



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

TRABAJO FIN DE GRADO

Efecto de la anchura del agarre y de la posición del tronco en la activación muscular durante el Press Banca

Alumno: José Manuel Franco Quintero

Tutor académico: Francisco José Vera García

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el deporte

2022-2023



**c e n t r o d e
i n v e s t i g a c i ó n d e l
d e p o r t e**

Universidad Miguel Hernández de Elche

Índice

Resumen	3
Introducción.....	4
Método	5
Participante.....	5
Instrumental y registro de datos	5
Tareas y procedimientos	6
Tratamiento de datos	9
Resultados	9
Discusión.....	10
Conclusión	12
Bibliografía.....	13



Resumen

A pesar de que el Press Banca es uno de los ejercicios más populares para el fortalecimiento de la musculatura del tren superior, no existe un conocimiento adecuado sobre el efecto de la modificación de diferentes variables de la ejecución sobre la activación muscular, como por ejemplo, la anchura del agarre, la postura del tronco o el punto de contacto de la barra. Por ello, el objetivo de este Trabajo Fin de Grado fue analizar el impacto de estas variables sobre la activación de las porciones media (PMm) y superior (PMs) del pectoral mayor, el deltoides anterior (DA), el tríceps braquial (TB), el bíceps braquial (BB) y el dorsal ancho (DA) durante la ejecución del Press Banca. Se utilizó electromiografía de superficie y un electrogoniómetro de doble eje para registrar la activación muscular y el movimiento del hombro en los planos sagital y frontal durante la ejecución de 12 variantes del Press Banca: 3 anchuras de agarre (abierto, medio y cerrado) x 2 posiciones del tronco (arqueada y neutra) x 2 puntos de contacto de la barra (línea inter-mamilar y apófisis xifoides). La señal registrada fue rectificadora, suavizada y normalizada respecto a valores máximos obtenidos durante maniobras de contracción voluntaria isométrica máxima (CVM). Asimismo, en una sesión previa al registro de la electromiografía se midió el recorrido de la barra y la repetición máxima (RM) en cada una de las variantes del Press Banca analizadas. Los resultados revelaron que la anchura del agarre y la postura del tronco influyeron significativamente en el recorrido de la barra, la RM y los patrones de activación muscular. En general, un agarre más ancho y una postura arqueada del tronco se asociaron con un menor rango de movimiento y una mayor RM, mientras que un agarre más estrecho y una postura neutra del tronco resultaron en un mayor rango de movimiento y una menor RM. En relación con la electromiografía, la activación de PMm, PMs y DA fue mayor con un agarre abierto y la de TB con un agarre cerrado. Respecto a la posición del tronco y la dirección de la barra, en general se encontró mayor activación de los músculos agonistas del movimiento con el tronco en posición arqueada y la dirección de la barra hacia la apófisis xifoides en comparación con una posición de tronco neutra y una dirección de la barra hacia la línea inter-mamilar. En conclusión, aunque este es un estudio preliminar, la anchura del agarre, la postura del tronco y el punto de contacto de la barra parecen factores determinantes en el recorrido de la barra, la RM y la activación muscular durante el ejercicio de Press Banca.

Palabras clave: Electromiografía, tren superior, fuerza, ejercicio físico.

Introducción

Los ejercicios para el desarrollo de la fuerza muscular del tren superior son elementos habituales de los programas de entrenamiento para la mejora del rendimiento deportivo (Gentil et al., 2007; Kraemer & Ratamess, 2004) y de la salud (mejoras cardiovasculares, protección frente a la pérdida de densidad mineral ósea, mejoras de la composición corporal, etc.) (Peterson et al., 2004, 2011; Westcott, 2012), así como para la prevención de lesiones (McCrary et al., 2015). Además, la mejora de la fuerza muscular del tren superior puede ser relevante para el desarrollo de acciones de la vida diaria, como empujar (Rodríguez-Ridao et al., 2020) o traccionar (Cronin et al., 2007), así como para la realización de acciones atléticas, como lanzamientos (Skejø et al., 2019) o golpes (Lenetsky et al., 2020).

El Press Banca es uno de los ejercicios más utilizados y conocidos para ganar fuerza y potencia en el tren superior (Peterson et al., 2004; Sakamoto et al., 2018), tanto en personas que entrenan fuerza recreacionalmente como en deportistas de competición (Saeterbakken et al., 2021). Este ejercicio es una acción de empuje que se realiza con el tronco apoyado sobre un banco y que consiste básicamente en (Stastny et al., 2017): 1) frenar en excéntrico el descenso de una masa hacia el pecho durante la flexión del codo y la extensión y abducción del hombro, a favor de gravedad (fase excéntrica); y 2) levantar la masa contra gravedad mediante un movimiento de extensión del codo y de flexión y aducción del hombro (fase concéntrica). Entre los diferentes músculos que participan en la tarea destacan principalmente el pectoral mayor, el deltoides anterior y el tríceps braquial (Larsen et al., 2020; Stastny et al., 2017; van den Tillaar & Ettema, 2013), aunque también son relevantes los músculos que participan en la antepulsión del hombro, como el pectoral menor y el serrato mayor (Delavier, 2012; Kapandji, 2007).

