres ejercicios de press de banca (horizontal, inclinado, declinado) con una carga submáxima y agarre cerrado.



Las diferencias de activación registradas en el pectoral cuando se realizan diferentes agarres son enumeradas en los siguientes puntos:

Porción clavicular: se encontró una mayor activación en el press horizontal con agarre cerrado respecto al mismo movimiento con agarre amplio ($p = 0,013$). En el press inclina-

do, la actividad EMG con agarre cerrado disminuyó respecto al agarre amplio, pero tal diferencia no fue significativa. En el press declinado se observó una tendencia a activar más la porción clavicular con el agarre cerrado respecto al amplio, (ns ; $p = 0,08$). En la porción esternocostal no se registraron diferencias significativas de activación en ninguno de los casos estudiados.

Tabla II

Porcentaje de actividad EMG (%) y grado de significancia (p) respecto al press de banco horizontal. PBI: press de banca inclinado. PBD: press de banca declinado.

	AGARRE ABIERTO				AGARRE CERRADO			
	% CLAVICULAR	p	% ESTERNAL	p	% CLAVICULAR	p	% ESTERNAL	p
PBI	103,32%	,001	71%	,001	93,61%	,04	65%	,001
PBD	111,24%	,001	100%	,001	103,08%	ns	106%	ns

Discusión

Al hacer el análisis de los datos, los cuales fueron recogidos en una misma sesión y sin cambiar los electrodos, se comparó la actividad EMG de las porciones clavicular y esternocostal durante tres movimientos de press de banca (horizontal, inclinado y declinado). Para ello, se tomó como referencia la actividad registrada en el press horizontal en cada uno de los dos agarres utilizados (amplio y cerrado). Posteriormente, siempre a partir de este criterio, se comparó la actividad EMG durante la ejecución de los movimientos de press inclinado y declinado con la actividad del valor de referencia (press horizontal). Por lo tanto, se ha de subrayar que, en el presente estudio, se están describiendo las diferencias en el comportamiento EMG de las porciones estudiadas en distintos planos de trabajo, y no el porcentaje de respuesta EMG que se logra para realizar una serie con una carga submáxima, lo que podría llevar a un error en la interpretación de los datos.

Si se analiza de forma integral cada uno de los ejercicios investigados, es decir, teniendo en cuenta la respuesta EMG de las dos porciones analizadas (clavicular, esternocostal), puede observarse que en el press inclinado (33°) con agarre ancho, la porción clavicular se activa un 3% más ($p < 0,001$) que cuando se ejecuta el mismo movimiento en posición horizontal. Este comportamiento coincide con los datos aportados por Barnett y cols¹¹ (1995), quienes encontraron diferencias significativas de activación en la porción clavicular cuando el movimiento se realizaba en una posición inclinada (40°) y se compara con la horizontal. En la muestra es-

tudiada se encontró una menor actividad de la porción esternocostal, donde el registro EMG solo alcanzó valores del 71% ($p < 0,001$) con respecto al press horizontal, confirmando que la porción esternocostal durante la ejecución de un press inclinado (33°), se activa muy por debajo de los valores registrados en el press de banca horizontal, lo que también está de acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio de Barnett y cols¹¹ (1995).

Siguiendo en la comparación de nuestros datos con los que aporta el trabajo de Barnett y cols¹¹ (1995), es necesario señalar que existen comportamientos diferentes cuando se analizan los movimientos de press inclinado respecto al declinado. Los autores antes citados encuentran que la porción esternocostal se activa menos intensamente cuando el sujeto está declinado, lo que no coincide con los datos de nuestro estudio, donde se observa un registro mucho más intenso de esta porción del pectoral ($p < 0,001$) cuando se ejecuta este movimiento. Sin embargo, es necesario señalar que el ángulo que tiene el tronco es diferente para estos dos estudios ($+40^\circ$; -18° vs $+33^\circ$; -9°) lo que podría ser una de las causas que conduzcan a comportamientos diferentes. Esta posibilidad también la señalan Shelvin y cols¹ (1969) y Basmajian y De Luca² (1974), quienes apuntan una diferencia en el reclutamiento de unidades motoras en músculos multifuncionales dependiendo de la dirección en la que se realiza un esfuerzo, por lo que hay que señalar las inclinaciones distintas usadas en estos estudios, dando lugar a trabajos musculares realizados en diferentes planos. En otro estudio de similares características realizado por Glass y Armstrong¹⁰ (1997) se

puede observar cómo esa mayor activación de la porción esternocostal durante el press declinado que se había descrito en nuestro estudio también se repite con la muestra utilizada por estos autores, donde la posición del cuerpo es más parecida (+30°;-15°).

