

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación

Carrera de Ciencias de la Educación en la especialización de Cultura
Física

“Análisis de la activación muscular por medio de electromiografía en función del agarre en las dominadas”


Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Licenciado en Ciencias de la Educación en Cultura Física

Autor:

Juan Leonel Camacho Cajamarca

Director:

Tonny Efrén Vidal Valencia

ORCID: : 0009-0006-4167-6105

Cuenca, Ecuador

2023-11-23

Resumen

El presente trabajo de investigación se sustenta en una revisión bibliográfica, cuyo objetivo primordial es analizar la activación electromiografía de los principales músculos involucrados en el ejercicio de la dominada (pull ups) para su configuración, se realizó una búsqueda y recopilación de documentos bibliográficos relacionados al tema. Para la selección de artículos se utilizó cuatro bases digitales, se indagó estudios tanto en el idioma español como en inglés. Aplicando los criterios de selección establecidos se seleccionaron un total de 6 documentos científicos. Mediante el análisis electromiográficos de activación de los músculos se pueden observar y realizar una comparación de los diferentes tipos de agarre analizados en cada uno de los documentos, para de esta forma contar con una información óptima acerca del mejor agarre para realizar el ejercicio de la dominada, abordando a la vez los diferentes análisis electromiográficos de todos los tipos de agarres durante el ejercicio de la dominada, evidenciándose diferencias significativas entre los agarres prono y supino, por lo cual se concluye que la orientación de la mano al momento del agarre es lo que crea distintos grados de activación en los mismos grupos musculares.

Palabras clave: ejercicio físico, investigación deportiva, orientación de la mano



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

This research work is a literature review with the objective of analyzing the electromyography activation of the main muscles involved in the exercise in pull ups, for which an exhaustive search was carried out and the compilation of bibliographic documents related to the subject. For the selection of articles, four digital bases were used, studies in Spanish and English. Applying the established selection criteria, a total of 6 scientific documents were selected. Through the electromyographic analysis of muscle activation, it is possible to see and make a comparison of the different types of grip analyzed in each of the documents, thus having a better understanding and knowledge of what would be the best grip to perform the exercise. In conclusion, different electromyographic analyzes of all types of grips during the pull-up exercise did not demonstrate significant differences, resulting in the only difference between prone and supine grips, which is why it is concluded that the orientation of the hand at the moment of the grip is what creates different degrees of activation in the same muscle groups.

Keywords: physical exercise, sports search, hand orientation



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Introducción	9
Planteamiento del Problema	9
Justificación	10
Objetivos	11
Objetivo General	11
Objetivo Específico	11
1. Capítulo I Marco Teórico	11
1. Antecedentes: Actividad eléctrica muscular	11
1.1. Electromiografía	11
1.1.1. Función de la electromiografía	12
1.1.2. Tipos de electromiografía	12
1.1.3. Registro de la actividad eléctrica	13
1.1.4. Métodos electromiográficos	14
1.1.5. Instrumentos empleados para la electromiografía	16
1.1.6. Activación muscular	16
1.1.7. Proceso de activación muscular	17
1.1.8. Factores que intervienen en la activación muscular	17
1.1.9. Músculo Involucrados en las dominadas	18
1.2. Dominadas	19
1.2.1. Tipos de dominadas	19

1.2.2. Agarres en las dominadas.....	20
1.2.3. Biomecánica de la Dominada.....	21
2. Capítulo II	22
2. Proceso Metodológico	22
2.1. Métodos y materiales	22
2.2. Fuentes de información.....	22
2.3. Procedimiento	24
2.4. Análisis de la Información	24
3. Capítulo III	26
3.1. Resultados.....	26
3.2. Discusión	40
4. Capítulo IV.....	42
4.1. Conclusiones	42
4.2. Recomendaciones.....	43
Referencias	44
Anexos.....	48

Índice de figuras

Figura 1. Sistema de búsqueda y exclusión de artículos. Propia del autor	23
Figura 2. Comparación de la actividad muscular durante toda la repetición. Dickie et al (2017).....	27
Figura 3. Tabla de comparación de la actividad EMG media. (Escalante, Chaney, Stuckey, Alvarez, & Dabbs, 2015)	29
Figura 4. Tabla de comparación entre variaciones de dominadas y las musculaturas del dorsal y del bíceps. (Bagchi & Raizada, 2015).....	30
Figura 5. Análisis estadísticos de cada músculo durante cada ejercicio. Hewit, Jaffe, & Crowder (2018).....	32
Figura 6. Comparación entre la señal normalizada (%MVC) y los tipos de dominadas. Snarr, Hallmark, Casey, & Esco, (2017).	34
Figura 7. Tabla de barras de la señal normalizada los diferentes tipos de agares y los seis músculos analizados. Youdas, y otros, (2010).....	36
Figura 8. Electrodo de superficie. Anónimo	48
Figura 9. Electrodo de inserción. Anónimo	48
Figura 10. Amplificador. Anónimo	48
Figura 11. Mecanismo de contracción muscular. (García, 2013)	49

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de los seis documentos bibliográficos. Propio autor.....	37
Tabla 2. Variables de cada documento bibliográfico.	39

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad de Cuenca por abrir sus puertas y otorgar grandes oportunidades de crecimiento educativo y personal, de igual manera a todos los docentes de la carrera por guiarnos y acompañarnos a lo largo de esta travesía. Un agradecimiento a mi padre por su apoyo incondicional y también a mi hermana por brindar palabras de aliento para culminar este trabajo, de igual manera agradezco a todos mis amigos que me han ayudado en las etapas difíciles de la vida.

Agradezco a mi tutor y profesor Mgst. Tonny Vidal por ser una guía y mentora esencial en este proceso, de igual manera a todos docentes y personal administrativo de la Universidad, sin todos ellos no serían posible la realización de este trabajo.

Un especial agradecimiento a mi gran amiga Fer la cual me brindó su gran apoyo desinteresado para poder terminar este trabajo de titulación, espero poder ayudarte en todo lo que necesites.

Dedicatoria

Dedico este trabajo en memoria de mis seres queridos los cuales han tenido que dejar esta vida, pero al ir cumpliendo cada meta honro su memoria. A mi padre el cual se esforzó por sacarnos adelante me enseñó el valor del trabajo duro, a mi hermana mayor la cual tuvo que desempeñar el papel de madre nos cuidó y guio como si fuéramos sus hijos. A mi hermano menor el cual espero que le sirva como inspiración para seguir con sus metas.

De igual manera a todas las amistades y estudiantes de calistenia las cuales siempre han confiado en mí y han depositado su confianza en mi persona.

“Análisis de la activación muscular por medio de electromiografía en función del agarre en las dominadas”

Introducción

El presente trabajo de titulación “Análisis de la activación muscular por medio de electromiografía en función del agarre en las dominadas” tiene como finalidad recolectar información de la literatura científica disponible sobre estudios que analizan la activación muscular mediante electromiografías (EMG) en las dominadas, en función de diferentes tipos de agarre. Una vez obtenidos los resultados de cada estudio se procederá con la comparación y análisis del nivel de actividad eléctrica producida en el movimiento de la dominada o gesto global para responder en qué medida se estimulan ciertas musculaturas en los distintos tipos de agarres y, así conocer cuál sería el agarre más óptimo para producir una mayor activación muscular al momento de realizar dicho ejercicio o, en caso contrario pueden no existir variaciones significativas en la estimulación muscular. Para ello, se abordan tres categorías, la electromiografía, la activación muscular y los tipos de agarres.

La electromiografía (EMG) se define como la disciplina relacionada con la detección, análisis y uso de la señal eléctrica producida por el nervio motor que se genera cuando las fibras de un músculo se contrae. La señal electromiográfica permite construir el electromiograma, que corresponde a la suma temporal y espacial de los potenciales de acción de las unidades motoras (PAUMs) durante la contracción, permitiendo cuantificar de manera precisa y objetiva el comportamiento bioeléctrico muscular.

La electromiografía se usa para tener un registro de la actividad de las unidades motoras dentro de un músculo o grupos musculares. Los investigadores en las profesiones de la salud y el bienestar utilizan EMG para observar las diferencias en la actividad muscular entre las condiciones de ejercicio.

Planteamiento del Problema

En el mundo del entrenamiento deportivo y la actividad física la dominada es realizada en varias disciplinas de fuerza y es usada comúnmente como una prueba para la medición de fuerza de la parte superior corporal en deportes como la natación, gimnasia, escalada y el fitness (Ronai & Scibek, 2014). Pero, existe un escaso conocimiento de los diversos tipos y agarres de dominadas y, los efectos que produce cada uno en relación con la activación de diferentes tipos de músculos involucrados (Leslie & Comfort, 2013). Por tanto, se desconoce cuál es el agarre más óptimo o que genere mayores beneficios al momento de su ejecución en los entrenamientos de fuerza.

Justificación

Si bien existe el uso ocasional de las diferentes pruebas ya sea de máximas dominadas, cálculo de la repetición máxima (RM), máximas reps en determinado tiempo, su uso es inevitable debido a la necesidad de regular pruebas para cumplir con los estándares de aptitud física (Ricci et al., 1988; Youdas et al., 2010). Además de su importancia para algunos gestos deportivos específicos y el desarrollo de los músculos involucrados es también, indispensable para promover un balance funcional a la articulación del hombro (Youdas, y otros, 2010), pero con lo mencionado anteriormente, se ha logrado observar que existen pocos estudios acerca del entrenamiento de fuerza en la dominadas o pull ups además del poco conocimiento de los efectos y activación de los diferentes músculos involucrados en dicho ejercicio a pesar de la gran práctica de este ejercicio en diferentes deportes, entrenamientos y actividades. Recalcando que, la gran parte de los estudios solo evalúan la diferencia de activación muscular entre 3 tipos de agarre (EMG) (Lehman et al., 2004; Lusk et al., 2010; Signorile et al., 2002; Sperandiet al., 2009; Youdas et al., 2010), en adición existe otros estudios de diferentes agarres por medio de EMG.