Numerosas variantes del Press Banca son utilizadas por atletas de distintas disciplinas para entrenar los músculos del tren superior y mejorar su rendimiento (Saeterbakken et al., 2017). Estudios electromiográficos han analizado diferentes factores de la ejecución de este tipo de ejercicios, principalmente: la inclinación del banco (Chaves et al., 2020; Lauver et al., 2016; Rodríguez-Ridao et al., 2020), la estabilidad de la resistencia a vencer (Schick et al., 2010; Schott et al., 2019), la estabilidad de la superficie de apoyo (Saeterbakken & Fimland, 2013), la anchura del agarre (Clemons & Aaron, 1997), la velocidad de desplazamiento de la barra (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010; Wilk et al., 2021), etc. En relación con la anchura del agarre, existe cierta controversia en la literatura. En este sentido, aunque (Saeterbakken et al., 2017) encontraron niveles de actividad muscular similares realizando el ejercicio con un agarre ancho respecto a su ejecución con un agarre medio y un agarre estrecho, otros estudios encontraron mayor activación del pectoral mayor con un agarre ancho (Clemons & Aaron, 1997; Stronska et al., 2022).

Por otro lado, hay que destacar que existen otras variantes de la ejecución del Press Banca que se suelen utilizar en las salas de musculación pero que han sido poco analizadas en la literatura científica. Así, por ejemplo, en ocasiones, con objeto de incrementar el peso movilizado, el ejercicio se realiza arqueando el tronco (extensión dorso-lumbar, lo que reduce la superficie de contacto con el banco y eleva el pecho) y dirigiendo la barra en su descenso hacia la apófisis xifoides, con la intención de reducir el recorrido de la barra y el rango de movimiento del hombro y del codo. Sin embargo, sólo tenemos constancia de un estudio electromiográfico que haya comparado la realización del Press Banca arqueando el tronco, con la ejecución clásica del ejercicio, donde el tronco se encuentra en una posición más neutra (Bellar et al., 2011). En este estudio no se encontraron diferencias significativas en la activación muscular al comparar ambos tipos de ejecución. Estudios futuros son necesarios para clarificar el efecto de este y otros factores de la ejecución del Press Banca sobre la activación de los principales músculos implicados en el ejercicio. Esta información sería relevante para facilitar la toma de decisiones

de los profesionales del ejercicio físico a la hora de prescribir diferentes variantes del Press Banca.

Ante estas limitaciones de la literatura, el objetivo de este Trabajo Fin de Grado fue analizar el efecto de la anchura del agarre (abierto vs. medio vs. cerrado), la postura del tronco (arqueado vs. postura neutra) y el punto de contacto de la barra (línea inter-mamilar vs. apófisis xifoides) durante el Press Banca sobre la activación muscular de las porciones media (PMm) y superior (PMs) del pectoral mayor, la porción anterior del deltoides (DA), el vasto medial del tríceps braquial (TB), el bíceps braquial (BB) y el gran dorsal (GD).

Método

Participante

Los ejercicios fueron realizados por un hombre de 22 años de edad, con una estatura de 176 cm y un peso de 86 kg. El sujeto contaba con 4 años de experiencia en el entrenamiento de fuerza y se encontraba en buen estado de salud. Antes de realizar los ejercicios, se verificó que el participante no presentara ninguna lesión previa en el tren superior y que no tuviera ninguna condición musculoesquelética o neurológica que pudiera contraindicar la realización de los mismos. Además, se constató que el participante no hubiera realizado ningún tipo de entrenamiento, consumo alcohol, cafeína o productos estimulantes en las 24 h previas a la toma de datos. Cabe mencionar que no se empleó ningún equipamiento adicional, como muñequeras o coderas, con el fin de mejorar el rendimiento. Todos los procedimientos llevados a cabo se adhirieron a los principios éticos establecidos en la declaración de Helsinki y fueron aprobados por el Comité de Ética e Integridad en la Investigación del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Miguel Hernández de Elche (COIR: TFG.GAF.FJVG.JMFQ.230423).

