

**FACULTAD DE EDUCACIÓN Y DEPORTE**  
**Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte**  
Curso: 2021-2022

**DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD MUSCULAR Y LOS PATRONES DE MOVIMIENTO DE LOS  
DISTINTOS GRUPOS MUSCULARES PARA MAXIMIZAR LA HIPERTROFIA MUSCULAR**

AUTOR/A: Gallego García, David

DIRECTOR/A: Cámara Tobalina, Jesús

Fecha, 31 de diciembre de 2021

## ÍNDICE

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	2
JUSTIFICACIÓN	4
MARCO TEÓRICO	4
OBJETIVO	7
METODOLOGÍA	8
RESULTADOS	8
PROPUESTA DE EJERCICIOS	13
CONCLUSIONES	39
LIMITACIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	41

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	13
Tabla 2	15
Tabla 3	16
Tabla 4	18
Tabla 5	19
Tabla 6	21
Tabla 7	23
Tabla 8	25
Tabla 9	27
Tabla 10	29
Tabla 11	31
Tabla 12	33
Tabla 13	35
Tabla 14	37

## RESUMEN

El culturismo es un deporte en el que los atletas son juzgados, en base a su apariencia estética, teniendo en cuenta la masa muscular, simetría y definición muscular, realizando una serie de poses. Sus entrenamientos priorizan estrategias destinadas a la hipertrofia del músculo esquelético, pero no todas son iguales, sin seguir la misma periodización ni las mismas variables de entrenamiento. Conocer qué músculos actúan en determinados patrones de movimiento y comparar estos últimos, es fundamental para poder escoger ejercicios con un objetivo específico. Para conocer la actividad de los músculos se emplea la electromiografía de superficie. En esta revisión se recogieron diferentes intervenciones que observaban la actividad de los grupos musculares, realizando distintos patrones de movimiento. En la mayoría de los artículos se comparaban distintos ejercicios, mostrando, de mayor a menor, cuáles eran los que mayor actividad muscular tenían. Sin embargo, en ciertas intervenciones, los grupos musculares que se querían medir, no estaban registrados por completo, dejando alguna parte sin medir, aspectos que podrían alterar los resultados del propio estudio. Los resultados obtenidos podrían indicar ejercicios que generan una gran hipertrofia muscular, debido a su gran activación, por ello, en este artículo se recoge una selección de ejercicios en base a los datos obtenidos de los distintos artículos científicos.

## INTRODUCCIÓN

El culturismo es un deporte que consiste en realizar una serie de poses mostrando el físico frente a unos jueces. El jurado clasifica a los atletas en función de su apariencia estética, basándose en la masa muscular, simetría y definición muscular (Alves et al., 2020).

Los culturistas llevan a cabo dos fases durante la temporada: *Off-season o volumen*, una etapa basada en la ganancia de masa muscular, y la *On-season o definición*, cuyo objetivo es reducir la masa grasa (Mitchell et al., 2017). Durante la fase de *Off-season o volumen* los culturistas entrenan con un alto volumen de entrenamiento y un balance calórico positivo. Esta combinación ha demostrado tener efectos anabólicos y ser eficaz a la hora de ganar masa muscular (Iraki et al., 2019). Por otro lado, durante la fase de *On-season o definición* realizan grandes volúmenes de ejercicio aeróbico, acompañado de una restricción calórica (Hackett et al., 2013).

Teniendo en cuenta estas características, las prácticas de entrenamiento de estos culturistas priorizan estrategias destinadas a la hipertrofia del músculo esquelético. Sin embargo, las estrategias de entrenamiento que siguen los culturistas no son todas iguales, no siguen la misma periodización ni las mismas variables de entrenamiento (Alves et al., 2020).

Un factor fundamental sobre la práctica del entrenamiento es conocer qué músculos se activan durante determinados ejercicios y comparar los movimientos que pueden realizar a la hora de escoger los ejercicios para un objetivo en concreto (Martín-Fuentes et al., 2020). Es importante comprender los patrones de reclutamiento de un ejercicio, la activación neuromuscular y su transferencia para aplicar distintas posibilidades de ejercicios de fuerza (Neto et al., 2019). Empleando la electromiografía de superficie se obtienen datos específicos sobre el reclutamiento de las unidades motoras, así los atletas tendrán la oportunidad de realizar un ejercicio en concreto, para dirigirse a un músculo en particular (Martín-Fuentes et al., 2020).

## **JUSTIFICACIÓN**

Este trabajo se ha realizado con el objetivo de aportar una síntesis recopilada de la actividad de los distintos grupos musculares, dónde se recopilan algunos ejercicios que maximizan la hipertrofia muscular, para que la gente pueda leerlo y obtener una idea rápida. La propuesta de ejercicios presente en este trabajo, ha sido diseñada en base a la información recopilada de los distintos artículos científicos empleados.

## **MARCO TEÓRICO**

Para poder hablar de ganancia de masa muscular, debemos hablar de hipertrofia muscular. Se trata de un proceso en el cuál el músculo esquelético es sometido a un estímulo progresivo, produciendo así alteraciones en las miofibrillas y en la matriz extracelular, que a su vez, generan una serie de eventos miogénicos que resultan en un aumento de tamaño y cantidad de las proteínas contráctiles (Actina y Miosina) y un aumento del total de sarcómeros en paralelo. Esto se traduce en un aumento del diámetro de las fibras musculares, por lo tanto, un aumento del área transversal del músculo (Schoenfeld, 2010).

Existen tres factores claves que generan esta hipertrofia muscular que son: tensión mecánica, daño muscular y estrés metabólico. La tensión mecánica producida tanto por la generación de fuerza como por el estiramiento, es fundamental para el crecimiento muscular. Hablamos de un proceso en el que la tensión generada durante el entrenamiento altera la integridad del músculo esquelético provocando respuestas moleculares y celulares generando adaptaciones en las miofibrillas y células satélite. A su vez, produce una cascada de eventos que implican factores de crecimiento, citoquinas, canales activados por el estiramiento y complejos de adhesión focal (Schoenfeld, 2010). El estrés metabólico es el resultado del ejercicio, particularmente anaeróbico, que provoca la acumulación de metabolitos como el lactato, ion hidrógeno, fosfato inorgánico, creatina y otros. Incluye alteraciones en el entorno hormonal, provoca inflamación celular, producción de radicales libres y un aumento de la actividad de los factores de transcripción orientados al crecimiento, generando así, una mayor respuesta hipertrófica (Schoenfeld, 2010).

Por último, el daño muscular hace referencia a los daños localizados en el tejido muscular, generados por el entrenamiento, que derivan a una respuesta hipertrófica. Además, está altamente relacionado con la liberación de factores de crecimiento que regulan la proliferación y diferenciación de las células satélite, las cuáles tienen una gran relevancia en el crecimiento muscular (Schoenfeld, 2010).

Aunque la tensión mecánica por sí sola puede producir hipertrofia muscular, es poco probable que sea la única responsable de las ganancias hipertróficas asociadas al ejercicio (Schoenfeld, 2010).