Por tanto, el propósito de esta investigación es la revisión de bibliografía que aporte con información útil para realizar un análisis y comparación de los estudios de la actividad EMG del latissimus dorsi (LD), deltoides posterior (PD), medio trapecio (MT) y bíceps braquial (BB) con diferentes tipos de agarre en suspensión para comparar los resultados de diferentes estudios y, de ese modo identificar si existe un agarre más óptimo para dicho ejercicio y, poder determinar una mejor metodología para el aumento en el rendimiento del entrenamiento de fuerza de tren superior. Al poseer una mayor visión en base al conocimiento científico y test de electromiografías es posible dar respuesta si con cada agarre se estimula en mayor o menor medida ciertas musculaturas o, caso contrario pueden no existir variaciones significativas en la activación de dichas musculaturas. Finalmente, es importante el conocimiento del nivel de activación muscular para una correcta prescripción del movimiento debido a que cada de la orientación de las manos y ancho de los agarres crea diferentes ángulos y niveles de activación muscular en la articulación de hombro, brazo y antebrazo (Leslie y Comfort, 2013).

Objetivos

Objetivo General

- Analizar la activación muscular de los tipos de agarre al momento de realizar una dominada.

Objetivo Específico

- Recopilar estudios basados en la actividad electromiografía (EMG) de los principales músculos involucrados durante el gesto de la dominada.
- Conocer los parámetros musculares biomecánicos de la articulación de los hombros y codos en el gesto de la dominada y sus variaciones entorno a cada agarre.
- Comparar los resultados de diferentes estudios entre los diferentes tipos de agarre.

1. Capítulo I Marco Teórico

1. Antecedentes: Actividad eléctrica muscular

Los principios de la historia, entorno al registro de la actividad eléctrica muscular se remontan a mediados del siglo XVII cuando, en 1666 Francisco Redi demostró la existencia de un músculo especializado capaz de generar electricidad en el pez raya. Años más tarde, en 1773 John Walsh demostró que la musculatura de la anguila tenía la capacidad de generar una chispa de electricidad. Por otro lado, Luigi Galvani en 1786 realizó experimentos en una máquina electrostática acoplada a ranas y, llegó a la conclusión de la existencia de electricidad en su musculatura. En 1849, Dubois-Raymond descubrió que era posible llevar un registro de la actividad eléctrica durante la contracción muscular. En el siglo XIX Guillaume BA Duchenne, realizó el primer trabajo sobre la dinámica y función del músculo. En su comienzo con fines terapéuticos para lo cual, construyó un equipo de estimulación neuromuscular. Sin embargo, no fue hasta en 1890 que Marley realizó el primer registro real, quien además introdujo el término electromiografía.

1.1. Electromiografía

Adrián y Bronk en 1929, introdujeron la electromiografía convencional, sin embargo, en 1944 Erlanger y Spencer Gasser, amplificaron señales eléctricas, estimulando una fibra nerviosa en un osciloscopio de rayos catódicos. Esto les concedió el premio Nóbel de medicina y fisiología. Ese mismo año, Weddel fue uno de los primeros en realizar reportes clínicos acerca

de estudios de enfermedades neurológicas. No fue hasta 1930 y 1950 que se comenzó a utilizar electrodos mejorados y más sofisticados para los estudios de la activación muscular.

1.1.1. Función de la electromiografía

La Electromiografía (EMG), se encarga del análisis y medición de la respuesta muscular o de las señales eléctricas que producen los músculos al contraerse. Estas señales son captadas por electrodos para su procesamiento creando así, un electromiograma de los potenciales de acción de unidades motoras (PAUMs), cuantificando de manera objetiva las señales eléctricas captadas (Lucas, 2002). La EMG en las ciencias de la rehabilitación, ha ayudado a detectar anomalías neuromusculares en la ejecución de distintos gestos motores. Y, también al entendimiento de las posibles causas y consecuencias de una lesión y/o disfunción del músculo.

1.1.2. Tipos de electromiografía

De los estudios analizados acerca de la EMG hacen referencia a la existencia de dos técnicas de EMG, la invasiva y la de superficie.

1.1.2.1 La EMG Invasiva:

Como su nombre lo indica, es una técnica intramuscular que logra obtener el registro del potencial de acción generado por una unidad motora en particular. Para esto, se inserta un electrodo a nivel intramuscular por medio de agujas, conocido como método fine wire. Su utilización se más orienta con propósitos clínicos. El fine wire es la única forma de conocer su comportamiento electrofisiológico. (Gila, Malanda, Rodriguez, Rodriguez, & Navallas, 2009)

Las ventajas de la técnica intramuscular se detallan a continuación. Permite evaluar músculos profundos y pequeños que, superficialmente son imposibles de medir y encontrar debido a la interferencia de señales emitidas por músculos adyacentes. También, detecta la actividad eléctrica de zonas o fascículos específicos de músculos debido a que, los electrodos tienen un área de registro pequeño. (Guzmán & Méndez, Electromiografía de las Ciencias de la Rehabilitación , 2018)

Y las desventajas de la EMG invasiva son las siguientes. La inserción del electrodo provoca molestias durante la contracción, lo cual podría afectar durante el gesto motor a evaluar. También, otro inconveniente de este método es la complicación de repetir la evaluación, ya que, al ser intramuscular, la probabilidad de ubicar el electrodo en la misma zona muscular es baja. Además, aparte de los electrodos se necesita un osciloscopio y un especialista quien

realizará un análisis de la actividad registrada. (Guzmán & Méndez, Electromiografía de las Ciencias de la Rehabilitación , 2018)

1.1.2.2. Electromiografía de superficie

Se basa en el uso de electrodos colocados superficialmente, ya sean alámbricos o inalámbricos. Son ubicados directamente sobre la piel del músculo que se evalúa. Además, se utiliza para el estudio del comportamiento promedio de un músculo o grupo muscular. Las investigaciones actuales se basan en las recomendaciones propuestas por SENIAM (Surface Electro Myography for the Non-Invasive Assessment of Muscles) para homogenizar y estandarizar los procedimientos en la localización de los electrodos en diferentes grupos musculares. De esta forma, se ha podido protocolizar el uso de la EMG de superficie y, así disminuir los errores intra- e interevaluador (Gila, Malanda, Rodriguez, Rodriguez, & Navallas, 2009).

Los electrodos superficiales son más usados por su utilidad para evaluar gestos motores ya que, a diferencia de la EMG invasiva, no provoca molestias musculares y la ubicación de los electrodos es fácilmente reproducible por lo que, permite estudiar con mayor facilidad la actividad bioeléctrica del músculo o grupos musculares mediante el registro de las diferencias de potencial registradas en la superficie de la piel. (Gila, Malanda, Rodriguez, Rodriguez, & Navallas, 2009)

Por otro lado, una de las desventajas es la incapacidad de captar la señal de una sola unidad motora, aparte la potencial contaminación de la señal por las musculaturas adyacentes, debido a un área de registro mayor que tienen los electrodos superficiales en comparación con el fine wire. En caso de ser electrodos alámbricos, los cables pueden incomodar al momento de ejecutar el gesto motor. (Gila, Malanda, Rodriguez, Rodriguez, & Navallas, 2009)

1.1.3. Registro de la actividad eléctrica

Según Guzmán y Méndez (2018), el registro de la actividad electromiográfica, se realiza mediante electrodos de aguja o de superficie que son insertadas en el músculo o grupo muscular a estudiar. En la EMG de aguja, se utilizan dos tipos de electrodos; el electrodo monopolar, que tiene una superficie de registro de forma cónica de aproximadamente 0,25 mm², y, el electrodo concéntrico que tiene una superficie de registro de forma helicoidal de 0,07 mm². El electrodo concéntrico es el más utilizado en la práctica asistencial, es una aguja aislada a lo largo de su longitud con excepción de la punta, la cual es insertada dentro de la masa muscular registrando la diferencia de potencial entre el cuerpo de la aguja y la punta

desnuda del alambre. Algunas personas pueden sentir dolor durante el proceso, otros experimentan un pequeño nivel de molestia cuando la aguja es insertada. Los músculos pueden quedar adoloridos por uno o dos días después del procedimiento.

1.1.3.1. Actividad eléctrica durante la contracción voluntaria

Cuando el electrodo en forma de aguja se inserta, toda la musculatura que está en reposo muestra señales eléctricas normales. La actividad anormal espontánea indica un daño en el nervio o en el músculo. Debido a que, el músculo esquelético difiere en su estructura interna. El electrodo debe ser puesto en varias localizaciones con el fin de obtener resultados confiables del estudio. Posteriormente, el electrodo es retirado unos pocos milímetros e insertado nuevamente para analizar la actividad. Cada trazo del electrodo da una imagen local de la actividad del músculo completo (Guzmán & Méndez, 2018).

Al contraer el músculo, la aguja electromiográfica registra un potencial resultante de la suma temporal y espacial de la actividad de las fibras musculares de la unidad motora, tamaño. La frecuencia y la forma resultante de la unidad potencial motora son analizadas. Las características del potencial de la unidad motora dependerán de la posición del electrodo dentro del músculo, del número, tamaño e inervación de las fibras musculares componentes, del diámetro del axón motor que las inerva, grosor de su capa miélnica, velocidad de conducción y su umbral de despolarización (Guzmán & Méndez, 2018).

1.1.3.2. El potencial de unidad motora (PUM)

Se caracteriza por varios parámetros; entre ellos, su duración, que refleja el número de fibras musculares, aunque no en su totalidad. Sus parámetros no varían mucho con la distancia del electrodo a las fibras musculares. Se forma por el aporte de las fibras musculares que se encuentran a 2,5 mm del electrodo de registro 4,5. La amplitud del PUM está determinada por las fibras musculares que se encuentran a 0,5 mm de la aguja 4-8. Su área se forma por el aporte de las fibras musculares que se encuentran a 2 mm del electrodo (Guzmán & Méndez, 2018).