Instrumental y registro de datos

Para el registro de la señal electromiográfica (EMG) se empleó un electromiógrafo de superficie Muscle Tester ME6000® (Mega Electronics Ltd., Kuopio, Finlandia). Este dispositivo dispone de 8 canales y cuenta con una conversión analógico/digital de 14 bits, un filtro de banda de 8-500 Hz y una relación de rechazo al modo común de 110 dB. Asimismo, con objeto de monitorizar el movimiento del hombro en los planos frontal y sagital durante la ejecución de los ejercicios se utilizó un goniómetro electrónico de doble eje SG-110® (Biometrics Ltd., Gwent, RU), conectado al electromiógrafo mediante un cable preamplificador (Mega Electronics Ltd., Kuopio, Finlandia). Los datos de la señal EMG y del electrogoniómetro se capturaron a una frecuencia de muestreo de 1000 Hz y se transmitieron a través de un cable óptico hacia un ordenador equipado con el programa MegaWin 2.5® para su almacenamiento y análisis.

Antes de la toma de datos, se adhirieron dos electrodos de superficie Ag-AgCl (Arbo Infant Electrodes, Tyco Healthcare, Alemania) en configuración bipolar, sobre el vientre muscular y en la dirección longitudinal de las fibras de los músculos PMm, PMs, DA, GD, TB y BB (Figura 1). Todos los electrodos se posicionaron en el lado derecho del participante, siguiendo las recomendaciones SENIAM (2017).

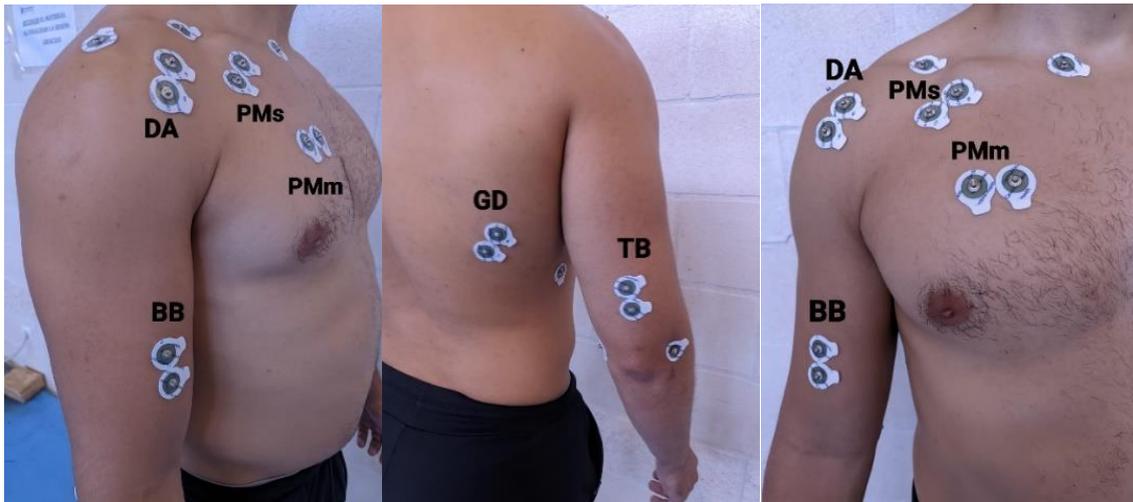


Figura 1. Colocación de los electrodos sobre las porciones superior (PMs) y media (PMm) del pectoral mayor, la porción anterior del deltoides (DA), el gran dorsal (GD), el vasto medial del tríceps braquial (TB) y el bíceps braquial (BB).

Con el fin de facilitar el proceso de colocación de los electrodos, se utilizaron marcas hechas con un lápiz dérmico sobre la piel para identificar los puntos anatómicos clave. Para garantizar una adecuada adherencia de los electrodos y reducir la impedancia eléctrica, se procedió a rasurar la piel y limpiarla con alcohol en las áreas correspondientes. La separación entre los electrodos se mantuvo constante en 2,5 cm (medida de centro a centro) en todas las parejas de electrodos. Para verificar la ubicación precisa de los electrodos, se solicitó al participante que realizara diversas contracciones musculares, permitiendo así evaluar la calidad de la señal EMG.

Con objeto de obtener valores de referencia con los que posteriormente normalizar la señal EMG de cada uno de los músculos mencionados anteriormente, se realizaron contracciones voluntarias isométricas máximas (CVM) contra resistencia manual aplicada por los experimentadores. En posición de decúbito supino se realizaron las siguientes CVM: i) para PMs y DA se realizaron esfuerzos máximos de flexión de hombro; ii) para PMm esfuerzos máximos de aducción de hombro con codo flexionado; y iii) para TB esfuerzos máximos de extensión de codo, con una flexión de hombro y de codo de 90°. Por otro lado, en sedestación se realizaron esfuerzos máximos de flexión de codo para conseguir la CVM del BB y en posición de decúbito prono esfuerzos máximos de extensión de hombro para conseguir la CVM del GD. Se realizaron 2 intentos para cada CVM, con 30 s de separación entre intentos y 2 min entre CVMs. Los experimentadores estimularon verbalmente al participante para ayudar a que su activación muscular durante cada CVM fuera máxima.