La electromiografía mide los niveles de activación de los grupos musculares, variando así el uso de los ejercicios de fuerza. Se trata de una tecnología de registro electrofisiológico que se emplea para detectar el potencial eléctrico generado por la corriente transmembrana de las fibras musculares. De esta manera, las revisiones sobre electromiografía pretenden dar a conocer la manera en la que se excitan los grupos musculares en determinados movimientos pudiendo comparar ejercicios con distintos patrones mecánicos (Neto et al., 2019).

La activación muscular se trata de un parámetro de entrenamiento muy eficaz, el cual induce adaptaciones en el músculo esquelético. La activación muscular se puede evaluar mediante electromiografía de superficie, se establece que a mayor amplitud de la electromiografía, mayor es la activación muscular que está altamente relacionado con la producción de fuerza muscular (Wallace et al., 2019).

Para conocer la actividad muscular de cada grupo muscular, es necesario conocer su origen e inserción, así como sus funciones.

El pectoral mayor está dividido en dos partes, las cuales son llamadas “haz”. Tenemos el haz clavicular, la parte superior del pectoral, cuyo origen se encuentra en la clavícula, y el haz esternocostal, la parte inferior del pectoral, cuyo origen se encuentra en el esternón y en los cartílagos de las costillas. Ambas partes se insertan en un mismo punto, que es el húmero, en su parte interna. Las funciones que lleva a cabo el pectoral mayor son: flexión y extensión del hombro, abducción y aducción del hombro, abducción y aducción horizontal del hombro (Schünke et., 2010).

El deltoides se divide en tres partes: anterior, medial o lateral y posterior. El deltoides anterior se origina en la clavícula, el deltoides lateral en la clavícula y escápula y el deltoides posterior en la espina escapular. Al igual que el pectoral mayor, ambas partes tienen una misma inserción, muy pequeña, a un lado del húmero. El deltoides divide sus funciones en las distintas partes del músculo, cada parte realiza funciones independientes (Ackland et al., 2008), por ello, las funciones que lleva a cabo el deltoides son: flexión del hombro, realizada por el deltoides anterior y una ligera contribución del deltoides lateral, la extensión del hombro, realizada por el deltoides posterior. La abducción del hombro, es realizada por el deltoides lateral con una pequeña contribución del deltoides frontal (Brown et al., 2007) y la abducción horizontal del hombro, realizada por el deltoides posterior (Kuechle et al., 1997).

El dorsal ancho tiene su origen en la parte alta de la cadera, en el sacro y en la columna. Su inserción está situada en la cara frontal del húmero. Las funciones que lleva a cabo el dorsal ancho son: la aducción del hombro y la extensión del hombro (Schünke et., 2010).

El trapecio podemos dividirlo en tres partes: superior, medio e inferior. El trapecio superior tiene su origen en las vértebras cervicales C1 a C6 y en la base del cráneo. Su inserción se sitúa en la parte posterior y lateral de la clavícula. El trapecio medio se origina en las vértebras cervicales C7 hasta la primera vértebra torácica. Tiene su inserción en la zona medial del acromion y espina escapular. Por último, el trapecio inferior tiene su origen en las vértebras torácicas T2 a T12. Su inserción se sitúa en la tuberosidad deltoidea de la espina escapular. Las funciones que lleva a cabo el trapecio son: la abducción del hombro, realiza una ligera contribución con el deltoides lateral. La retracción escapular es realizada por el trapecio, pudiendo dividir su movimiento en las distintas partes del trapecio, debido a que mayor grado de flexión y abducción de hombro, mayor actividad del trapecio medio y superior (Schory et al., 2016).

El bíceps se divide en dos partes, o dos cabezas: la cabeza corta y la larga. La cabeza corta tiene su origen cerca de la escápula y la larga, en la cápsula articular del hombro. Ambas cabezas se insertan en la tuberosidad radial. Las funciones que lleva a cabo el bíceps son: la flexión de codo, la supinación del antebrazo y la flexión del hombro (Schünke et., 2010).

El tríceps, como su nombre indica, se divide en tres partes o cabezas: la cabeza lateral, la medial y la larga. La cabeza lateral tiene su origen en la parte alta del húmero, la medial en la parte inferior de la cara posterior del húmero y la larga se origina en la escápula. Todas estas cabezas, al igual que muchos grupos musculares, tienen una sola inserción, en este caso, el olécranon. Las funciones que lleva a cabo el tríceps son: la extensión del codo (Schünke et., 2010). En la extensión de codo, dependiendo del grado de flexión de hombro, se involucrará más una cabeza del tríceps. En 0 grados de flexión de hombro, la cabeza larga es la que mayor activación tiene y cerca de 180 grados de flexión de hombro, la cabeza medial aplica mucha fuerza (Kholinne et al., 2018). La extensión del hombro, también es una función realizada por el tríceps.

El glúteo está dividido en 3 partes: glúteo mayor, medio y menor. Tiene un origen muy amplio, que va desde la cresta ilíaca, pasando por sacro, coxis e ilion. Su inserción se encuentra en el lateral externo del fémur. Las funciones que lleva a cabo el glúteo son: la extensión de cadera, la abducción de cadera (Schünke et., 2010), en la que el glúteo medio y menor tienen una gran activación (Németh et al., 1989) y la rotación externa de cadera.

El cuádriceps es un músculo dividido en 4 partes: el recto femoral, el vasto medial, vasto lateral y el vasto intermedio. El recto femoral tiene su origen en la espina ilíaca, en la parte antero-inferior, el vasto medial a lo largo del fémur, en la línea intertrocantérea y la línea áspera del fémur. El vasto lateral se origina en la parte anterior y lateral del fémur, empezando en el trocánter. Y por último, el vasto intermedio, en la cara anterior del fémur. Las cuatro cabezas tienen una inserción conjunta, debajo de la rodilla, en la parte alta de la tibia, gracias al tendón del cuádriceps. Las funciones que lleva a cabo el cuádriceps son: la extensión de rodilla y la flexión de cadera (Schünke et., 2010) realizada únicamente por el recto femoral del cuádriceps (Fiorentino et al., 2013).

Los isquiosurales son un grupo muscular del cuál podemos distinguir dos partes compuestas por tres músculos: el isquiosural medial (bíceps femoral, dividido a su vez en cabeza corta y larga) e isquiosural lateral (semimembranoso y semitendinoso). El semimembranoso, semitendinoso y la cabeza larga del bíceps femoral tienen su origen en la tuberosidad del isquion. Y la cabeza corta del bíceps femoral, en la línea áspera del fémur. El isquiosural lateral tiene su inserción en la tibia y el bíceps femoral en el peroné. Las funciones que llevan a cabo los isquiosurales son: la extensión de cadera y la flexión de rodilla (Schünke et., 2010), una función en la que los isquiosurales son más débiles que en la extensión de cadera (Worrell et al., 2001).

El tríceps sural se divide en dos músculos, el sóleo y el gastrocnemio, dividido a su vez en la cabeza medial y lateral. El sóleo tiene su origen entre la tibia y el peroné, debajo de la rodilla. Y el gastrocnemio, en el fémur, encima de la rodilla. Ambos tienen un origen conjunto que es el calcáneo, mediante el tendón calcáneo. Las funciones que lleva a cabo el tríceps sural son: la extensión de tobillo y la flexión de rodilla (Schünke et., 2010).