Cuando se analiza la respuesta EMG en función de la separación que tienen los agarres de la barra, se observa en la muestra empleada que el comportamiento durante el press de banca inclinado no responde a lo que se podía esperar. Tradicionalmente este movimiento se utiliza para fortalecer la parte superior del pectoral mayor, pero en nuestro caso la porción clavicular muestra una activación menor (93% $p < 0,04$) que cuando el movimiento se realiza en posición horizontal. Sin embargo, ese comportamiento esperado si aparece con el agarre ancho (103%; $p < 0,001$). Respecto a la porción esternocostal se ha de señalar que su activación es muy pequeña en el press inclinado (65%; $p < 0,001$), con independencia de la separación de los agarres.

En el press declinado se observaron una serie de comportamientos que podrían ser interesantes para la planificación de cargas de entrenamiento en esta musculatura. Cuando el movimiento se realiza con agarre ancho se observa que la actividad de la porción clavicular es un 11% ($p < 0,000$) superior a la que alcanza en la posición horizontal. En contraposición Barnett y cols¹¹ (1995), encuentran que durante el press declinado (18°) lo sujetos de su muestra no activan de forma intensa esta parte del pectoral, estando incluso por debajo de las actividades conseguidas en el press horizontal. Por su parte, Glass y Armstrong¹⁰ (1997), encontraron que las respuestas en la porción clavicular durante el press declinado eran tan relevantes como las que se producían en el press inclinado. Desde el punto de vista práctico, no se debe desechar ningún ejercicio, o dar exclusividad a otro, ya que posiblemente pueden existir unidades motoras que se activan en el press inclinado y no en el otro movimiento a pesar de que los registros EMG sean mayores.

Respecto a la porción esternocostal, durante la realización del press declinado, debemos señalar que los valores EMG fueron iguales (100%; ns) respecto a la activación del press horizontal, lo que lleva a pensar que, en nuestro estudio, la porción esternocostal se puede activar, en esta posición, en la misma proporción que lo hace en el press horizontal. Según Barnett y cols¹¹ (1995), la porción esternocostal se activa menos en el press declinado respecto al horizontal, aunque con un ángulo mucho más elevado que obliga al ejecutante a situarse en una posición bastante comprometida. Es raro encontrar en el mercado aparatos específicos para este movi-

miento en el que la inclinación (declinación) supere los 10°, aunque aquellas personas que utilizan los llamados bancos romanos utilizados para fortalecer la musculatura abdominal pueden lograr mayores inclinaciones. Entendemos que es necesario destacar que el press declinado con agarre estrecho permite activar muy intensamente la porción clavicular del pectoral mayor, llegando en nuestro estudio a alcanzarse registros un 10% superiores ($p < 0,001$), respecto al press inclinado. La porción esternocostal se activó un 6% (ns) más respecto a la posición horizontal con agarre cerrado.

Cuando se comparan los dos tipos de agarre, se pudo comprobar cómo con la separación estrecha del agarre se logra una activación más intensa de la porción clavicular en dos de los tres movimientos (horizontal: $p = 0,013$; declinado: $p = 0,080$) analizados. Resultados similares obtienen Barnett y cols¹¹ (1995), quienes encuentran que existe una tendencia a activar más la porción clavicular con los agarres cerrados, no registrando en su estudio diferencias significativas para la porción esternocostal. Esto se puede interpretar como una mayor sollicitación de esta musculatura cuando el agarre es cerrado, lo que contradice con lo que dicen algunos entrenadores y que es referenciado por Mc Laughlin¹³ (1984), el cuál defiende que existe una mayor implicación del pectoral con agarres anchos.

Pero no debemos equivocarnos en el análisis de estos resultados. El trabajo total realizado por todos los grupos musculares que intervienen en este movimiento es mayor cuando el recorrido sobre el que trabajan es más grande y el tiempo de aplicación de la fuerza es mayor. En este sentido, el tríceps braquial intervendrá en un mayor rango de movimiento de la articulación del codo cuando el agarre durante el press de banca es más estrecho, a la vez que el pectoral mayor tendrá que hacer un mayor trabajo al realizar el húmero un mayor recorrido angular. Esto no tiene que interpretarse igual que el grado de activación eléctrica que tiene dicha musculatura.

CONCLUSIONES

El press inclinado con agarre ancho es un ejercicio significativamente más eficaz para activar la porción clavicular del pectoral mayor que el press horizontal, sin embargo, en la muestra empleada se encontraron dificultades para activar la zona baja esternocostal, respecto al press horizontal. El press declinado con agarre ancho demostró mayor eficiencia para la zona clavicular, ya que responde con mayores diferencias de activación que el press inclinado, consiguiendo además en la zona esternocostal una respuesta EMG tan elevada como la registrada en el press horizontal. Por tanto, el movimiento de

press declinado con agarre ancho fue el movimiento de los estudiados con dicho agarre, que más exigió a las zonas clavicular y esternocostal de la musculatura del pectoral mayor.