Tareas y procedimientos

El participante realizó 12 variantes del press banca, donde se combinaron 3 condiciones. La primera condición fue la anchura del agarre [agarre abierto (AA), 200% de la distancia biacromial; agarre medio (AM), 150% de la distancia biacromial; o agarre cerrado (AC), distancia biacromial] (Figura 2). La segunda fue la dirección hacia donde se dirigía la barra durante la fase excéntrica [línea inter-mamilar (IM) o apófisis xifoides (XF)]. La última condición fue la posición

del tronco sobre el banco [tronco en posición neutra (TN; Figura 3) o tronco arqueado (TA; Figura 4)]. El orden en el que se realizaron las variantes del Press Banca fue el siguiente: AA-IM-TN, AA-IM-TA, AA-XF-TN, AA-XF-TA, AM-IM-TN, AM-IM-TA, AM-XF-TN, AM-XF-TA, AC-IM-TN, AC-IM-TA, AC-XF-TN, AC-XF-TA.

Se realizaron 3 repeticiones de cada variante del ejercicio al 70% de la repetición máxima (RM), establecida a partir de la "Training Load Chart" de la National Strength and Conditioning Association (NSCA, s.f.) en una sesión previa. Se utilizaron los siguientes pesos para cada variante: AA-IM-TN = 80 kg; AA-IM-TA = 85 kg; AA-XF-TN = 80 kg; AA-XF-TA = 87,5 kg; AM-IM-TN = 87,5 kg; AM-IM-TA = 87,5 kg; AM-XF-TN = 77,5 kg; AM-XF-TA = 87,5 kg; AC-IM-TN = 60 kg; AC-IM-TA = 60 kg; AC-XF-TN = 70 kg; AC-XF-TA = 60 kg. La cadencia de la ejecución fue controlada a través de un metrónomo, programado a 90 pulsos/minuto, estableciéndose para cada repetición 2 pulsos (1,34 s) para la fase excéntrica y 2 pulsos (1,34 segundos) para la concéntrica. Uno de los investigadores daba una orden para cargar la barra, hacia una cuenta hasta 3 para que el sujeto se adaptara al ritmo del metrónomo y comenzaba la primera repetición. La primera fase (excéntrica) se consideraba completa cuando la barra tocaba el pecho, mientras que la segunda fase (concéntrica) se consideraba completa cuando los codos se encontraban totalmente extendidos.

Previo a la toma de datos EMG, el participante recibió instrucciones de cómo debía ejecutar cada ejercicio según la combinación de condiciones propuestas y se midió con una cintr métrica el recorrido de la barra desde la posición de inicio (codos extendidos) hasta el lugar de contacto con el pecho (línea inter-mamilar o apófisis xifoides) en cada una de las variantes del Press Banca. Los investigadores usaron una cámara integrada en un teléfono inteligente para grabar en video la ejecución de los ejercicios. Los vídeos con la ejecución de las 12 variantes del Press Banca están disponibles en el siguiente código QR (del inglés Quick Response code).





Figura 2. Marcas de las distintas anchuras de agarre sobre la barra.



Figura 3. Imagen del participante con el tronco en posición neutra antes de iniciar una de las variantes del Press Banca.



Figura 4. Imagen del participante con el tronco en posición arqueada antes de iniciar una de las variantes del Press Banca.

Tratamiento de datos

Se revisaron tanto las señales EMG como las del goniómetro electrónico para detectar y eliminar posibles artefactos. Posteriormente, las señales EMG fueron rectificadas (rectificado de onda completa) y suavizadas mediante el cálculo de la media de los datos cada 0,05 s (Software MegaWin 3.0®). A continuación, se utilizó la señal del goniómetro electrónico para seleccionar la repetición central de cada ejercicio y se calculó el promedio de la señal EMG rectificada y suavizada para cada músculo en la repetición seleccionada. Finalmente, la media de la señal EMG se normalizó respecto a los valores máximos obtenidos durante las CVM (% CVM).

Resultados

Como se puede observar en la Tabla 1, el recorrido de la barra durante el Press Banca se redujo con la anchura del agarre, siendo el AA donde se encontró un menor recorrido (33,0-36,8 cm), seguido del AM (34,5-40 cm) y del AC (38,0-42,5 cm). Por otra parte, se encontró que la posición del tronco también desempeña un papel importante en el recorrido de la barra. Específicamente, se evidenció que el recorrido fue menor cuando el ejercicio se realizó con el TA en comparación con el TN. Este efecto se potenció aún más cuando la barra se dirigió hacia la XF en comparación con la dirección hacia la IM (XF-TA vs. IM-TN).