El abdomen comprende una gran cantidad de músculos situados en la zona media del cuerpo. Únicamente hablaremos del recto abdominal y los abdominales oblicuos (¿cita?). El recto abdominal tiene su origen en el pubis, los abdominales oblicuos, divididos en dos partes, el interno tiene su origen en la parte anterior de la cresta ilíaca y el externo en las costillas 5 a 12. El recto abdominal se inserta en las costillas más inferiores, el oblicuo interno en las costillas 10 y 12, y el externo en el borde anterior de la cresta ilíaca y cresta púbica. Las funciones que lleva a cabo el abdomen son: la flexión de columna, movimiento únicamente realizado por el recto abdominal (Delp et al., 2001). La rotación del tronco, movimiento realizado por los abdominales oblicuos y la flexión lateral del tronco (Schünke et., 2010), con una activación de los abdominales oblicuos (Brown et al., 2011).

## **OBJETIVO**

El primer objetivo de este trabajo pretende realizar una descripción de los patrones de movimiento muscular y la actividad de los distintos grupos musculares.

El segundo objetivo es realizar una propuesta de los ejercicios más adecuados con el objetivo de maximizar las ganancias de masa muscular.

## METODOLOGÍA

### Búsqueda científica

La búsqueda de la literatura científica fue llevada a cabo durante los meses de diciembre y enero del 2021 y 2022 respectivamente, en la base de datos de PubMed en inglés.

Se empleó el uso de palabras clave, ya fuera en el título o en el resumen de los artículos, las cuáles fueron: “Electromyography”, “Muscle activity” “Strength training”, “Muscular”, “Hypertrophy”.

### Selección de estudios científicos

Los estudios fueron seleccionados y empleados uno a uno en base a lo que el trabajo requiriese. Se recogieron todos los estudios de intervención con sujetos entrenados que midieran la actividad muscular en distintos patrones de movimiento. Se descartaron aquellos estudios donde aparecieran personas mayores, personas con patologías, niños o personas con diversidad funcional.

## RESULTADOS

En una tesis realizada por Schanke (2012) en la Universidad de Wisconsin, se comparaban 9 ejercicios distintos, en los que trabajara el pectoral mayor, midiendo la actividad muscular que tenía cada uno de ellos. Los resultados reflejaron la mayor activación en el press de banca, seguido por el peck deck y el cruce de poleas. En cuarto lugar se encontraba la máquina de press de pectoral, posteriormente, sin diferencias significativas entre ambos, las aperturas inclinadas con mancuernas y los fondos para pectoral. Por último, las flexiones en suspensión, flexiones en fitball y flexiones convencionales.

En el siguiente estudio de Trebs et al. (2010) se analizaba la actividad muscular de la cabeza anterior del deltoides y los dos haces del pectoral, clavicular y esternocostal, realizando un press de pectoral con diferentes inclinaciones en el banco. Los resultados mostraron que a una mayor inclinación del banco se veía una mayor activación de la parte superior del pectoral o haz clavicular, siendo los 45 grados de inclinación la posición más óptima. Y por otro lado, se vio que una inclinación de 0 grados o la posición del banco horizontal, suponía una mayor activación en el haz esternocostal del pectoral mayor. Sin embargo, en el estudio de Rodríguez-Ridao et al. (2020) se vio que la mayor activación de la parte superior del pectoral mayor se dió a 30 grados de inclinación del banco, y que a una inclinación mayor (45 y 60 grados) la activación se daba, sobre todo, en la parte anterior del deltoides.

Otro estudio realizado por Coratella et al. (2020) y llevado a cabo en culturistas profesionales, se midió la activación muscular del pectoral mayor en cuatro ejercicios distintos: press de banca inclinado, press de banca plano, press de banca declinado y empujes en máquina de pectoral. Los resultados establecían una mayor activación de la parte superior del pectoral en el press de banca inclinado, respecto a los demás ejercicios. También se vió una gran activación en el haz esternocostal con el press de banca declinado, respecto a los demás ejercicios, aunque sin haber diferencias significativas respecto al press de banca plano.

En la tesis de Sweeney (2014) realizada en la universidad de Wisconsin, se midió la actividad muscular del deltoides e incluso dividieron su estímulo por cabezas. Se realizaron 10 ejercicios distintos de hombros y los resultados fueron los siguientes: la cabeza anterior del deltoides tuvo su mayor activación en el ejercicio press militar con mancuernas sentado, con una gran diferencia frente al resto. Seguido vendrían las elevaciones frontales con mancuerna, la batida con cuerdas, las flexiones convencionales y la elevación en diagonal desde polea. Por último, se situarían los fondos en paralelas, el remo al mentón con barra, las elevaciones laterales con mancuernas, el remo inclinado a 45 grados y las elevaciones laterales hacia atrás sentado. En cuanto a la cabeza lateral del deltoides, los ejercicios que mayor activación suponían eran el remo inclinado a 45 grados y las elevaciones laterales con mancuernas, sin diferencias significativas entre ambos. Seguido situaríamos la elevación en diagonal desde polea, sin apenas diferencias significativas con el remo al mentón con barra, las elevaciones laterales hacia atrás sentado y el press militar con mancuernas sentado. Por último, sería la batida con cuerdas, las elevaciones frontales con mancuerna, las flexiones convencionales y los fondos en paralelas. Y para finalizar, la cabeza posterior del deltoides mostraba su mayor actividad en las elevaciones laterales hacia atrás sentado y el remo inclinado a 45 grados, sin diferencias significativas entre ambos. Seguido de la batida con cuerdas, la elevación en diagonal desde polea, las elevaciones laterales con mancuernas y el remo al mentón con barra. Por último, los fondos en paralelas, el press militar con mancuernas sentado, las elevaciones frontales con mancuerna y las flexiones convencionales.

En otro estudio, realizado por Wilhelm et al. (2013) analizaba la actividad muscular del deltoides dividiéndolo por cabezas. Se realizaron ocho ejercicios diferentes y los resultados fueron los siguientes: la cabeza anterior del deltoides mostró una gran actividad en el press militar en máquina Smith, el press de banca libre y el peck deck, sin haber diferencias significativas entre ellos. Pero si que hubo grandes diferencias entre el press militar en máquina Smith y las elevaciones laterales con peso libre, las elevaciones cruzadas desde polea, el peck deck reverso, el remo sentado y el jalón en banco inclinado. En cuanto a la cabeza lateral del deltoides, las elevaciones laterales con peso libre, las elevaciones cruzadas desde polea, el peck deck reverso y el remo sentado tuvieron una gran actividad sin mostrar diferencias significativas entre ellos. Las diferencias de las elevaciones laterales con peso libre se vieron en comparación con el press militar en máquina Smith, el press de banca libre, el peck deck y el jalón en banco inclinado. Por último, en la cabeza posterior del deltoides el peck deck reverso, el remo sentado y el jalón en banco inclinado tuvieron la mayor actividad sin tener grandes diferencias entre ellos. Sin embargo, entre el peck deck reverso y las elevaciones cruzadas desde polea, las elevaciones laterales con peso libre, el press militar en máquina Smith, el press de banca libre y el peck deck, sí que hubieron diferencias significativas.