1.1.4. Métodos electromiográficos

Los métodos cuantitativos son aquellos que abordan el estudio de la señal electromiográfica con diversos tipos de análisis matemáticos y estadísticos, siendo dos tipos según Gila y otros (2009); el método manual y de descomposición; Y, dos tipos de análisis; el Turns y el análisis de PUMs individuales.

a. El método manual de potencia de unidad motora: Desarrollado por Buchthal en la década de los 50, consiste en la identificación y edición de sobre un registro gráfico. Se recogen 20 potenciales de unidad motora, se cuantifica la amplitud, la duración y número de fases del potencial y, se comparan con los valores normativos del laboratorio. Buchthal, utilizó el umbral de voltaje o trigger y técnicas de premediación para procesar mejor la calidad de los registros, aunque esta calidad se limita si los potenciales tienen una elevada variabilidad vertical o jiggle. La ventaja fundamental del método manual de Buchthal es que, permite la apreciación cuantitativa de los potenciales de unidad motora, pero tiene serias limitaciones en cuanto al prolongado tiempo necesario para su aplicación. (Gila, Malanda, Rodriguez, Rodriguez, & Navallas, 2009)

El método de Buchthal es un método manual donde los PUMs se graban en un papel o fotografía donde fueron descritos cualitativamente, teniendo en cuenta para ello ciertas características como son: la amplitud, la duración y el número de fases. Con la ayuda de la computación, es posible medir éstos y otros parámetros que son de utilidad para la evaluación del estado funcional del aparato neuromuscular. El uso de métodos cuantitativos automáticos o semiautomáticos aplicados al EMG ahorra tiempo de trabajo.

Existen algunas limitaciones en cuanto a su uso como, la variabilidad de la señal electromiográfica a diferentes niveles de contracción, la dependencia de la señal obtenida de la posición de la aguja, la sensibilidad de las diferentes características de los PUMs para los diferentes tipos de enfermedades neuromusculares, así como la variabilidad del patrón de contracción de sujeto a sujeto, por edad y por sexo. (Gila, Malanda, Rodriguez, Rodriguez, & Navallas, 2009)

b. Métodos de descomposición: Se da por análisis de la señal donde se procesan señales electromiográficas con algoritmos matemáticos para identificar, clasificar y editar los potenciales de unidad motora de manera automatizada. La descomposición de los registros se realiza de forma total o parcial. (Gila, Malanda, Rodriguez, Rodriguez, & Navallas, 2009)

c. Análisis de turns: Es un análisis cuantitativo automático del patrón de contracción voluntario. Uno de los más utilizados es el llamado /amplitudes, desarrollado por Willison en la década de los 60; su objetivo fue calcular el número de turns de la señal y, la amplitud media de estos en un intervalo de tiempo determinado. Los turns, aumentan con la fuerza muscular ejercida hasta que se alcanza el 50% del esfuerzo muscular máximo, en dependencia del número de unidades motoras activas y de su frecuencia de activación. Después del 50%, el incremento de la cantidad de turns no es significativo, la amplitud media de estos crece hasta valores aproximados al 100% de la fuerza máxima de contracción. (Gila, Malanda, Rodriguez, Rodriguez, & Navallas, 2009)

Independientemente de la metodología que se aplique para realizar este estudio, el método es útil y muy sensible para discriminar entre patrones generados en enfermedades miógenas y neurógenas. No obstante, hasta el presente no se han estandarizado sus protocolos de trabajo, por lo tanto, no se ha generalizado su utilización en los laboratorios de neurofisiología en el mundo. El análisis EMG por electrodos da resultados similares a la EMG intramuscular. (Giroux & Lamontagne, 1990).

1.1.5. Instrumentos empleados para la electromiografía

La electromiografía emplea un equipo básico que consta de; electrodos que son los que recogen la actividad eléctrica dentro del músculo, así sea por inserción en el mismo o superficialmente en la piel que lo cubre. Electrodo superficial, son pequeños discos metálicos de material altamente conductor que se adhieren a la piel, para reducir la impedancia entre el electrodo y la piel, se aplica una crema conductora especial. Anexos 1, Figura 1.

Luego están los electrodos de inserción con forma de aguja; del cual existen dos tipos; el monopolar que consiste en una aguja corriente que ha sido aislada en toda su longitud, excepto en la punta. Y, el coaxial, que consiste en una aguja en cuyo interior se ha insertado conductores metálicos muy delgados aislados entre sí y con respecto a la aguja. Sólo en la punta los conductores no presentan aislamiento y en ese punto se captura la señal procedente del tejido muscular. Anexos 1, Figura 2.

Otro de los equipos básicos para EMG es el amplificador 5, necesario para que las señales eléctricas analógicas provenientes del músculo puedan ser visualizadas en un monitor. La relación de amplificación puede superar los 60dB. Finalmente, el sistema de registro; puede registrar las señales obtenidas del músculo en una pantalla en forma visual y, en forma sonora a través de un parlante. También se puede realizar un registro en un soporte permanente, como papel. Anexos 1, Figura 3.

1.1.6. Activación muscular

Los músculos estriados son los responsables del movimiento voluntario de nuestro cuerpo. Las fibras musculares estriadas, son células alargadas con bandas claras y oscuras debido a su disposición longitudinal y paralela de las proteínas contráctiles en su interior. La contracción de las fibras se realiza por el deslizamiento de estas proteínas entre sí. El sistema nervioso central, controla el grado de contracción de estas fibras según la frecuencia de

impulsos nerviosos de las motoneuronas alfa, cuyos cuerpos se sitúan en las astas anteriores de la médula espinal (López & Fernandez, 2006).

López y Fernández (2006) definen la unidad motora como la unión de una neurona motor y varias fibras musculares que son inervadas por ésta constituyendo así, una unidad anatómica y funcional del músculo. El área donde el nervio hace contacto con el músculo se llama unión neuromuscular, cuando una unidad motora se activa, crea un impulso llamado potencial de acción que se desplaza de la neurona motor hacia las fibras musculares. Los impulsos nerviosos crean potenciales de acción para que, las motoneuronas transmitan a lo largo de sus axones. La actividad electrofisiológica de las múltiples unidades motoras es la señal que normalmente se evalúa durante un EMG.

Este potencial se crea gracias a la desigualdad de distribución de cargas asociadas a iones como sodio, potasio, cloro, proteínas entre otras moléculas presentes en los medios intra y extracelular, gracias a la diferente permeabilidad de la membrana de los distintos iones siendo alta para el potasio y baja para el sodio. Y a la acción de la enzima ATPasa Na-K dependiente de la bomba de sodio-potasio. (López & Fernandez, 2006).

1.1.7. Proceso de activación muscular

La contracción muscular empieza en el sistema nervioso central al producirse los impulsos nerviosos donde, el proceso es iniciado por el impulso de un nervio motor. Este impulso llega a las terminaciones del nervio llamadas axones terminales, localizadas cerca del sarcolema (figura 3). Cuando el impulso llega a estas terminaciones nerviosas segregan una sustancia neurotransmisora denominada acetilcolina que se unen a los receptores del sarcolema. Al recibir una cantidad suficiente se transmitirá una carga eléctrica a todo lo largo de la fibra muscular permitiendo que el sodio transporte a la membrana celular del músculo. A este proceso se le conoce como potencial de acción (Wilmore & Costill, 2007). Anexos 1, Figura 4.

1.1.8. Factores que intervienen en la activación muscular

López y Fernández (2006) señalan los factores que afectan la forma de los potenciales de unidad motora en el miograma son; la composición de la unidad motora, el número de fibras musculares por unidad motora, el tipo metabólico de las fibras musculares entre otros.

La contracción del músculo esquelético es un proceso que permite generar fuerza para mover o resistir una carga. La fuerza que genera el musculo para contraerse se denomina tensión

muscular y en este proceso de activación se requiere un aporte energético por parte de ATP (López & Fernandez, 2006).

El tipo de contracción que se produce depende de la magnitud de fuerza desarrollada por el músculo y la carga externa que se aplica. Entonces, existen 3 fases principales. La primera se da cuando la fuerza desarrollada por el músculo es mayor que la carga externa aplicada, las fibras acortan durante la contracción. La segunda fase se da cuando la fuerza desarrollada por el músculo es igual a la carga externa o, si resulta imposible vencer dicha carga la longitud global del músculo resulta constante, resultando una contracción isométrica. Por último, la tercera fase es cuando la fuerza desarrollada por el músculo es menor que la carga externa aplicada las fibras se estiran durante la contracción. (López & Fernandez, 2006)

La tensión muscular se produce durante la activación del músculo la cual, tiene lugar cuando el músculo recibe un impulso eléctrico y la energía necesaria que dará lugar a la unión y movimiento de filamentos de actina y miosina (Rodríguez, y otros, 2020). La activación tiene a acortar las sarcómeros por tanto, sufre una activación concéntrica cuando se acorta y una activación excéntrica al alongarse (López & Fernandez, 2006)

Cada fibra muscular está inervada por un solo nervio motor que junto con todas las fibras motoras a las que inerva se les denomina unidad motora. Cada unidad motora consiste en una motoneurona y todas las fibras musculares que inervan, las cuales pueden variar en número dependiendo de la especificidad del músculo. Los músculos que controlan movimientos finos y precisos están formados por múltiples unidades motoras pequeñas (López & Fernandez, 2006).