Tabla 1. Media de la señal de EMG normalizada de las porciones media (PMm) y superior (PMs) del pectoral mayor, la porción anterior del deltoides (DA), el gran dorsal (GD), el vasto medial del tríceps braquial (TB) y bíceps braquial (BB) para cada una de las variantes del Press Banca. También se incluye el recorrido de la barra (R.barra: desde la posición de inicio hasta el contacto con el pecho) y la repetición máxima (RM) para cada variante.

VARIANTES	PMm (% CVM)	PMs (% CVM)	DA (% CVM)	GD (% CVM)	TB (% CVM)	BB (% CVM)	R. barra (cm)	RM (kg)
AA-IM-TN	25,7	25,4	25,1	3,3	27,7	6,4	36,5	116
AA-IM-TA	29,8	27,4	28,1	2,7	34,2	4,4	34,5	122
AA-XF-TN	20,8	27,6	33,2	4,9	24,7	9,8	36,8	115
AA-XF-TA	27,6	30,5	26,2	3,5	30,5	7,9	33,0	125
AM-IM-TN	26,5	26,9	31,1	3,7	30,7	3,8	40,0	125
AM-IM-TA	26,2	26,7	29,7	3,2	29,3	4,9	35,3	125
AM-XF-TN	19,6	25,1	31,8	3,3	23,8	4,1	39,5	110
AM-XF-TA	27,0	27,5	32,6	3,2	33,6	4,5	34,5	125
AC-IM-TN	15,1	19,1	19,6	2,7	36,5	2,0	42,5	86
AC-IM-TA	17,8	22,5	21,0	4,4	37,1	2,2	38,0	86
AC-XF-TN	20,3	24,0	24,9	2,7	45,0	2,7	42,7	100
AC-XF-TA	21,9	25,4	26,6	3,4	33,5	2,3	38,3	95

% CVM: porcentaje de la contracción voluntaria isométrica máxima, cm: centímetros, kg: kilogramos AA: agarre abierto, AM: agarre medio, AC: agarre cerrado, IM: dirección de la barra hacia la línea inter-mamilar, XF: dirección de la barra hacia la apófisis xifoides, TN: tronco en posición neutra, TA: tronco arqueado. En gris se encuentran las filas con mayores diferencias en cada anchura de agarre.

En relación con la RM (Tabla 1), cuatro variantes distintas (AA-XF-TN, AM-IM-TN, AM-IM-TA y AM-XF-TA) obtuvieron el mayor valor (125 kg). Destacar que el AA y, especialmente, el agarre medio (AM) mostraron una mayor RM en comparación con el AC. Por otro lado, se observó que en las variantes realizadas con AA, el TA permitió una mayor RM que el TN. Al igual que se observó anteriormente al analizar el recorrido de la barra, este efecto se potenció cuando la barra se dirigió hacia la XF en comparación con la dirección hacia la IM.

Los datos EMG (Tabla 1) muestran que el músculo que presentó mayores niveles de activación fue el TB (23,8-45,0% CVM), seguido por el DA (19,6-32,6% CVM) y el pectoral mayor (PMs: 19,1-30,5% CVM; PMm: 15,1-29,8% CVM). Los músculos con menor activación fueron el BB (2,0-9,8% CVM) y el GD (2,7-4,4% CVM). En relación con la anchura del agarre, esta variable tuvo un impacto significativo en la activación de los músculos del tren superior durante el press de banca. Para PMm, PMs y DA, las variantes con AM y AA obtuvieron mayores niveles de activación muscular que las variantes con AC. Mientras que para TB, las variantes con AC obtuvieron mayores niveles de activación muscular que las variantes con AM y AA. En cuanto a la posición del tronco, la activación del pectoral mayor fue mayor en la posición de TA. Específicamente, con el TA se obtuvieron valores medios de activación de 25,2% y 26,6% CVM para PMm y PMs, respectivamente, frente a los 21,0% y 24,6% CVM obtenidos en la posición TN. A pesar de que las diferencias en las medias no son grandes, si nos fijamos en la Tabla 1 e igualamos las otras 2 condiciones, siempre tiene mayor activación la posición TA. Por otro lado, si combinamos la posición del tronco con la dirección de la barra obtenemos que XF-TA tuvo mayor activación que IM-TN para los músculos agonistas del movimiento (PMm, PMs, DA y TB), a excepción del TB en el agarre cerrado.