En una tesis realizada por Boehler (2011) en la Universidad de Wisconsin, se analizaron 8 ejercicios distintos de tríceps para comprobar su actividad muscular. Los resultados mostraron a las flexiones de diamante como el ejercicio con mayor activación, seguido de las patadas de tríceps con mancuernas y los fondos sobre banco, sin diferencias significativas entre ambos. De seguido, se situarían las extensiones sobre cabeza, la extensión de tríceps con cuerda y la extensión de tríceps desde polea alta con barra. Por último, encontraríamos el press francés con barra y el press de banca con agarre cerrado.

En un estudio realizado por Andersen et al. (2014) se comprobaron las diferencias de la activación muscular en una tracción vertical en polea con diferentes agarres: cerrado, medio y ancho. Los resultados demostraban que no había diferencias de activación en el dorsal ancho en cuanto al agarre que se emplease.

Por otro lado, Dickie et al. (2016) mostraron los resultados de su estudio en el que se comparaban tres tipos de dominadas diferentes: con un agarre pronado, un agarre neutro y un agarre supino. Los resultados establecían que no había diferencias significativas en la activación muscular independientemente del agarre empleado. Únicamente se veía una mayor activación en la parte medial del trapecio con el agarre pronado.

Lusk et al. (2010) quisieron demostrar en su estudio la activación que podría tener el dorsal ancho con la combinación de un agarre ancho o cerrado y prono o supino. Los resultados demostraban que las diferencias únicamente venían de la orientación del antebrazo, teniendo una mayor actividad el agarre pronado. Sin embargo, la anchura del agarre era indiferente.

Lehman et al. (2004) quisieron medir la actividad muscular de distintos grupos musculares de la espalda (trapecio y dorsal ancho) y el bíceps, mediante diferentes ejercicios que involucrasen la musculatura de la espalda. Los resultados mostraron una mayor activación del trapecio en el remo gironda que en las dominadas pronas y las dominadas supinas.

Edelburg (2017) mediante su tesis realizada en la Universidad de Wisconsin, quiso analizar la actividad muscular de la espalda a través de distintos ejercicios. Los resultados fueron divididos por grupos musculares: trapecio medio, trapecio inferior y dorsal ancho. Los resultados sobre la parte media del trapecio demostraban que los ejercicios con una mayor actividad muscular eran el remo con barra libre, el remo invertido y las elevaciones I-Y-T, sin diferencias significativas entre ellos. Seguido se situaría el remo sentado y las dominadas pronadas, y con una clara diferencia, el remo en TRX, las dominadas supinas y el jalón al pecho, sin diferencias entre estos dos últimos. En cuanto a la parte inferior del trapecio, los resultados situaban a las elevaciones I-Y-T y el remo con barra libre, con ciertas diferencias entre ambos, como los ejercicios con mayor activación. Posteriormente, el jalón al pecho, el remo invertido y las dominadas pronadas, sin diferencias entre ellos. Y por último, las dominadas supinas, el remo sentado y el remo en TRX.

En el estudio de Buchanan et al. (1989) se quiso comprobar la actividad muscular del bíceps dependiendo de la posición del antebrazo: en supinación, neutro o en pronación. Los resultados demostraron una mayor actividad cuando el antebrazo estaba en una posición supina, con una clara diferencia sobre el resto de posiciones del antebrazo.

Oliviera et al. (2009), quisieron comprobar mediante su estudio la actividad muscular del biceps en ejercicios con diferente angulación del hombro: curl de biceps de pie, curl en banco predicador y curl en banco inclinado. Los resultados demostraban que el curl predicador tenía una mayor activación al inicio del movimiento y tanto el curl de biceps de pie como el curl en banco inclinado, al final del movimiento.

En el estudio de Fauth et al. (2010) investigaron la actividad muscular de los distintos grupos musculares del tren inferior mediante una variedad de ejercicios. Se midieron el glúteo, los isquiosurales y los cuádriceps. Los resultados del cuádriceps fueron divididos en tres partes distintas: vasto medial, vasto lateral y recto femoral. Se demostró que en el recto femoral, la sentadilla provocaba la mayor activación muscular. Y tanto en el vasto lateral como en el medial, las zancadas, las subidas al cajón y la sentadilla eran ejercicios con una gran activación muscular, sin diferencias significativas entre ellos.

En un estudio similar, Ebben et al. (2008) midieron la actividad muscular del recto femoral, el vasto lateral y bíceps femoral mediante distintos ejercicios de tren inferior. Los resultados sobre el recto femoral mostraban como las extensiones de cuádriceps provocaban la mayor actividad muscular, seguido de la sentadilla libre y las zancadas, sin diferencias significativas entre estas últimas. Y en cuanto al vasto lateral, las zancadas y la sentadilla libre fueron los ejercicios que mayor actividad mostraron, sin diferencias significativas entre ellos.

Yavuz et al. (2015) demostraron mediante su estudio, una mayor actividad muscular en el cuádriceps comparando dos ejercicios. Los ejercicios fueron la sentadilla frontal y la sentadilla trasera, siendo la primera, la sentadilla que mayor actividad muscular tenía.

En un estudio llevado a cabo por Andersen et al. (2018) se comprobó la actividad muscular de la cadena posterior (glúteos, isquiosurales y erectores espinales) en diferentes ejercicios, en concreto tres. En cuánto a los resultados del glúteo mayor, el ejercicio con una mayor actividad fue el hip thrust, con una diferencia significativa frente al peso muerto con barra hexagonal y el peso muerto convencional, sin diferencias entre estos dos últimos.

Selkowitz et al. (2016) quisieron investigar la actividad muscular del glúteo mayor, dividido en dos partes, la región superior y la región inferior. Para ello, se realizaron once ejercicios distintos de glúteo que combinaban diferentes movimientos. Los resultados demostraron que los ejercicios cuyo movimiento dominaba una abducción y rotación externa de cadera activaban más la región superior del glúteo, siendo la abducción lateral tumbado con goma, el ejercicio que mayor actividad mostraba. Y por otro lado, los ejercicios que predominaba una extensión de cadera, activaban mayormente la región inferior del glúteo, siendo el puente unilateral de glúteo, el ejercicio que mayor actividad mostraba.

Schoenfeld et al. (2015) llevaron a cabo un estudio donde se midió la actividad muscular de los isquiosurales mediante dos ejercicios distintos: el peso muerto piernas rígidas y el curl femoral tumbado. Los resultados midieron la actividad muscular por regiones e indicaron una mayor actividad del bíceps femoral en el ejercicio peso muerto piernas rígidas y una mayor actividad del semitendinoso y semimembranoso en el ejercicio curl femoral tumbado.

Cresswell et al. (1995) estableció mediante su estudio, en el que se quiso medir la actividad muscular del tríceps sural en distintos grados de flexión de la rodilla, que los gastrocnemios, tenían una mayor actividad muscular y eran más fuertes con la rodilla totalmente extendida, a 180 grados de flexión de la misma. Por lo que, el sóleo, se activaba más cuando la rodilla estaba flexionada.