Con agarre cerrado, el press declinado también es el movimiento con más capacidad para activar las porciones clavicular y esternocostal del pectoral mayor. Por orden de eficacia le seguiría el press horizontal, ya que el press inclinado no alcanza valores EMG tan altos, ni en la porción clavicular y mucho menos en la esternocostal. Con el mismo agarre (cerrado) la actividad EMG en la porción clavicular fue significativamente mayor durante la ejecución de los ejercicios de press horizontal y declinado, respecto a los mismos movimientos con agarre ancho. Asimismo, la actividad en la porción clavicular disminuyó durante el movimiento de press inclinado con agarre cerrado, respecto al mismo ejercicio con agarre ancho.

Durante la realización de los tres movimientos estudiados con ambos agarres, no se encontraron diferencias en la actividad EMG de la zona baja esternocostal.

Una característica de la porción clavicular fue que en todos los ejercicios del estudio obtuvo una actividad EMG alta, y que las diferencias entre los ejercicios, aun siendo significativas, no impidieron que se activara intensamente en los distintos movimientos. Por lo que se puede afirmar que, en este estudio, la porción clavicular se activa intensamente en cada uno de los movimientos estudiados. Por el contrario, se encontraron mayores dificultades para activar la zona esternocostal, como demuestra que los registros EMG sean más bajos, aunque tal comportamiento presenta diferencias importantes entre los sujetos de la muestra estudiada. Se encontró una elevada diferencia en la activación de esta zona durante el ejercicio de press inclinado, en el cual la actividad fue muy baja. Respondiendo con mayor activación durante los ejercicios de press horizontal y press declinado.

Bibliografía

- Shelvin, M.G., J.F. Hehmann, and J.A. Jucci. Electromyographic study of the function of some muscles crossing the glenohumeral joint. *Arch. Phys. Med.* 1969; 50:264-270.
- Basmajian, J.V., and C.J. DeLuca. *Muscle Alive: Their Functions Revealed by Electromyography* (3rd ed.). Baltimore: Williams & Wilkins, 1974.
- Pearl, M.L., J. Perry, L. Torburn and L.H. Gordon. An electromyography analysis of the shoulder during cones and planes of arm motion. *Clin. Orthop.* 1992; 284: 116-1127.
- Cran, J.R. and G.S. Kasman. *Introducción to surface electromyography*. Gaithersburg, MD.: Aspen, 1998.
- Windhorst, U., T.M. Hamm and D.G. Stuart. On the function on muscle and reflex partitioning. *Behav. Brain Sci.* 1989; 12: 629-681.
- English, A.W., S.L. Wolf and R.L. Segal. Compartmentalization of muscles and their motor nuclei: the partitioning hypothesis. *Phys. Ther.* 1993; 73: 857- 867.
- Paton, M.E., Brown, J.M. Functional differentiation within latissimus dorsi. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* 1995; 35(5): 301-309.
- Jensen, C. Westgaard, R.H. Eur. Functional subdivision of the upper trapezius muscle during low level activation. *J. Appl Physiol Occup Physiol.* 1997; 76(4):335-339.
- Kernell, D. Muscle regionalization. *Can. J. Appl. Physiol.* 1998; 23:1-22.
- Glass, S.C., and T. Armstrong. Electromyographical activity of the pectoralis muscle during incline and decline bench presses. *J. Strength and Cond. Res.* 1997;11(3):163-167.
- Barnett, C. Kippers, V. and Turner, P. Effects of variations of the bench press exercise on the EMG activity of the five shoulder muscles. *J. Strength and Cond. Res.* 1995; 9:222-227.
- Madsen, n., and T.M. McLaughlin. Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1984; 16:376-381.
- McLaughlin, T.M. grip spacing and arm position. *Powerlift USA.* 1984; 8(5):19-20.
- Lander, J.E., B. Bates, J. Sawhill, and J. Hamill. A comparison between free weight and isokinetic bench pressing. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1985;17:344-353.
- Brzycki, M. Strength testing: predicting a one-rep max from reps to fatigue. *Journal of Physical Education Recreation and Dance.* 1993; 64:88-90.
- Mayhew, J.L., et al. Using lift repetitions to predict muscular strength in adolescent males. *NSCA. Journal.* 1993; 15 (6): 35-38.
- LeSuer, DA., McCormick, JH., Mayhew, JL., Wasserstein, RL. The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance in the bench press, squat and deadlift. *Journal Strength Conditioning Research.* 1997;11(4):211-213.
- Basmajian, J.V., and R. Blumenstein. *Electrode Placement in EMG. Biofeedback.* Baltimore: Williams and Wilkins, 1980.
- Soderberg, L. G., and Knutson, M. L. *A Guide for Use and Interpretation of Kinesiological Electromyographic Data.* Physical Therapy. 2000; 80(5).
- Merletti, R., Rainoldi, A., and D. Farina. Surface Electromyography for Noninvasive Characterization of Muscle. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2001; 29(1): 20-25.