Discusión

Debido a las limitaciones encontradas en la literatura, este trabajo analiza el efecto de la anchura del agarre, la postura del tronco y el punto de contacto de la barra durante el Press Banca sobre la activación muscular del tren superior. Para facilitar el análisis electromiográfico, también se ha analizado el recorrido de la barra y la RM durante las diferentes variantes realizadas.

La anchura del agarre ha demostrado tener un impacto significativo en la activación de los músculos del tren superior durante el press de banca, como se observa en los resultados de la Tabla 1. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos. Varios estudios han demostrado que los ejercicios con AA (190-200% de la distancia biacromial) generan mayor activación de PMm, PMs y DA (Saeterbakken & Fimland, 2013; Stronska et al., 2022). De la misma forma la literatura avala que un AC (100% de la distancia biacromial) genera un mayor momento en la articulación del codo (Larsen et al., 2020) y, consecuentemente, una mayor activación del TB (Calatayud et al., 2018; Dos Santos et al., 2020). Otra razón por la que un AA puede generar una mayor activación del TB es porque en este tipo de agarre predomina la flexión de codo sobre la extensión de la articulación del hombro (Saeterbakken et al., 2021). Sin embargo, el trabajo de Saeterbakken et al. (2017) no encontró diferencias significativas entre los diferentes agarres. No obstante, en este trabajo sólo participaron 6 sujetos, por lo que la potencia estadística fue muy baja. Nuevos estudios son necesarios para mejorar nuestro conocimiento sobre el efecto de la anchura del agarre sobre la activación de los músculos del tren superior.

En cuanto a la posición del tronco y la dirección de la barra, es posible que durante las variantes con el TA las fibras musculares del pectoral mayor se coloquen en una dirección que favorezca su participación durante el ejercicio, incrementando su activación en comparación con el TN. Además, la posición del tronco también puede influir en la activación de otros músculos estabilizadores y sinérgicos durante el press de banca. En la posición con el tronco arqueado, es posible que se involucren de manera más activa los músculos estabilizadores de la columna vertebral, como los músculos erectores espinales, lo que podría generar una mayor estabilidad y permitir una contracción más eficiente de los músculos agonistas. No obstante, tras el mejor de nuestros esfuerzos no hemos encontrado artículos electromiográficos que analicen el impacto de la posición del tronco y la dirección de la barra durante la ejecución del Press Banca, por lo que es necesario más investigación que pueda confirmar estas hipótesis.

En relación con el recorrido de la barra y la RM, destacar que las variantes realizadas con AC mostraron un RM mucho menor en comparación con las variantes realizadas con AA y AM, lo que apoya los datos previos obtenidos por Saeterbakken et al. (2021). Esto se puede explicar porque un agarre ancho permite aumentar la carga al disminuirse el recorrido de la barra (Welsch et al., 2005), lo que también explicaría porque en el AA la RM es mayor cuando el ejercicio se realiza con el TA y la dirección de la barra es hacia la XF. En estas condiciones también disminuye el recorrido, sobre todo al comparar XF-TA con IM-TN, donde existe una mayor diferencia de recorrido en la barra y consecuentemente, una mayor diferencia en el RM. No obstante, estos resultados no concuerdan con los obtenidos por García-Ramos et al. (2021), ya que ellos no hallan diferencias significativas en la ejecución del Press Banca con TA vs. TN, por lo que se requiere nuevos estudios que profundicen sobre este tema. Respecto a la RM se puede observar en los resultados como en AA y AM frente a un mayor RM existe una mayor activación del PM, esto puede deberse a que se recluten y activen más fibras musculares para generar la fuerza necesaria para levantar la carga máxima. Esto puede resultar en una mayor activación muscular en comparación con cargas más ligeras. Además, se observa como frente a un mayor recorrido, debido a que el agarre es más estrecho, se genera un mayor momento en la articulación del codo (Larsen et al., 2020) provocando una mayor activación del TB conforme aumenta el recorrido.

Es importante reconocer las limitaciones del presente estudio, ya que estas pueden influir en la interpretación y generalización de los resultados. En primer lugar, es importante destacar que este estudio se basó en un diseño de caso único, lo que significa que solo se incluyó a un sujeto en el estudio. Esto limita la capacidad de generalizar los hallazgos a una población más amplia. Otra limitación importante se refiere a la cadencia utilizada durante los ejercicios. Aunque se intentó mantener una cadencia constante utilizando un metrónomo, es importante reconocer que existe cierta variabilidad inherente en la ejecución de los movimientos por parte del sujeto. Esto podría influir en los resultados y en la comparación entre las distintas posiciones y condiciones. Además, es importante tener en cuenta que el recorrido de la barra fue medido de manera previa a la realización de los ejercicios y sin peso en la barra. Durante la ejecución de los ejercicios, es posible que el recorrido de la barra no haya sido exactamente el mismo debido a factores como la fatiga muscular, la coordinación motora o la variabilidad en la técnica. Esto puede haber afectado la consistencia de los resultados y la precisión de las mediciones. Por último, se debe tener en cuenta que el cálculo de la RM se realizó de manera indirecta utilizando un 6 RM y aplicando un porcentaje aproximado del 70% de la RM. Esta aproximación puede introducir cierta imprecisión en la estimación de la RM y limitar la validez de los resultados en cuanto a la capacidad máxima de levantamiento de carga.