Mullaney et al. (2011) comparó la actividad muscular del tríceps sural mediante distintos ejercicios. Los resultados indicaban que realizar saltos con rebote y unas elevaciones de tobillos eran los ejercicios que mayor actividad tenían, seguido de subidas lateral al cajón y el movimiento de andar, con unas diferencias significativas entre ambos grupos.

En un estudio llevado a cabo por Escamilla et al. (2010) se quiso comprobar la actividad muscular del abdomen en diferentes ejercicios. Se midió por partes: zona superior e inferior del abdomen y oblicuo externo e interno. Había diferentes resultados según la zona analizada, pero los ejercicios que mayor actividad tenían en la zona superior del abdomen fueron el roll-out con fitball, el crunch abdominal y el pike sobre fitball. Y en cuanto a la zona inferior del abdomen, el pike y el roll-out con fitball volvían a tener el mayor protagonismo.

Youdas et al. (2008) comparó cuatro ejercicios diferentes con el objetivo de observar la actividad muscular del abdomen. Los resultados del recto abdominal, apuntaban a la rueda abdominal como el ejercicio que mayor activación tenía, seguido de la elevación de piernas y el crunch abdominal, sin diferencias significativas entre ambos. Por último, se situaría la plancha lateral.

## PROPUESTA DE EJERCICIOS

Teniendo en cuenta la revisión de toda la literatura científica realizada anteriormente, a continuación se llevará a cabo una propuesta de ejercicios en base a los resultados donde se incidirá en la importancia del análisis de la actividad de los distintos grupos musculares.

En cuanto al pectoral, los resultados de la tesis realizada por Schanke (2012) establecían el press de banca plano como el ejercicio que mayor activación muscular tenía, seguido por el peck deck y el cruce de poleas. El press de pectoral en máquina, también suponía una gran activación para el pectoral. Coratella et al. (2020) añadió mediante su estudio, que el press declinado tenía una activación similar al press de banca plano.

Por último, Trebs et al. (2010) demostró mediante su estudio que el haz esternocostal del pectoral mayor tenía su mayor activación cuando la inclinación del banco era de 0 grados. A su vez, Rodríguez-Ridao et al. (2020) vió que la mayor activación del haz clavicular del pectoral mayor se dió a 30 grados de inclinación del banco.

**Tabla 1**

*Ejercicios para el pectoral mayor (haz esternocostal)*

Propuesta de ejercicios	
Pectoral Mayor (Haz esternocostal)	
Press de banca plano	
Cruces de poleas	

---

Peck Deck



---

Press de pectoral en máquina



---

Press declinado



**Tabla 2**

*Ejercicios para el pectoral mayor (haz clavicular)*

---

**Propuesta de ejercicios**

---

**Pectoral Mayor (Haz clavicular)**

---

Press inclinado en máquina Smith



Press inclinado con mancuernas



Press inclinado con barra



En cuanto al deltoides, los resultados mostrados en la tesis de Sweeney (2014) establecían que el press con mancuernas sentado y las elevaciones frontales tenían una gran activación, con diferencias entre ambos, en la cabeza anterior del deltoides. Además los resultados del estudio de Wilhelm et al. (2013) establecían que el el press militar en máquina Smith era un ejercicio con una gran activación. En cuanto a la cabeza lateral del deltoides, el remo inclinado a 45 grados, las elevaciones laterales con mancuernas y la elevación en diagonal desde polea suponían una gran activación. Ehlers et al. (2013) añadió junto a las elevaciones laterales con mancuernas, las elevaciones cruzadas desde poleas como un ejercicio con una gran actividad en la cabeza lateral del deltoides. Por último, los resultados en la cabeza posterior, las elevaciones laterales hacia atrás sentado y el remo inclinado a 45 grados eran los ejercicios que mayor actividad muscular tenían. Wilhelm et al. (2013) vió que el peck deck reverso tenía también una gran activación.

### Tabla 3

#### *Ejercicios para el deltoides (cabeza anterior)*

---

#### Propuesta de ejercicios

---

#### Deltoides (cabeza anterior)

---

Press militar con mancuernas sentado



Press militar en máquina Smith



---

Elevaciones frontales con barra



---

Press militar de pie con barra



---

Elevaciones frontales con disco



**Tabla 4**

*Ejercicios para el deltoides (cabeza lateral)*

---

**Propuesta de ejercicios**

---

**Deltoides (cabeza lateral)**

---

Elevaciones laterales cruzadas



Elevaciones laterales con mancuernas



Elevaciones laterales sentado



---

Elevaciones laterales en máquina



---

Remo al mentón desde polea baja



---

**Tabla 5**

*Ejercicios para el deltoides (cabeza posterior)*

---

**Propuesta de ejercicios**

---

Deltoides (cabeza posterior)

---

Peck Deck reverso



---

Pájaros en banco inclinado



---

Elevaciones laterales hacia atrás sentado



---

Remo inclinado a 45 grados



Sí hablamos del tríceps, los resultados establecidos en la tesis de Boehler (2011) demostraron que las flexiones de diamante y los fondos sobre banco eran los ejercicios con mayor activación sobre el tríceps. A pesar de esto, al tratarse de ejercicios con el propio peso corporal, nos fijaremos más en los siguientes ejercicios, que permiten lastrar carga. Las extensiones sobre cabeza, la extensión de tríceps desde polea alta con cuerda o con barra, el press francés con barra y el press de banca con agarre cerrado, todos en ese orden, eran los ejercicios que mayor activación suponían para el tríceps.

**Tabla 6**

*Ejercicios para el tríceps*

---

**Propuesta de ejercicios**

---

**Tríceps**

---

Extensión de tríceps desde polea con barra



Extensión unilateral de tríceps desde polea



---

Press francés con barra EZ



---

Extensión de tríceps desde polea con cuerda



---

Press de banca agarre cerrado



---

Kaz press



Para hablar del dorsal ancho, la anchura del agarre en una tracción vertical, dónde colocar las manos en la barra, podría ser un factor fundamental. Sin embargo, los resultados del estudio de Andersen et al. (2014) no establecía diferencias de activación del dorsal ancho independientemente que el agarre fuera cerrado, medio o ancho. La orientación del antebrazo, utilizar un agarre prono, neutro o supino, también podría ser un factor importante. Lusk et al. (2010) vieron en su estudio que las únicas diferencias venían dadas por una mayor activación en el agarre pronado.

Lusk et al. (2010) quisieron demostrar en su estudio la activación que podría tener el dorsal ancho con la combinación de un agarre ancho o cerrado y prono o supino. Los resultados demostraban que las diferencias únicamente venían de la orientación del antebrazo, teniendo una mayor actividad el agarre pronado. Sin embargo, la anchura del agarre era indiferente.

## Tabla 7

### *Ejercicios para el dorsal ancho*

---

#### Propuesta de ejercicios

---

##### Dorsal ancho

---

Jalón al pecho agarre prono



Jalón al pecho agarre neutro



---

Jalón desde polea alta unilateral



---

Remo unilateral desde polea baja



---

Dominadas pronas



El trapecio se trata de otro grupo muscular situado en la espalda involucrado en ejercicios de espalda como el dorsal ancho. En el estudio de Lehman et al. (2004) establecieron una mayor actividad muscular en el trapecio cuando se realizaba el ejercicio del remo gironda en comparación con las dominadas, tanto pronas como supinas. Por ello, deducimos que los ejercicios que supongan una tracción horizontal, tienen una mayor activación del trapecio.