1.1.9. Músculo Involucrados en las dominadas

a. Dorsal ancho (Latissimus dorsi); Es el músculo más largo y ancho, el cual se ubica en la parte lateral del tronco y por debajo del brazo. El origen del dorsal ancho inicia en el proceso de la espina torácica desde la vértebra T7 hasta la vértebra T12 y su inserción en el suelo del surco intertubercular del húmero. Las funciones que cumple el dorsal ancho son la de flexión y extensión, también las de extensión, aducción, extensión transversal también conocida como abducción horizontal, flexión desde una posición extendida y rotación interna de la articulación del hombro. (C.R. Bhatt, 2013)

b. Trapecio medio; Presenta diferentes puntos de origen, algunas porciones se originan en la prominencia occipital en la cabeza, en el ligamento cervical posterior, en las apófisis espinosas de la última cervical, en todas las vértebras dorsales, y finalmente en los

ligamentos interespinosos. En cambio, las fibras musculares se insertan en la parte distal de la clavícula, en el acromion y la espina de la escápula. Por esa razón encontramos diversas funciones donde las fibras musculares superiores realizan elevación del hombro y escápula, las fibras medias se encargan de realizar aducción y las fibras inferiores se encargan de rotar. (Pietro, 2021)

c. Bíceps braquial; es un músculo ubicado en el compartimiento flexor del brazo, presenta dos cabezas, el origen de la cabeza larga empieza en el tubérculo supraglenoideo de la escápula y para la cabeza corta, el proceso coracoides de la escápula. La cabeza corta y larga se unen para formar un tendón donde su inserción distal es en la tuberosidad del radio. El biceps brachii contribuye principalmente a la flexión y supinación del antebrazo, es uno de los músculos más variables en el cuerpo. (Ferreira-Arquez, 2016)

1.2. Dominadas

Dickie (2017), define a la dominada como un ejercicio de peso corporal. En inglés la dominada se llama pull-up y, es utilizado en una variedad de entrenamientos de fuerza y acondicionamiento físico para promover la resistencia muscular o adaptaciones de fuerza. Éstas dominadas o pull-ups son una de los más populares y tradicionales ejercicios que involucran el peso corporal actuando como una resistencia contra la gravedad. El ejercicio se centra principalmente en los músculos de la parte superior de la espalda (Latissimus Dorsi, Romboide), Deltoides posterior y bíceps braquial. (Shiny Raizada, 2019)

El pull-up (PU), es un ejercicio de múltiples articulaciones que implica el movimiento de la cintura escapular y articulaciones del codo. Este ejercicio de cadena cinética cerrada está diseñado para aumentar la fuerza muscular y resistencia tanto de las extremidades superiores como del torso (Ronai & Scibek, 2014) (Youdas, y otros, 2010).

1.2.1. Tipos de dominadas

Existen diversas superficies de sujeción para realizar dominadas. La primera y la más comúnmente usada, implica el uso de una barra ya sea recta o con ángulos. Sin embargo, existen otros tipos de aparatos colgantes que se suelen usar como método de entrenamiento para algún músculo en concreto como un par de toallas o cuerdas debido a su tipo de agarre se supondría que los músculos del antebrazo tengan mayor protagonismo.

Además, se han creado dispositivos de estabilidad, por ejemplo, las dominadas en anillas o aros las cuales por su tipo de suspensión la articulación del hombro se adapta mejor a la rotación interna y externa. Otras formas de agarre son las dominadas con suspensión (SP),

una variación que emplea un dispositivo de suspensión, que es un modo de entrenamiento de inestabilidad empleando dos manijas independientes que se mueven libremente (Snarr, Hallmark, Casey, & Esco, 2017). También se tiene el uso de Perfect Pullup TM que, son asas giratorias patentadas para combinar el pull-up (prono) convencional con el chin-up (supino). El sujeto comienza con la pronación agarre del antebrazo y posteriormente supinando el antebrazo mientras, va avanzando la masa corporal en dirección ascendente (Youdas, y otros, 2010).

1.2.2. Agarres en las dominadas

Para entender el agarre en la dominada es necesario definir dos términos importantes;

- a) La apertura del agarre; que es la distancia del agarre de mano a mano.
- b) La orientación de las manos con respecto al agarre: donde se tienen diferentes tomas como son supinación, pronación, neutral, con toalla, con anillas y dispositivo de suspensión:

A primera vista, las dominadas convencionales o dominadas parecen fáciles de realizar. Sin embargo, las demandas mecánicas impuestas sobre los músculos del complejo hombro-brazo-antebrazo y el tronco podrían modificarse fácilmente con la posición de una empuñadura hacia adelante, en la que los antebrazos están en pronación y las palmas en dirección opuesta a la cara (pull-up) a un agarre inverso en el que los antebrazos están en supinación y las manos se dirigen hacia la cara (chin-up) (Youdas, y otros, 2010).

a. Agarre Supino; las manos se dirigen hacia la cara (chin-up) y se producen torques en hombro y codo en el plano sagital, es decir, la musculatura que trabaja contra resistencia en dichas articulaciones contribuirá al movimiento. (Youdas, Surface electromyographic activation patterns and elbow joint motion during a pull-up, chin-up, or Perfect-Pullup rotational exercise, 2010)

b. Agarre prono; (rotación interna de radio-cubital), las palmas están en dirección opuesta a la cara y observamos que dentro del plano sagital el codo está en la línea de fuerza, es decir, no contribuirá a la ejecución del movimiento si se mantiene en dicha línea (Kapandji, 2006).

Esto resultará en una evidente disminución de la fuerza, debido a que, sólo el hombro podrá intervenir en dicho movimiento pues, la fuerza necesaria para levantar el peso corporal requerirá de un esfuerzo mayor en la musculatura del hombro que en el agarre supino; dónde se necesitaría una fuerza brutal para levantar el propio peso solamente con la musculatura del hombro. Pero, el cuerpo es un gran compensador y, como necesita que otra articulación ayude para realizar el movimiento, lo que se hará es realizar una rotación interna de los

hombros para que así los codos vayan hacia adentro, es decir, salirse de la línea de fuerza. Una vez que hemos realizado dicho gesto, se crea un brazo de momento que hará que la musculatura del codo trabaje (Kapandji, 2006).

c. Agarre neutro; es parecido al agarre supino, pero variará únicamente la disposición de las fibras del bíceps y el braquial debido a que la inserción en el radio se mueve hacia medial y trabajarán más las fibras laterales. Pero en cuanto a grandes diferencias, prácticamente inexistentes. (Dickie, Faulkner, Barnes, & Lark, 2017)

d. Dispositivo de sujeción; son dos asas giratorias independientes que se mueven libremente para combinar el agarre prono con el supino. (Snarr, Hallmark, Casey, & Esco, 2017)

1.2.3. Biomecánica de la Dominada

Según Jenkins (2009), la porción esternocostal del músculo pectoral mayor extiende el hombro en la articulación glenohumeral, cuando el brazo está en una posición flexionada y, por lo tanto, el pectoral mayor está activo al principio del tirón. Este hallazgo mencionado de acuerdo con el informe de Ricci y otros (1988) mediante el cual las fibras inferiores (esternocostales) del pectoral mayor se activan temprano en el impulso inicial del ciclo de dominadas.

El dorsal ancho también actúa en la aducción e hiperextensión del hombro, para finalizar la fase concéntrica del ciclo de ejercicio. Aparte, la actividad más pronunciada del latissimus dorsi es, durante la finalización de la fase concéntrica del ciclo de dominadas (Ricci, 1988).

Al momento de agarrar la barra, el antebrazo sirve como un estabilizador cuando el bíceps braquial flexiona el codo con acción inversa, tirando del húmero hacia el antebrazo fijo. En contraste con los datos de este estudio, Ricci et al. (1988) comentó que el bíceps braquial estaba activo durante el empuje inicial del ejercicio de dominadas.

La articulación del codo es un complejo de tres articulaciones unidas en una misma capsula articular; humero-cubital, radio-humeral y radio-cubital. Donde la articulación humero-cubital permite la flexión y extensión, mientras que, la radio-humeral y radio-cubital permiten la pronación y supinación del antebrazo (Cailliet, 2006)

2. Capítulo II Proceso Metodológico

2.1. Métodos y materiales

La presente investigación se enmarca en el enfoque cualitativo por lo que la información recogida no se lo hace con medición numérica, sino una revisión bibliográfica exhaustiva, lo que permitirá un mayor entendimiento respecto al tema que ha sido poco estudiado. Este trabajo tiene alcance descriptivo puesto que, busca especificar características importantes del fenómeno que se está investigando (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

2.2. Fuentes de información

Por tratarse un trabajo de revisión bibliográfica, se procedió con una búsqueda de documentos científicos relacionados al tema de investigación en las principales bases de datos bibliográficos. Entonces, se investigó y recopiló la información más relevante para posteriormente procesarla e interpretarla. Las bases de búsqueda se realizaron en las siguientes plataformas académicas:

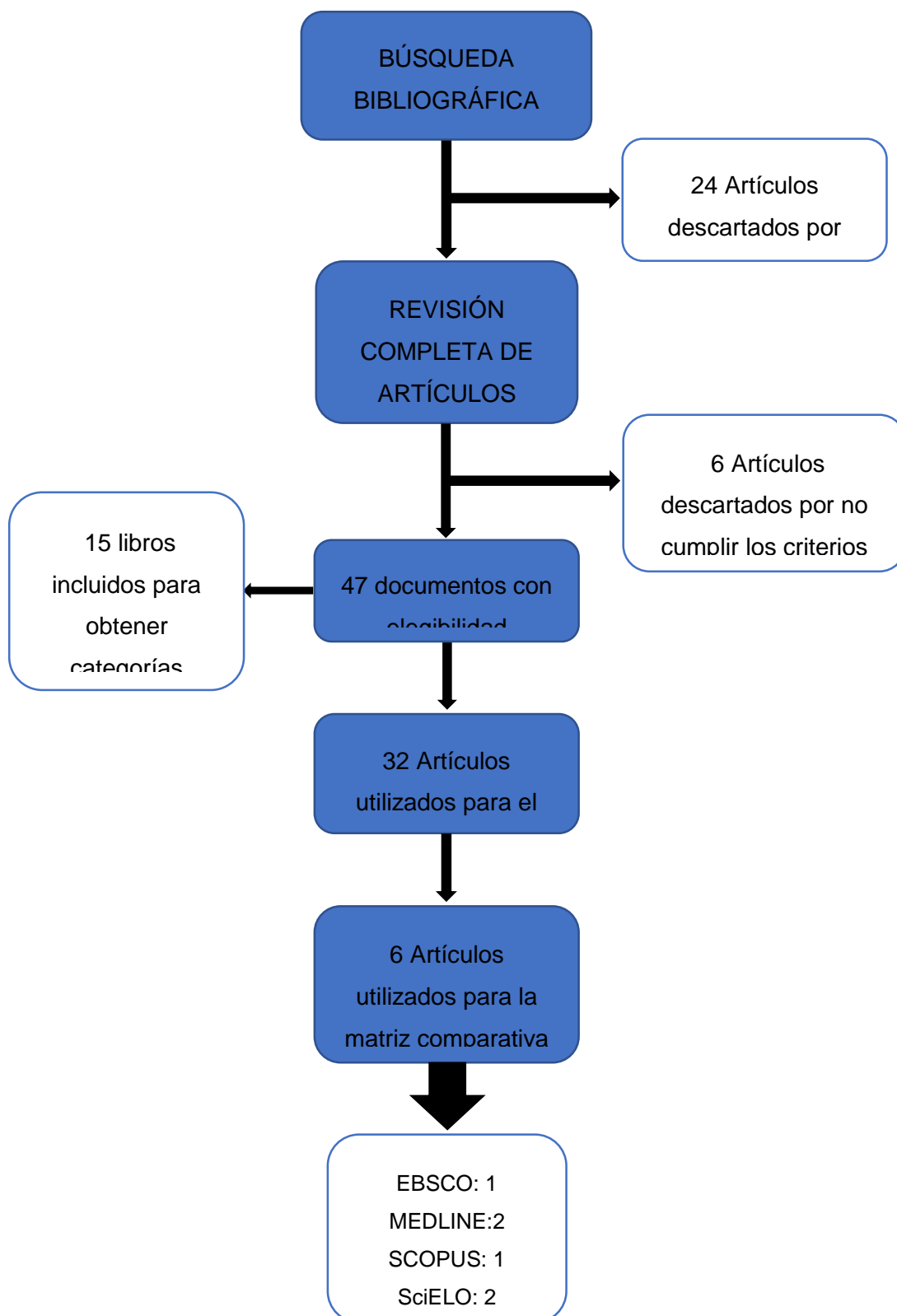
- Repositorio digital de la biblioteca de la Universidad de Cuenca
- EBSCO (en inglés): Son bibliotecas digitales que incluyen revistas, libros y otros recursos primarios, en una gran variedad de temas.
- MEDLINE. - Una de las bases de datos bibliográficos de medicina más amplia que existe, producida por la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos a través del motor de búsqueda de libre acceso PubMed.
- SCOPUS. - Es una base de datos bibliográficos donde recoge datos de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas.
- SciELO. - Que permite la publicación electrónica de las revistas científicas mediante una plataforma de software que posibilita el acceso a través de distintos mecanismos.