En conjunto, estas limitaciones deben ser consideradas al interpretar los resultados de este estudio. Futuras investigaciones deben incluir una muestra más amplia, practicar en mayor medida la cadencia de la ejecución, realizar mediciones del recorrido de la barra durante los ejercicios y hacer cálculos directos de la RM, lo que podría proporcionar una mayor robustez y comprensión de los efectos de las variables estudiadas en el Press Banca.

Conclusión

Se encontró que un AA permite un menor recorrido de la barra en comparación con un AM y un AC. Además, una posición de TA, especialmente cuando la barra se dirigió hacia la AX, en comparación con el TN y una dirección de la barra hacia la IM, redujo el recorrido, promoviendo a su vez una mayor capacidad de levantamiento de carga máxima.

La activación muscular fue influenciada por la anchura del agarre, encontrando una mayor activación de PMm, PMs y DA con un AA y una mayor activación de TB con un AC. Respecto a la posición del tronco y la dirección de la barra, se encontró una mayor activación de los músculos agonistas del movimiento con el TA y la dirección de la barra hacia la AX, frente a un TN y la dirección de la barra hacia la IM.

Por tanto, este Trabajo Fin de Grado ha demostrado que la anchura del agarre, la postura del tronco y el punto de contacto de la barra son factores determinantes en el recorrido de la barra, la repetición máxima y la activación muscular durante el ejercicio de Press Banca. No obstante, se necesitan más investigaciones que refuercen estos resultados.

Bibliografía

- Bellar, D. M., Muller, M. D., Barkley, J. E., Kim, C.-H., Ida, K., Ryan, E. J., Bliss, M. V., & Glickman, E. L. (2011). The effects of combined elastic- and free-weight tension vs. Free-weight tension on one-repetition maximum strength in the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 459-463.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1f8b6>
- Calatayud, J., Vinstrup, J., Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Colado, J., & Andersen, L. L. (2018). Attentional Focus and Grip Width Influences on Bench Press Resistance Training. *Perceptual and Motor Skills*, 125(2), 265-277.
<https://doi.org/10.1177/0031512517747773>
- Chaves, S. F. N., Rocha-Júnior, V. A., Encarnaç o, I. G. A., Martins-Costa, H. C., Freitas, E. D. S., Coelho, D. B., Franco, F. S. C., Loenneke, J. P., Bottaro, M., & Ferreira-Júnior, J. B. (2020). Effects of Horizontal and Incline Bench Press on Neuromuscular Adaptations in Untrained Young Men. *International Journal of Exercise Science*, 13(6), 859-872.
- Clemons, J. M., & Aaron, C. (1997). Effect of Grip Width on the Myoelectric Activity of the Prime Movers in the Bench Press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(2), 82.
- Frédéric Delavier (2012). *Guía de los movimientos de musculación*. Barcelona: Paidotribo.
- Cronin, J. B., Jones, J. V., & Hagstrom, J. T. (2007). Kinematics and kinetics of the seated row and implications for conditioning. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1265-1270. <https://doi.org/10.1519/R-21246.1>
- Dos Santos, M. D. M., Aidar, F. J., de Souza, R. F., Dos Santos, J. L., da Silva de Mello, A., Neiva, H. P., Marinho, D. A., & Marques, M. C. (2020). Does the Grip Width Affect the Bench Press Performance of Paralympic Powerlifters? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1-8. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0784>
- García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., Villar Macias, F. J., Latorre-Román, P. Á., Párraga, J. A., & García-Pinillos, F. (2021). Differences in the one-repetition maximum and load-velocity profile between the flat and arched bench press in competitive powerlifters. *Sports Biomechanics*, 20(3), 261-273. <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1544662>
- Gentil, P., Oliveira, E., de Araújo Rocha Júnior, V., do Carmo, J., & Bottaro, M. (2007). Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. *Journal of*

- Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1082-1086. <https://doi.org/10.1519/R-21216.1>
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347-352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674-688. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>
- Kapandji, I.A. (2007). *Cuadernos de fisiología articular. Tomo 1*. Barcelona: Masson.
- Larsen, S., Gomo, O., & van den Tillaar, R. (2020). A Biomechanical Analysis of Wide, Medium, and Narrow Grip Width Effects on Kinematics, Horizontal Kinetics, and Muscle Activity on the Sticking Region in Recreationally Trained Males During 1-RM Bench Pressing. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 637066. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.637066>
- Lauver, 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), 309-316. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1022605>
- Lenetsky, S., Brughelli, M., Nates, R. J., Neville, J. G., Cross, M. R., & Lormier, A. V. (2020). Defining the Phases of Boxing Punches: A Mixed-Method Approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(4), 1040-1051. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002895>
- McCrary, J. M., Ackermann, B. J., & Halaki, M. (2015). A systematic review of the effects of upper body warm-up on performance and injury. *British Journal of Sports Medicine*, 49(14), 935-942. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094228>
- NSCA. (s.f.). NSCA Training Load Chart. Recuperado de https://www.nasca.com/contentassets/61d813865e264c6e852cadfe247eae52/nsca_training_load_chart.pdf
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2004). Maximizing strength development in athletes: A meta-analysis to determine the dose-response relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 377-382. <https://doi.org/10.1519/R-12842.1>

- Peterson, M. D., Sen, A., & Gordon, P. M. (2011). Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(2), 249-258. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181eb6265>
- Rodríguez-Ridao, D., Antequera-Vique, J. A., Martín-Fuentes, I., & Muyor, J. M. (2020). Effect of Five Bench Inclinations on the Electromyographic Activity of the Pectoralis Major, Anterior Deltoid, and Triceps Brachii during the Bench Press Exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 7339. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197339>
- Saeterbakken, A. H., & Fimland, M. S. (2013). Electromyographic Activity and 6RM Strength in Bench Press on Stable and Unstable Surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1101. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182606d3d>
- Saeterbakken, A. H., Mo, D.-A., Scott, S., & Andersen, V. (2017). The Effects of Bench Press Variations in Competitive Athletes on Muscle Activity and Performance. *Journal of Human Kinetics*, 57, 61-71. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0047>
- Saeterbakken, A. H., Stien, N., Pedersen, H., Solstad, T. E. J., Cumming, K. T., & Andersen, V. (2021). The Effect of Grip Width on Muscle Strength and Electromyographic Activity in Bench Press among Novice- and Resistance-Trained Men. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12), 6444. <https://doi.org/10.3390/ijerph18126444>
- Sakamoto, A., Kuroda, A., Sinclair, P. J., Naito, H., & Sakuma, K. (2018). The effectiveness of bench press training with or without throws on strength and shot put distance of competitive university athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 118(9), 1821-1830. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3917-9>
- Schick, E. E., Coburn, J. W., Brown, L. E., Judelson, D. A., Khamoui, A. V., Tran, T. T., & Uribe, B. P. (2010). A Comparison of Muscle Activation Between a Smith Machine and Free Weight Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 779-784. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cc2237>
- Schott, N., Johnen, B., & Holfelder, B. (2019). Effects of free weights and machine training on muscular strength in high-functioning older adults. *Experimental Gerontology*, 122, 15-24. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.03.012>
- Skejø, S. D., Møller, M., Bencke, J., & Sørensen, H. (2019). Shoulder kinematics and kinetics of team handball throwing: A scoping review. *Human Movement Science*, 64, 203-212. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.02.006>
- Stastny, P., Gofaś, A., Blazek, D., Maszczyk, A., Wilk, M., Pietraszewski, P., Petr, M., Uhlir, P., & Zajac, A. (2017). A systematic review of surface electromyography analyses of the

bench press movement task. *PLoS One*, 12(2), e0171632.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171632>

Stronska, K., Golas, A., Wilk, M., Zajac, A., Maszczyk, A., & Stastny, P. (2022). The effect of targeted resistance training on bench press performance and the alternation of prime mover muscle activation patterns. *Sports Biomechanics*, 21(10), 1262-1276.

<https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1752790>

Welsch, E. A., Bird, M., & Mayhew, J. L. (2005). Electromyographic activity of the pectoralis major and anterior deltoid muscles during three upper-body lifts. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 449-452. <https://doi.org/10.1519/14513.1>

Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: Effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports*, 11(4), 209-216.

<https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31825dabb8>

Wilk, M., Jarosz, J., Krzysztofik, M., Filip-Stachnik, A., Bialas, M., Rzeszutko-Belzowska, A., Zajac, A., & Stastny, P. (2021). Contrast Tempo of Movement and Its Effect on Power Output and Bar Velocity During Resistance Exercise. *Frontiers in Physiology*, 11, 629199.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2020.629199>