Junto con ello, los resultados de la tesis de Edelburg (2017) establecían cuáles eran los ejercicios que mayor activación muscular suponían. En el trapecio medio, destacaban ejercicios como el remo con barra libre, el remo invertido y el remo sentado. Y en cuánto al trapecio inferior, las elevaciones I-Y-T serían la mejor opción seguido del remo con barra libre.

**Tabla 8**

*Ejercicios para el trapecio*

---

**Propuesta de ejercicios**

---

Trapecio

---

Remo con barra libre



Remo con mancuernas



---

Remo gironda agarre neutro



---

Elevaciones I-Y-T



---

Remo con mancuerna unilateral



Para hablar del bíceps, la posición del antebrazo a la hora de realizar ejercicios se trata de un factor importante, Buchanan et al. (1989) demostraron mediante su estudio que una posición supina tenía una mayor actividad, con una clara diferencia frente al resto. También lo es la posición del hombro, su angulación. Por ello, Oliviera et al. (2009) establecieron que el curl predicador tenía una mayor activación al inicio del movimiento y tanto el curl de biceps de pie como el curl en banco inclinado, al final del movimiento. Por lo que combinar ejercicios con distinta angulación puede ser interesante.

## Tabla 9

### *Ejercicios para el bíceps*

---

Propuesta de ejercicios	
Bíceps	
Curl con barra recta	
Curl simultáneo con mancuernas	

---

---

Curl con barra EZ



---

Curl Bayesian



---

Curl banco Scott con barra EZ



---

Curl predicador en máquina



En cuanto al cuádriceps, tanto el estudio de Fauth et al. (2010) como el de Ebben et al. (2008) midieron la activación del cuádriceps dividido por partes. En el recto femoral, las extensiones de cuádriceps provocaban la mayor activación (Fauth et al., 2010), seguido de la sentadilla libre (Fauth et al., 2010; Ebben et al., 2008). Tanto en el vasto lateral como en el medial las zancadas, las subidas al cajón y la sentadilla libre eran ejercicios con una gran actividad muscular (Fauth et al., 2010; Ebben et al., 2008).

**Tabla 10**

*Ejercicios para el cuádriceps*

---

<b>Propuesta de ejercicios</b>	
<b>Cuádriceps</b>	
Sentadilla hack	
Extensión de cuádriceps	
Sentadilla con barra libre	

---

---

Sentadilla en máquina Smith



---

Prensa de piernas



---

Sentadilla búlgara en máquina Smith



---

Zancadas



A la hora de hablar del glúteo mayor, lo dividimos en dos partes. Powers et al. (2016) en su estudio dividió los resultados en dos partes. La región superior del glúteo se activaba sobre todo en una abducción y rotación externa de cadera, siendo la abducción lateral tumbado con goma, el ejercicio que mayor actividad mostraba. Y la región inferior del glúteo se activaba cuando se realizaba una extensión de cadera, con el puente unilateral de glúteo como el ejercicio con mayor actividad. Además, Andersen et al. (2018) nos facilitó mediante los resultados de su estudio que el ejercicio con mayor activación para el propio glúteo mayor fue el hip thrust, con diferencias sobre el peso muerto con barra hexagonal y el peso muerto convencional.

**Tabla 11**

*Ejercicios para el glúteo*

---

Propuesta de ejercicios	
Glúteo Mayor	
Hip Thrust con banda	
Hip Thrust en máquina Smith	

---

---

Patada de glúteo en cuadrupedia desde polea baja



---

Hiperextensiones inversas desde banco en máquina Smith



---

Pull Through



---

Peso muerto rumano con barra



Los isquiosurales están divididos en dos partes, el bíceps femoral por un lado y el semitendinoso y semimembranoso por otro lado. Los resultados del estudio de Schoenfeld et al. (2015) establecieron que el bíceps femoral se activaba más en el ejercicio peso muerto piernas rígidas y que el semitendinoso y semimembranoso, más en el ejercicio curl femoral tumbado. Podría ser interesante combinar ambos ejercicios y otros similares.

**Tabla 12**

*Ejercicios para los isquiosurales*

---

**Propuesta de ejercicios**

---

Isquiosurales

---

Peso muerto rumano con barra



Peso muerto rumano con mancuernas



Curl femoral sentado



---

Curl femoral tumbado



---

Curl femoral de pie



---

Buenos días en máquina Smith



El tríceps sural, se divide en dos partes: gastrocnemios y el sóleo. Cresswell et al. (1995) demostró mediante su estudio que los gastrocnemios tenían una mayor capacidad de aplicar fuerza con la rodilla totalmente extendida, a 180 grados de flexión de la misma. Por lo tanto, el sóleo es capaz de aplicar más fuerza cuando la rodilla está flexionada. Además, en el estudio de Mullaney et al. (2011) se demostraron que los ejercicios con mayor actividad muscular eran los saltos con rebote y unas elevaciones de tobillos.

**Tabla 13**

*Ejercicios para el tríceps sural*

---

<b>Propuesta de ejercicios</b>	
<b>Tríceps sural</b>	
Extensión de tobillo en prensa	
Extensión de tobillo en máquina Smith	

---

---

Extensión de tobillo unilateral de pie



---

Extensión de tobillo sentado en máquina



En cuánto al abdomen, los resultados del estudio de Escamilla et al. (2010), que medía la actividad del abdomen dividido por partes, demostraban que el crunch abdominal era un ejercicio con una gran activación en la zona superior del abdomen. El roll-out con fitball y el pike sobre fitball eran dos ejercicios con una gran activación tanto en la zona superior como en la inferior del abdomen. Por otro lado, Youdas et al. (2008) estableció que la rueda abdominal era el ejercicio con mayor activación del abdomen, seguido de la elevación de piernas y el crunch abdominal, sin diferencias significativas entre ambos.

**Tabla 14**

*Ejercicios para el abdomen*

Propuesta de ejercicios	
Abdomen	
Rueda abdominal	
Crunch abdominal tumbado	

---

Elevación de piernas colgado



---

Plancha abdominal



---

Pike



## CONCLUSIONES

En este trabajo se han recopilado los resultados de la electromiografía de superficie analizando los distintos patrones de movimiento de los grupos musculares. La propuesta de ejercicios fue realizada en base a los resultados obtenidos en las distintas intervenciones, se trata de ejercicios que se emplearon en los estudios y son aquellos con una gran activación muscular.

En las intervenciones revisadas, el press de banca es uno de los ejercicios con mayor activación muscular en el pectoral. Además, si queremos trabajar la parte superior del mismo, debemos inclinar el banco a unos 30 grados. El press militar sentado con mancuernas para la cabeza anterior, las elevaciones laterales con mancuernas para la cabeza lateral y el peck deck reverso para la cabeza posterior, son ejercicios que provocan una gran actividad en el deltoides. En el tríceps, las extensiones desde polea alta, ya fueran unilaterales o con cuerda o barra, eran ejercicios recomendables debido a su activación.