2.2.1. Estrategias de búsqueda

Para realizar la búsqueda on-line de documentos científicos se tomaron en cuenta dos aspectos importantes; la relevancia y calidad. De este modo sirvió como un filtro de información para seleccionar únicamente los documentos que sean pertinentes al tema o

estén relacionados al igual que estudios objetivos, científicos y verificados en base a su fuente y publicación. Además, se empleó la estrategia de palabras clave para facilitar la investigación.

Figura 1. Sistema de búsqueda y exclusión de artículos. Propia del autor



2.3. Procedimiento

Con el propósito de definir el dominio de la investigación, se deben utilizar ecuaciones de búsqueda, que son expresiones que consisten en palabras claves y operadores lógicos que incluyan términos específicos del tema a investigar. Entonces, se seleccionaron las bases de datos para comenzar la búsqueda y recolección de documentos bibliográficos por medio de las diferentes plataformas de investigación.

Para dicha búsqueda se emplearon palabras claves en español como en inglés. las cuales debían de incluir términos específicos que abarquen a toda la problemática, la terminología científica fue la siguiente; dominada, agarre, electromiografía, pull up, grip, electromyographic y activación muscular ya sean individualmente, o en conjunto. Para proceder a la selección de los documentos primero se basó en el título, teniendo éste que estar relacionado al tema de trabajo, luego se revisó el resumen o abstract y, en casos necesarios se revisó el desarrollo de los artículos con el fin de decidir si la información contenida estaba o no relacionada con el objetivo del estudio, que no sean repetitivos y, si sería relevante para la investigación.

Todos los artículos encontrados fueron almacenados la app de escritorio Mendeley (versión 1.13.8;), para lo cual se empleó la aplicación web de la barra de herramientas del navegador Google Chrome. Tras la exportación de todos los artículos al software se organizó en orden alfabético y por carpetas según la base de datos de la cual se habían obtenido y, se procedió a la eliminación de todos los datos bibliográficos de los cuales no posean sus documentos de descarga gratuita y la eliminación de duplicados.

A continuación, se procedió a elaborar un diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica, en la cual se refleja el total y el proceso de selección de los documentos científicos encontrados, dando cuenta de cuántos documentos se descartó y el motivo, así como el número de documentos con los que finalmente se trabajó.

2.4. Análisis de la Información

El procedimiento consistió en una sistematización de datos con la información obtenida, para dar sentido a conceptos y términos facilitando el entendimiento sobre el tema. Se procedió con la creación una matriz en el programa Excel, la misma que consta del tipo de estudio, la población, metodología y resultado. Teniendo en cuenta esta información se analizaron las categorías de trabajo, activación muscular, electromiografía y tipos de agarre. Una vez obtenida la base de datos, se realiza el análisis e interpretación de los resultados de la revisión bibliográfica de los estudios.

2.4.1. Criterios de inclusión

Para la investigación se tomó en cuenta documentos científicos publicados máximo de hace 10 años cuyo tema se base en el estudio y comparación de agarres en el ejercicio de la dominada y únicamente los artículos que analicen la activación muscular (EMG) de los principales músculos involucrados, dorsal, bíceps, deltoides posterior y trapecio medio. También, todo documento que tenga como objeto de estudio la dominada, electromiografía y activación muscular principalmente.

2.4.2. Criterios de exclusión

Se excluyeron investigaciones que no empleen el análisis electromiográfico como método de investigación y, los que no analicen como tema central al ejercicio de la dominada sino, de variantes de ejercicios de tracción con poleas. Además, investigaciones que no estén enfocadas en el período de estudio comprendido entre 2010 y 2021.

3. Capítulo III

3.1. Resultados

Para los resultados se realizó una matriz con estudios de diferentes autores en la cual consta el título y objetivo del estudio, la muestra con que se trabajó, la metodología de cada uno y los resultados. Como consta en los criterios de inclusión cada uno trabaja con análisis electromiográfico cuya finalidad es saber cuál de la activación muscular durante los diferentes tipos de dominadas.

Como primer autor tenemos a Dikie et al. (2016), en este estudio se trabajó con una población de 19 hombres que han tenido un entrenamiento previo de 3 días por semanas durante 6 meses y que no presentaban ningún tipo de lesión musculo esquelética, las edades de los participantes tienen una media de 24.9 años, la altura de 1.78 cm y el peso de 81.3 kg.

Como primer paso en la metodología empleada para la Electromiografía (EMG) de superficie las señales fueron recolectadas por la maquina llamada TeleMyo DTS de superficie inalámbrica EMG la cual mide el nivel de activación muscular pico (EMGpeak) y media (EMGarv), las señales de EMG en bruto se procesaron y analizaron utilizando MyoResearch XP. Los electrodos de superficie fueron colocados en parejas en forma paralela en cada músculo del hombro, brazo y antebrazo; Braquiorradial, Bíceps Braquial, Pectoral Mayor, Deltoides Medio, Trapecio Medio, Trapecio Bajo, Dorsal Ancho e Infra espinoso en base a un protocolo previamente establecido. En el segundo paso del análisis se tuvo que normalizar los resultados para eso, los test del porcentaje de contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) fueron realizados en un orden al azar con un tiempo de aguante de cinco segundos y con un minuto de descanso durante tres repeticiones (Dickie, Faulkner, Barnes, & Lark, 2017).

El procedimiento final en el protocolo, consistió en realizar las dominadas para lo cual se empleo un dispositivo de suspensión especialmente diseñado para el estudio con 3 cm de diámetro. Las instrucciones para la realización del ejercicio fueron verbales, tres repeticiones por cada tipo de agarre con un tempo de contracción: extensión 2:2. Para el agarre pronación las manos debían ser colocadas en un ángulo de 25° por debajo de la horizontal y las manos colocadas 20cm por fuera de los procesos de acromion. La dominada con agarre neutral se realizó con una orientación neutral de la mano en dos barras paralelas con una separación de 24 cm. La dominada con agarre supino con manos separadas a distancia biacromial. Para la ejecución de las dominada con cuerda se ocupó dos tramos de 15 cm de cuerda con extremos anudados con una separación de 24 cm entre sí y con un diámetro de 3,2 cm. Los

participantes debían agarrar la cuerda cerca de los extremos anudados, con una posición neutral de la mano (Dickie, Faulkner, Barnes, & Lark, 2017).

Según Dickie et al (2017), los datos obtenidos en el análisis de MVIC mostraron una excelente confiabilidad para ambos métodos usados; activación muscular pico (EMGpeak) y activación muscular media (EMGarv). Se analizó las 2 fases del ejercicio; la fase concéntrica que, hace referencia al acortamiento de los músculos al momento de ejecutar la dominada y, la fase excéntrica que, es la parte opuesta a la anterior, es decir, los músculos se extienden para así regresar a la posición inicial. Los test demostraron que en la fase concéntrica de las 4 variaciones de dominadas se obtuvo un mayor resultado en EMGARV significativamente mayor en las musculaturas del braquiorradial, bíceps braquial y pectoral mayor en comparación con la fase excéntrica.

Con respecto al tipo de agarre, es decir, la orientación de las manos para el ejercicio de la dominada, el músculo que mostró resultados similares fue el trapecio medio en las 4 variaciones de la dominada. En una comparación de las 6 musculaturas con mayor activación dependiendo del tipo de agarre se tiene que; en el agarre prono los músculos del braquiorradial, trapecio medio y trapecio bajo son los de mayor activación muscular. En el agarre Supino ningún músculo muestra mayor activación en comparación con los demás agarres. En el agarre neutral los músculos del bíceps braquial y pectoral mayor tuvieron mayor activación. Por último, el agarre en cuerda los músculos del deltoides medio, dorsal ancho e infra-espinoso tuvieron una mayor activación.

Mediante la comparación entre los principales grupos musculares, dio como resultado que el braquio radial es el músculo con mayor activación en los 4 tipos diferentes de agarres, principalmente del agarre prono. Al contrario, el músculo que menor activación presenta es el deltoides medio principalmente en el agarre prono.

Figura 2. Comparación de la actividad muscular durante toda la repetición. Dickie et al (2017)

Table 3

Comparison of average rectified variable muscle activity expressed as %MVIC (\pm SD) during a full repetition (concentric and eccentric phases) of pull-up variants.