Las tracciones verticales priman en el dorsal ancho, sobre todo, buscando un agarre prono o neutro, por ello, el jalón al pecho prono o el jalón al pecho neutro, son dos grandes ejercicios. El remo con barra libre, el ejercicio que completa el desarrollo más general del trapecio. La posición supina del antebrazo es importante a la hora de realizar ejercicios de bíceps, por ello, el curl de bíceps con barra recta podría ser una opción interesante. También lo es combinar distintos ángulos de flexo-extensión de hombro.

Cualquier patrón de sentadilla (sentadilla hack, sentadilla en máquina Smith) combinado con unas extensiones de cuádriceps, harán que nuestra parte anterior de las piernas se desarrolle, debido a la gran activación que provocan estos ejercicios. En cuánto al desarrollo del glúteo mayor, el hip thrust es el ejercicio que mayor actividad muscular genera. Se pueden realizar distintas variables del mismo: hip thrust, hip thrust en máquina Smith, entre otros. La combinación de realizar un peso muerto y sus variantes (peso muerto piernas rígidas) junto a un curl femoral y sus variantes (curl femoral tumbado) genera una gran activación en los isquiosurales. En el desarrollo del tríceps sural, la extensión de tobillo es fundamental. Con la rodilla extendida para el trabajo de los gastrocnemios y con la rodilla flexionada para el trabajo del sóleo. La rueda abdominal está establecida como un gran ejercicio para el desarrollo del abdomen, sobre todo el recto abdominal, debido a la actividad muscular que genera.

Por último, los sujetos de investigación eran personas entrenadas, pero generalmente no se sabe el nivel que tenían. Por ello, realizar estas investigaciones con sujetos entrenados con un alto nivel, más de cinco años de entrenamiento, podría ser una opción más interesante, e incluso podría ser aún más interesante realizarlo con culturistas.

## LIMITACIONES

A la hora de sacar las conclusiones, los resultados de las intervenciones redactadas anteriormente pueden haberse visto afectados por limitaciones encontradas en las mismas.

Los resultados de este trabajo sugieren cuáles serían los ejercicios que mayor respuesta hipertrófica generarán midiendo su actividad muscular mediante electromiografía de superficie.

Sin embargo, se ha podido ver en diferentes artículos que la medición de la actividad muscular mediante electromiografía de superficie ha sido realizada únicamente en ciertas partes del propio músculo, dejando otras sin medir. Sí el grupo muscular hubiese sido analizado en todas sus partes, los resultados hubiesen sido diferentes. También se ha visto el caso de realizar una medición de un grupo muscular en su totalidad, sin estar dividido por las partes que lo completan.

Por otro lado, algunos resultados también se vieron afectados por una mala ejecución del ejercicio que se quería medir. La falta de movilidad y una mala posición corporal, provocan una medición no del todo correcta, lo que altera los resultados.

Además, la intensidad y el empleo de las cargas en algunos ejercicios no fue la necesaria para realizar correctamente la medición. En esfuerzos máximos para la medición de la actividad muscular, el fallo en la intensidad y las cargas puede modificar los resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ackland, D. C., Pak, P., Richardson, M., & Pandy, M. G. (2008). Moment arms of the muscles crossing the anatomical shoulder. *Journal of anatomy*, 213(4), 383–390. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2008.00965.x>
- Alves, R. C., Prestes, J., Enes, A., de Moraes, W., Trindade, T. B., de Salles, B. F., Aragon, A. A., & Souza-Junior, T. P. (2020). Training Programs Designed for Muscle Hypertrophy in Bodybuilders: A Narrative Review. *Sports (Basel, Switzerland)*, 8(11), 149. <https://doi.org/10.3390/sports8110149>
- Andersen, V., Fimland, M. S., Mo, D. A., Iversen, V. M., Vederhus, T., Rockland Hellebø, L. R., Nordaune, K. I., & Saeterbakken, A. H. (2018). Electromyographic Comparison of Barbell Deadlift, Hex Bar Deadlift, and Hip Thrust Exercises: A Cross-Over Study. *Journal of strength and conditioning research*, 32(3), 587–593. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001826>
- Andersen, V., Fimland, M. S., Wiik, E., Skoglund, A., & Saeterbakken, A. H. (2014). Effects of grip width on muscle strength and activation in the lat pull-down. *Journal of strength and conditioning research*, 28(4), 1135–1142. <https://doi.org/10.1097/JSC.0000000000000232>
- Brown, S. H., Ward, S. R., Cook, M. S., & Lieber, R. L. (2011). Architectural analysis of human abdominal wall muscles: implications for mechanical function. *Spine*, 36(5), 355–362. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181d12ed7>
- Brown, J. 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 : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 17(1), 57–73. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2005.10.007>
- Boehler, B. (2011). Electromyographic analysis of the triceps brachii muscle during a variety of triceps exercises. <https://minds.wisconsin.edu/handle/1793/53487>
- Buchanan, T. S., Rovai, G. P., & Rymer, W. Z. (1989). Strategies for muscle activation during isometric torque generation at the human elbow. *Journal of neurophysiology*, 62(6), 1201–1212. <https://doi.org/10.1152/jn.1989.62.6.1201>
- Coratella, G., Tornatore, G., Longo, S., Esposito, F., & Cè, E. (2020). Specific prime movers' excitation during free-weight bench press variations and chest press machine in competitive bodybuilders. *European journal of sport science*, 20(5), 571–579. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1655101>
- Cresswell, A. G., Löscher, W. N., & Thorstensson, A. (1995). Influence of gastrocnemius muscle length on triceps surae torque development and electromyographic activity in man. *Experimental brain research*, 105(2), 283–290. <https://doi.org/10.1007/BF00240964>