	BR	BB	MD	PM	MT	LT	LD	IS
Pronated grip	79.4 (14.0)	52.7 (20.2)	7.8 (3.8)	13.7 (9.7)	48.0 (21.2)	29.6 (15.0)	40.8 (12.0)	47.5 (17.9)
Supinated grip	66.4 (19.9)	56.1 (26.6)	7.9 (5.0)	19.0 (12.1)	36.1 (12.1)	24.3 (14.1)	36.6 (15.3)	41.4 (17.5)
Neutral grip	73.1 (17.1)	59.1 (29.1)	10.4 (7.2)	22.9 (12.3)	27.4* (10.7)	23.3 (11.6)	33.7 (9.3)	40.0 (16.5)
Rope pull-up	71.4 (12.8)	53.5 (27.2)	11.6 (7.7)	16.3 (8.7)	37.6 (13.7)	22.2 (10.8)	42.1 (14.2)	47.7 (18.2)

%MVIC = percentage of maximal voluntary isometric contraction; BR = brachioradialis; BB = biceps brachii; MD = middle deltoid; PM = upper pectoralis major; MT = middle trapezius; LT = lower trapezius; LD = latissimus dorsi; IS = infraspinatus.

* Muscle activity is significantly lower than highest reported ARV value for each particular muscle - $P < 0.05$.

A continuación, el segundo autor Escalante et al. (2015), En donde su estudio comparó la amplitud de la señal electromiográfica de superficie (sEMG) durante las dominadas con Versa Gripps® con aquellas sin agarre en los músculos del lado dominante: flexores de la muñeca

(WF), extensores de la muñeca (WE), dorsal ancho (LAT) e infraespinoso (INF) entre 30 hombres entrenados en fuerza en un promedio de edades de 32,4 con alturas aproximadas de 175 cm, peso oscilante de 80,7 kg y un porcentaje de grasa corporal de 10,6%.

En la metodología para la electromiografía la recopilación y el procesamiento de los datos sEMG se realizó con el equipo Noraxon My System Software y System 1200 y el software MyoResearch se utilizó para procesar la señal EMG. Para la contracción voluntaria máxima (MVC) se calculó utilizando la raíz cuadrada media (RMS) de la señal EMG, integrada en 500 milisegundos y normalizada a la contracción voluntaria máxima (Escalante, Chaney, Stuckey, Alvarez, & Dabbs, 2015).

En el protocolo para la ejecución de las dominadas los sujetos realizaron cinco dominadas con y sin Versa Gripps®. Las variables que se estandarizaron fueron; carga, rango de movimiento y velocidad. La carga fue la misma ya que, cada sujeto realizó las dominadas con su propio peso corporal. El rango de movimiento fue controlado en base a estos criterios. El sujeto empezó colgado en la barra horizontal con los codos extendidos con un agarre prono con el pulgar sobre la barra, la fase concéntrica empezó cuando el sujeto flexiona las rodillas y se suspende completamente con las extremidades superiores y se termina cuando se eleva el tronco hasta que el lóbulo de la oreja pasa la barra y se mantiene. La parte excéntrica de la dominada comenzó cuando el lóbulo inferior de la oreja comenzó a descender y se completó cuando las extremidades superiores regresaron a la posición inicial. Para la variable de la velocidad se utilizó un metrónomo y se estableció en 50 latidos por minuto. La cámara web Logitech se utilizó para filmar a los sujetos en la misma posición para todos los participantes (Escalante, Chaney, Stuckey, Alvarez, & Dabbs, 2015).

Se realizó una recolección de los datos de los participantes del estudio, primero se firmó un consentimiento informado para ser parte del estudio, además de un cuestionario del historial de salud, datos demográficos y antropométricos. Antes de las pruebas se tuvo un breve calentamiento de cinco minutos que consistió en ejercicio aeróbico de baja intensidad, y se tuvieron períodos de descanso entre las condiciones de prueba. El tiempo de descanso entre las condiciones de Grips vs. No Grips fue de 10 minutos (Escalante, Chaney, Stuckey, Alvarez, & Dabbs, 2015).

Se utilizaron electrodos con un centímetro de diámetro para cada uno de los cuatro músculos evaluados y con una separación de un centímetro entre los bordes, y se alinearon en paralelo a la dirección de la fibra. Una vez que los electrodos se colocaron correctamente, se marcó el contorno de cada electrodo con un marcador permanente en la piel de los participantes y

se sujetó con cinta adhesiva para evitar que se cayeran. No se permitió ninguna otra prenda externa sobre el electrodo para garantizar la precisión de la señal sEMG (Escalante, Chaney, Stuckey, Alvarez, & Dabbs, 2015).

En los resultados comparando las condiciones de GRIP vs NO GRIP se muestra lo siguiente; las musculaturas de WF tiene una activación significativamente menor cuando se compara a la condición de NO GRIP, de igual manera la musculatura de WE tiene una activación significativamente menor cuando se compara a la condición de NO GRIP. Con la musculatura del LAT e INF no se encontraron diferencias significativas en la comparación de las dos condiciones de GRIP vs NO GRIP.

Figura 3. Tabla de comparación de la actividad EMG media. (Escalante, Chaney, Stuckey, Alvarez, & Dabbs, 2015)

Muscle	No Grip	Grip	Difference	Significance ψ
WF	72.9 +/- 22.2	65.7 +/- 23.4	7.2	0.040*
WE	69.6 +/- 32.9	55.7 +/- 26.2	13.9	0.001*
LAT	107.0 +/- 50.3	102.2 +/- 46.3	4.8	0.133
INF	88.8 +/- 37.8	83.8 +/- 32.0	5.0	0.067

*ψ p value is based on paired t-test with Bonferroni corrections ($\alpha = 0.0125$); * denotes a significant difference; EMG = Electromyographic; WF = Wrist Flexors; WE = Wrist Extensors; LAT = Latissimus Dorsi; INF = Infraspinatus*

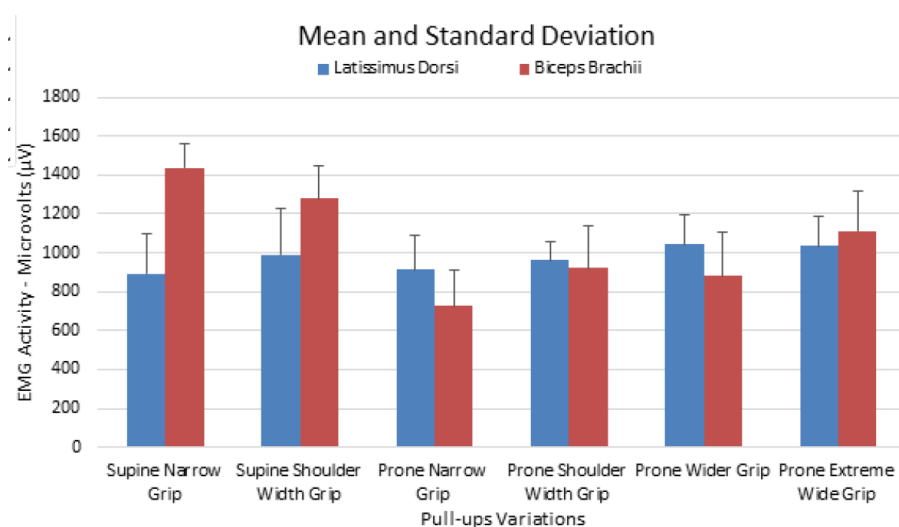
Como siguiente artículo se encuentra de los autores, Raizada y Bagchi (2019), cuyo propósito del estudio fue investigar el efecto de seis diferentes posiciones de las manos en la barra (agarres) sobre la actividad electromiográfica (EMG) de los músculos Dorsal Ancho (LD) y Bíceps Braquial (BB) durante la realización del ejercicio de dominadas. La muestra con la que se trabajó constó de diez hombres sanos con mínimo 1 año de experiencia con los ejercicios seleccionados, con un promedio de edades de 20.3 años, el promedio de altura fue de 176.8 cm y peso promedio de 72.6 kg.

La metodología empleada para este estudio empezó con una semana de preparación donde se estableció el ancho del agarre en base a la medición desde la séptima vértebra cervical (C7) hasta la primera articulación metacarpofalángica mientras el codo estaba completamente extendido y la articulación del hombro estaba en posición abducida. Esta medición sirvió para establecer el ancho del agarre en las 6 técnicas de tracción; Supino estrecho (SNG), Agarre ancho de hombros en supino (SSWG), prono estrecho (PNG), Agarre ancho de hombro en prono (PSWG), Prono agarre abierto Grip (PWG) y Prono agarre extremadamente abierto (PEWG). Realizando una repetición para cada tipo de dominada y con descansos de cinco minutos por participante entre cada tipo de dominada (Bagchi & Raizada, 2015).

Para la recopilación y el procesamiento de los datos sEMG se realizó con el equipo MyoScan-Pro con un rango activo del sensor de 20 a 500 Hz. Puede grabar señales SEMG de hasta 1600 microvoltios (μV), RMS. Convertidor A / D (codificador; ProComp Infiniti) tiene 2 canales (C y D) de muestreo a 256 muestras por segundo. Las señales de EMG sin procesar se registraron utilizando un cable de fibra óptica y la cámara de video fue conectada al software EMG. Se utilizó un análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA) para detectar las diferencias medias entre cada cuatro ejercicios diferentes a mano alzada y el programa SPSS la versión 24.0. El protocolo para el registro de electromiografía durante la ejecución de las dominadas, se empezó con el rasurado y aplicación de la crema para los electrodos los cuales fueron ubicados paralelamente a las fibras musculares en 2 ubicaciones (Bagchi & Raizada, 2015).

En los resultados se muestra los siguientes datos; con el agarre prono amplio, la activación de los músculos del Dorsal ancho es mayor que las otras cinco variaciones de agarre de las dominadas. En el caso de agarre supino estrecho la activación del músculo Dorsal ancho es menor que otras cinco variaciones de agarre de dominadas. Por otro lado, el músculo del bíceps braquial muestra una mayor activación muscular en el agarre supino estrecho y una activación muscular más baja en el agarre prono estrecho. Pese al tener similares patrones de movimiento, no se produce la misma activación muscular, todo esto se debe a que cada tipo de agarre crea un grado diferente de aducción y abducción de rotación interna y externa en la articulación del hombro. (Bagchi & Raizada, 2015)

Figura 4. Tabla de comparación entre variaciones de dominadas y las musculaturas del dorsal y del bíceps. (Bagchi & Raizada, 2015).



El siguiente autor, Hewit et al. (2018), buscó investigar si los patrones de activación muscular son similares entre las dominadas tradicionales con peso corporal y varios ejercicios de

tracción alternativos como; jalón de pecho sentado, jalón de pecho de rodillas y máquina de dominadas asistida que, se utilizan a menudo para entrenar para un mejor rendimiento en las dominadas e intentar determinar cuál de esos ejercicios alternativos podría tener la mayor transferencia a la dominada tradicional. Los participantes fueron 41 personas, entre ellos 28 hombres con edad promedio de 20.9 años, con 163 cm de estatura promedio, el peso oscila entre los 67.9 kg. Y, 13 mujeres de edades aproximadas de 22.6 años, con una estatura aproximada de 1.74 m y un peso promedio de 84.4 kg.

Los datos de EMG sin procesar se muestrearon a 2000 Hz utilizando un filtro Butterworth con frecuencias de 20-450Hz y una pendiente de 12db / oct. Luego, los datos se suavizaron utilizando la media de la raíz cuadrado (RMS) cálculo del software Trigno (software Delsys EMG Works Analysis) y electrodos (Delsys, Inc., Natick). Los electrodos fueron ubicados en la parte derecha de los participantes y centrados sobre los vientres musculares del dorsal ancho (LAT), las fibras medias del trapecio (TRAP), bíceps braquial (BI) y recto del abdomen (RA). Se registró una contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) de 5 segundos para cada uno de estos músculos. Se les permitió a los participantes familiarizarse con los ejercicios de las cuales no realizaron más de tres repeticiones (Hewitt, Jaffe, & Crowder, 2018).

En la ejecución del test los participantes realizaron 5 repeticiones de los 4 ejercicios; dominadas (PU) con peso corporal (BW), remo en polea sentado (sLP) al 80% BW, remo en polea de rodillas (kLP) al 80% BW y dominada asistida (aPU) al 20% BW. El agarre empleado en la prueba fue con una apertura de 1.5x en relación la distancia bi-acromial y con un orden aleatorio de ejercicios con un periodo de descanso de cinco minutos. Para el análisis de los datos de los participantes se agruparon en función del número máximo de dominadas informado, menos de 10 repeticiones (u10) y 10 o más repeticiones (10+). Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la fuerza de la relación de la actividad en cada uno de los 4 grupos musculares de interés para la dominada y cada alternativa individual ejercicio de tracción (sLP, kLP y aPU) para los dos grupos (Hewitt, Jaffe, & Crowder, 2018).

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que, de los cuatro grupos de músculos evaluados, el que muestra una mayor magnitud de actividad muscular durante la dominada para el u10 grupo fueron: recto abdominal (RA) ($1,58 \pm 0,94$), bíceps braquial (BI) ($1,54 \pm 0,52$), dorsal ancho (LAT) ($1,20 \pm 0,67$), y finalmente trapecio (TRAP) ($0,93 \pm 0,56$). El k-LP fue el único ejercicio de tracción alternativo observado para tener la misma activación patrón. El análisis correlacional para el grupo de +10 repeticiones revelaron relaciones muy sólidas

entre la actividad de TRAP para el PU y la aPU ($r = 0,95, p < 0,001$) así como la actividad de BI para la PU y k-LP ($r = 0,85, p < 0,001$).

Figura 5. Análisis estadísticos de cada músculo durante cada ejercicio. Hewit, Jaffe, & Crowder (2018)

r		U10 Reps Group			1+0 Reps Group		
		R	p-value		R	p-value	
PU vs s-LP	RA	0.90	0.81	<0.001*	0.49	0.24	0.01*
	BI	0.91	0.83	<0.001*	0.81	0.66	<0.001*
	LAT	0.86	0.74	<0.001*	0.73	0.53	<0.001*
	TRAP	0.35	0.12	0.22	0.86	0.74	<0.001*
PU vs k-LP	RA	0.90	0.81	<0.001*	0.57	0.32	<0.001*
	BI	0.89	0.79	<0.001*	0.85	0.72	<0.001*
	LAT	0.90	0.81	<0.001*	0.75	0.56	<0.001*
	TRAP	0.69	0.48	0.01*	0.56	0.31	<0.001*
PU vs aPU	RA	0.58	0.34	0.03*	0.57	0.32	<0.001*
	BI	0.83	0.69	<0.001*	0.76	0.58	<0.001*
	LAT	0.08	0.01	0.80	0.60	0.36	<0.001*
	TRAP	0.64	0.41	0.01*	0.95	0.90	<0.001*

Como siguiente autor está Snarr et al. (2017), cuyo objetivo del estudio fue comparar la actividad electromiográfica de 4 musculaturas dorsal ancho (LD), deltoides posterior (PD), trapecio medio (MT) y bíceps braquial (BB), entre tres tipos de dominadas; tradicional, dispositivo de suspensión (SP) y dominadas con toalla (TP). El grupo de participantes con el cual se trabajó constó de 15 personas, entre ellos 13 hombres con los siguientes promedios; edad=25.15 años, peso= 80.42 kg, altura= 175.85 cm y 2 mujeres; edad=23 años, peso= 61.35kg, altura=163.80 cm. Para poder ser parte del estudio los participantes tuvieron que realizar 5 repeticiones continuas con buena ejecución de la técnica, aparte de no presentar lesiones previas que de otro modo afectaría la participación en las pruebas.

Los valores de EMG se recopilaron empleando un sistema de monitoreo inalámbrico BIOPAC MP150 BioNomadix. Las señales se convirtieron de analógicas a digitales. Los datos se analizaron utilizando el software Acqknowledge 4.2 (BIOPAC System, Inc., Goleta, CA). Todos los valores de EMG se recopilaron como la raíz media valor cuadrado de la señal sin procesar. Para la colocación de los electrodos (BIOPAC EL504 Ag-AgCl desechable) la piel de los participantes fue preparada mediante un afeitado, exfoliación y limpieza con alcohol. Los electrodos fueron ubicados en el lado derecho de los participantes, cuatro electrodos fueron destinados para el dorsal ancho y para el resto de los músculos se utilizaron dos electrodos (Snarr, Hallmark, Casey, & Esco, 2017).

En el procedimiento los datos fueron recolectados para las tres variaciones de dominadas mediante la contracción máxima voluntaria (MVCs) de cada grupo muscular examinado, se

realizó tres veces por cada grupo de músculos durante 6 segundos con un periodo de descanso de 2 minutos y con descanso de 5 minutos entre cada variación de dominada. La técnica del ejercicio también fue inspeccionada antes y durante la recopilación de datos por un especialista certificado en fuerza y acondicionamiento (NSCA), si la técnica no era la correcta se descartaba y se repetía. Cada repetición se fijó a un ritmo de 4 segundos utilizando un metrónomo; 2 segundos para las fases concéntrica y excéntrica (Snarr, Hallmark, Casey, & Esco, 2017).

La técnica para cada dominada que se realizó en este estudio fue la siguiente; para la dominada tradicional, los participantes empiezan colgados de la barra con un agarre prono y con una distancia bi-acromial de 1.5 para el ancho del agarre para cada participante, jalar el cuerpo por encima de la barra flexionando la articulación de los codos y aduciendo la articulación de los hombros, una vez que la parte inferior de la barbilla de los sujetos logra pasar el nivel de la barra se regresa lentamente a la posición inicial (Snarr, Hallmark, Casey, & Esco, 2017).

En la dominada con agarre de toalla, se suspendieron dos tiras de toalla de algodón a una distancia bi-acromial de 1.5 para cada participante. Para realizar una tracción con las palmas hacia adelante usando la misma técnica que en las dominadas tradicionales, sin embargo, en lugar de pasar la barbilla se debe pasar la línea de las manos para regresar nuevamente a la posición inicial. Por último, en la dominada con agarre de suspensión, se aseguró un dispositivo de suspensión en la barra por dos correas con una posición de anclaje fija, las correas de suspensión se colocaron a la misma distancia que las toallas y utilizando las mismas técnicas descritas anteriormente (Snarr, Hallmark, Casey, & Esco, 2017).

Para el análisis de los datos se realizó con SPSS / PASW Statistics versión 22.0. Solo existe una diferencia muscular entre las variaciones del ejercicio de la dominada y todas las versiones examinadas proporcionaron valores electromiográficos similares. No existieron diferencias significativas dentro del dorsal ancho, bíceps braquial o deltoides posterior entre cualquiera de los ejercicios. Para el trapecio medio, las dominadas con toalla proporcionaron una actividad muscular significativamente menor que las dominadas tradicionales, sin embargo, no se produjeron diferencias entre los pull-ups de suspensión y las otras variaciones.

Figura 6. Comparación entre la señal normalizada (%MVC) y los tipos de dominadas. Snarr, Hallmark, Casey, & Esco, (2017).

	%MVC			
	LD	BB	MT	PD
PU	79.82 ± 21.95	43.93 ± 13.94	60.52 ± 18.06	106.09 ± 69.64
SP	83.76 ± 18.14	45.80 ± 16.33	55.21 ± 15.13	102.48 ± 61.44
TP	85.34 ± 19.78	41.42 ± 17.40	51.00 ± 14.22†	100.94 ± 61.04

PU = Pull-up, SP = Suspension device pull-up, TP = Towel pull-up, LD = Latissimus Dorsi,
BB = Biceps Brachii, MT = Mid-Trapezius, PD = Posterior Deltoid
†Significantly lower than PU ($p < 0.05$)

Como último autor, Youdas et al. (2010), su objetivo fue emplear a la electromiografía para observar diferencias entre la actividad de 7 músculos en 3 diferentes agarres de dominadas. Participaron 25 personas en este estudio, entre ellos 21 fueron hombres y 4 mujeres con los siguientes promedios la altura=180 cm, el peso=76 kg y el índice de masa corporal (IMC) 2 kg m. Los participantes demostraron un rango de movimiento de las extremidades superiores dentro de los límites normales y auto informaron la capacidad para realizar los 3 ejercicios de dominadas.