- Delp, S. L., Suryanarayanan, S., Murray, W. M., Uhler, J., & Triolo, R. J. (2001). Architecture of the rectus abdominis, quadratus lumborum, and erector spinae. *Journal of biomechanics*, 34(3), 371–375. [https://doi.org/10.1016/s0021-9290\(00\)00202-5](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(00)00202-5)
- Dickie, J. A., Faulkner, J. A., Barnes, M. J., & Lark, S. D. (2017). Electromyographic analysis of muscle activation during pull-up variations. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 32, 30–36. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.11.004>
- Ebben, W. P., Feldmann, C. R., Dayne, A., Mitsche, D., Alexander, P., & Knetzger, K. J. (2009). Muscle activation during lower body resistance training. *International journal of sports medicine*, 30(1), 1–8. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1038785>
- Edelburg, H. (2017). ELECTROMYOGRAPHIC ANALYSIS OF THE BACK DURING VARIOUS BACK EXERCISES [UNIVERSITY OF WISCONSIN-LA CROSSE]. <https://minds.wisconsin.edu/handle/1793/76924>
- Escamilla, R. F., Lewis, C., Bell, D., Bramblett, G., Daffron, J., Lambert, S., Pecson, A., Imamura, R., Paulos, L., & Andrews, J. R. (2010). Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(5), 265–276. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3073>
- Fauth, M., Garceau, L., Lutsch, B., Gray, A., Szalkowski, C., Wurm, B., & Ebben, W. (2010). Hamstrings, Quadriceps, and Gluteal Muscle Activation During Resistance Training Exercises. *Department of Physical Therapy, Program in Exercise Science, Strength and Conditioning Research Laboratory, Marquette University, Milwaukee, WI, USA*, (28), 1-4.
- Fiorentino, N. M., Lin, J. S., Ridder, K. B., Guttman, M. A., McVeigh, E. R., & Blemker, S. S. (2013). Rectus femoris knee muscle moment arms measured in vivo during dynamic motion with real-time magnetic resonance imaging. *Journal of biomechanical engineering*, 135(4), 044501. <https://doi.org/10.1115/1.4023523>
- Hackett, D. A., Johnson, N. A., & Chow, C. M. (2013). Training practices and ergogenic aids used by male bodybuilders. *Journal of strength and conditioning research*, 27(6), 1609–1617. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318271272a>
- Iraki, J., Fitschen, P., Espinar, S., & Helms, E. (2019). Nutrition Recommendations for Bodybuilders in the Off-Season: A Narrative Review. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(7), 154. <https://doi.org/10.3390/sports7070154>
- Kholinne, E., Zulkarnain, R. F., Sun, Y. C., Lim, S., Chun, J. M., & Jeon, I. H. (2018). The different role of each head of the triceps brachii muscle in elbow extension. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 52(3), 201–205. <https://doi.org/10.1016/j.aott.2018.02.005>
- Kuechle, D. K., Newman, S. R., Itoi, E., Morrey, B. F., & An, K. N. (1997). Shoulder muscle moment arms during horizontal flexion and elevation. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 6(5), 429–439. [https://doi.org/10.1016/s1058-2746\(97\)70049-1](https://doi.org/10.1016/s1058-2746(97)70049-1)

- Lehman, G. J., Buchan, D. D., Lundy, A., Myers, N., & Nalborczyk, A. (2004). Variations in muscle activation levels during traditional latissimus dorsi weight training exercises: An experimental study. *Dynamic medicine : DM*, 3(1), 4. <https://doi.org/10.1186/1476-5918-3->
- Lusk, S. J., Hale, B. D., & Russell, D. M. (2010). Grip width and forearm orientation effects on muscle activity during the lat pull-down. *Journal of strength and conditioning research*, 24(7), 1895–1900. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ddb0ab>
- Martín-Fuentes, I., Oliva-Lozano, J. M., & Muyor, J. M. (2020). Electromyographic activity in deadlift exercise and its variants. A systematic review. *PLoS one*, 15(2), e0229507. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229507>
- Mitchell, L., Hackett, D., Gifford, J., Estermann, F., & O'Connor, H. (2017). Do Bodybuilders Use Evidence-Based Nutrition Strategies to Manipulate Physique?. *Sports (Basel, Switzerland)*, 5(4), 76. <https://doi.org/10.3390/sports5040076>
- Mullaney, M., Tyler, T. F., McHugh, M., Orishimo, K., Kremenic, I., Caggiano, J., & Ramsey, A. (2011). Electromyographic analysis of the triceps surae muscle complex during achilles tendon rehabilitation program exercises. *Sports health*, 3(6), 543–546. <https://doi.org/10.1177/1941738111416911>
- Németh, G., & Ohlsén, H. (1989). Moment arms of hip abductor and adductor muscles measured in vivo by computed tomography. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 4(3), 133–136. [https://doi.org/10.1016/0268-0033\(89\)90015-6](https://doi.org/10.1016/0268-0033(89)90015-6)
- Neto, W. K., Vieira, T. L., & Gama, E. F. (2019). Barbell Hip Thrust, Muscular Activation and Performance: A Systematic Review. *Journal of sports science & medicine*, 18(2), 198–206.
- Oliveira, L. F., Matta, T. T., Alves, D. S., Garcia, M. A., & Vieira, T. M. (2009). Effect of the shoulder position on the biceps brachii emg in different dumbbell curls. *Journal of sports science & medicine*, 8(1), 24–29.
- 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>
- Schanke, W. (2012). ELECTROMYOGRAPHICAL ANALYSIS OF THE PECTORALIS MAJOR MUSCLE DURING VARIOUS CHEST EXERCISES [University of Wisconsin-La Crosse]. <https://minds.wisconsin.edu/handle/1793/62857>
- Schoenfeld B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 24(10), 2857–2872. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>

- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Tiryaki-Sonmez, G., Wilson, J. M., Kolber, M. J., & Peterson, M. D. (2015). Regional differences in muscle activation during hamstrings exercise. *Journal of strength and conditioning research*, 29(1), 159–164. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000598>
- Schory, A., Bidinger, E., Wolf, J., & Murray, L. (2016). A SYSTEMATIC REVIEW OF THE EXERCISES THAT PRODUCE OPTIMAL MUSCLE RATIOS OF THE SCAPULAR STABILIZERS IN NORMAL SHOULDERS. *International journal of sports physical therapy*, 11(3), 321–336.
- Schünke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2010). Prometheus: texto y atlas de Anatomía (2a edición). Panamericana.
- Selkowitz, D. M., Beneck, G. J., & Powers, C. M. (2016). Comparison of Electromyographic Activity of the Superior and Inferior Portions of the Gluteus Maximus Muscle During Common Therapeutic Exercises. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 46(9), 794–799. <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6493>
- Sweeney, S. (2014). Electromyographic analysis of the deltoid muscle during various shoulder exercises [University of Wisconsin-La Crosse]. <https://minds.wisconsin.edu/handle/1793/70129>
- Wallace, W., Ugrinowitsch, C., Stefan, M., Rauch, J., Barakat, C., Shields, K., Barninger, A., Barroso, R., & De Souza, E. O. (2019). Repeated Bouts of Advanced Strength Training Techniques: Effects on Volume Load, Metabolic Responses, and Muscle Activation in Trained Individuals. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(1), 14. <https://doi.org/10.3390/sports7010014>
- 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ddfae7>
- Wilhelm, E., Ughini, C., Pinto, R., & Lima, C. (2013). ELECTROMYOGRAPHICAL ANALYSIS OF THE DELTOID. *Medicina Sportiva*, 17(2), 67-71.
- Worrell, T. W., Karst, G., Adamczyk, D., Moore, R., Stanley, C., Steimel, B., & Steimel, S. (2001). Influence of joint position on electromyographic and torque generation during maximal voluntary isometric contractions of the hamstrings and gluteus maximus muscles. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 31(12), 730–740. <https://doi.org/10.2519/jospt.2001.31.12.730>
- Yavuz, H. U., Erdağ, D., Amca, A. M., & Aritan, S. (2015). Kinematic and EMG activities during front and back squat variations in maximum loads. *Journal of sports sciences*, 33(10), 1058–1066. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.984240>
- Youdas, J. W., Guck, B. R., Hebrink, R. C., Rugotzke, J. D., Madson, T. J., & Hollman, J. H. (2008). An electromyographic analysis of the Ab-Slide exercise, abdominal crunch, supine double leg thrust, and side bridge in healthy young adults: implications for rehabilitation professionals. *Journal of strength and conditioning research*, 22(6), 1939–1946. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818745bf>