Se requirió un tamaño de muestra de 22 sujetos para detectar una diferencia media en el reclutamiento EMG del 10% MVIC. En adición, se excluyó del estudio a los sujetos que informaron por sí mismos de un historial de las siguientes afecciones de las extremidades superiores: a) subluxación, dislocación o fractura previa del hombro; (b) antecedentes de inestabilidad articular, tendinitis, bursitis, pinzamiento, capsulitis adhesiva, complicaciones neurovasculares o cualquier afección que limitara la actividad física durante más de 2 días en los últimos 6 meses; c) quejas actuales de dolor neuromuscular, entumecimiento u hormigueo en la extremidad superior, el cuello o la espalda durante la detección de dominadas (Youdas, y otros, 2010).

Las señales de EMG sin procesar se recogieron con sensores EMG de superficie de doble diferencial BagnoliTM DE 3.1 (Delsys Inc., Boston, MA, EE. UU.). Los contactos del sensor se hicieron a partir de barras de plata pura al 99,9%. Los datos se recopilaron a una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. Las señales de EMG en bruto se procesaron con el software de análisis y adquisición de datos de trabajos de EMG. Se colocaron marcadores esféricos reflectantes en puntos de referencia anatómicos específicos para modelar el torso y las extremidades superiores de cada sujeto. Las cámaras se colocaron de modo que cada

marcador fuera detectado por un mínimo de 2 cámaras a lo largo de las pruebas (Youdas, y otros, 2010).

Para la obtención de los resultados se realizó la comparación de los diferentes niveles de activación entre los músculos, se registró una diferencia significativa en la EMG entre la dominada con agarre prono y el supino. Los músculos analizados tuvieron los siguientes cambios; a) el trapecio bajo tuvo una mayor activación en el agarre prono, b) el pectoral mayor tuvo una mayor activación en el agarre supino, c) el bíceps braquial tuvo una mayor activación en el agarre supino. Además, durante la fase concéntrica, se observó una diferencia estadísticamente significativa en el plano sagital absoluto de la articulación del codo entre los tres agarres. El tiempo de máxima activación en la EMG fue expresado como el porcentaje de una dominada completa, en el cual un ciclo completo para cada una de las 3 condiciones de la dominada duró aproximadamente 2500 milisegundos. (Youdas, y otros, 2010).

Se utilizó el coeficiente de correlación interclase (ICC) cuyos valores pueden oscilar entre 0 y 1, donde valores cerca de cero o cero indica ausencia de concordancia y los valores cercanos a uno o uno indican la concordancia o fiabilidad absoluta de los resultados obtenidos. Los ICC para los siete músculos son los siguientes; infraespinoso (0.77), bíceps braquial (0.64), trapecio bajo (0.64), oblicuo externo (0.57), erector espinal (0.48), dorsal ancho (0.35) y pectoral mayor (0.35). Adicionalmente, el tiempo donde ocurre la mayor activación muscular fue entre el 12%-44% del ciclo de la dominada.

El oblicuo externo y los erectores espinales proveen de una base muscular o “estabilidad del core” por lo cual, su activación según el porcentaje MVIC (%), se obtuvo actividad moderada (20-40%). Los músculos del brazo y del hombro mostraron una activación muscular de alta (41-60% MVIC) a muy alta (>60% MVIC) a un nivel que sería apropiado para entrenamiento de fuerza. El infra espinoso muestra una muy alta activación de 71% MVIC para el ejercicio de rotación Perfect pull up y de 79% MVIC en el agarre prono. En la musculatura del bíceps braquial se produjo una muy alta señal EMG de 78% MVIC en el agarre prono y una señal de 96%MVIC para el agarre supino. Por otro lado, en el dorsal ancho la señal de 117% MVIC para el agarre supino y 130% MVIC para el agarre de rotación. Como se puede apreciar en la Imagen 7.

Para finalizar, el orden de activación durante la secuencia temporal del ciclo de dominadas prono-supinación; en primer lugar, está el trapecio bajo. En segundo lugar, de activación del ciclo es el pectoral mayor. Como tercer músculo está el erector espinal. En cuarto lugar, de

activación está el infra espinoso. El bíceps fue el quinto músculo en el ciclo de activación. El penúltimo músculo en la activación es el oblicuo externo. Y por último se tiene al dorsal ancho.

La selección de universo de cada estudio fue muy exacta en cuanto a los requisitos para la realización de cada uno de los test, todos los participantes tuvieron una experiencia en el ejercicio de la dominada o un ciclo de adaptación para la ejecución de dominadas por lo cual ya poseían el conocimiento de los músculos involucrados en este ejercicio. También, algo que se tomó en cuenta para todos los estudios fue que todos los participantes debían estar libres de cualquier tipo de lesión músculo tendinosa en un lapso de 6 meses. Estos requisitos fueron necesarios para obtener datos más exactos en cuanto a los músculos analizados en cada estudio debido a que los participantes tuvieron una mayor conciencia de reclutamiento muscular a la hora de realizar una dominada y al no poseer algún tipo de lesión no hubo desbalances musculares que afectaran en el análisis de EMG.

Figura 7. Tabla de barras de la señal normalizada los diferentes tipos de agares y los seis músculos analizados. Youdas, y otros, (2010)

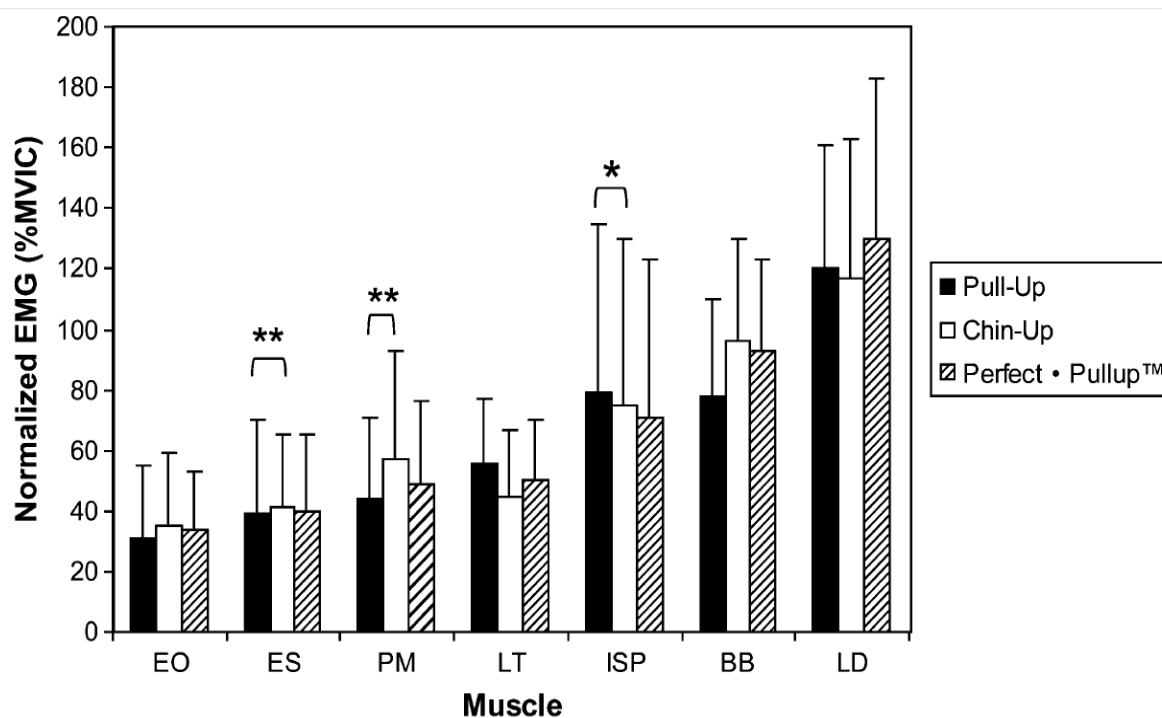


Tabla 1. Resumen de los seis documentos bibliográficos. Propio autor

Autores	Año	Título del estudio	Objetivo	Población	Metodología	Resultado	Conclusiones
Dickie, J., Faulkner, J., Barnes, M., & Lark, S.	2017	Electromyographic analysis of muscle activation during pull-up variations	Este estudio buscó identificar cualquier diferencia en la activación muscular máxima (EMGPEAK) o promedio rectificado Activación muscular variable (EMGARV) durante el agarre supinado, agarre en pronación, agarre neutral y pullup con cuerda	19 hombres entrenados con un mínimo de 3 días por semana durante 6 meses, sin ningún tipo de lesión musculoesquelética. (24,9 ± 5 años; 1,78 ± 0,74 m; 81,3 ± 11,3 kg;	Se realizó una electromiografía de superficie (EMG) utilizando 2 electrodos colocados de forma paralela a las fibras en los ocho músculos; bíceps braquial, braquiorradial, deltoides medio, pectoral superior mayor, trapecio medio, trapecio inferior, dorsal ancho e infraespinoso. Toda la activación muscular se expresó como porcentaje de contracción isométrica voluntaria máxima (% MVIC).	Durante una repetición completa, el agarre en pronación resultó en un pico (EMGPEAK) significativamente mayor (60,1 ± 22,5 frente a 37,1 ± 13,1% MVIC; P = 0,004; Tamaño del efecto [ES; d de Cohen]= 1,19) y de la variable media rectificada (EMGARV) (48,0 ± 21,2 vs. 27,4 ± 10,7% MVIC; P = 0,001; ES = 1,29) del trapecio medio en comparación con la dominada con agarre neutral. Las fases concéntricas de cada variación de dominadas resultaron en EMGARV significativamente mayor del braquiorradial, bíceps braquial y pectoral mayor en comparación a las fases excéntricas (P = <0.01).	El análisis de ambos métodos EMGPEAK y EMGARV muestran que no existen diferencias significativas entre los músculos y agarres en las repeticiones completas, sin embargo, existen diferencias entre las fases concéntricas y excéntricas de cada pull-up.
Escalante, G., Chaney, C., Stuckey, S., Alvarez, P., & Dabbs, N.	2015	The effects of Versa Grips® during pull ups on surface electromyography in strength trained males	Este estudio comparó la amplitud de la señal electromiográfica de superficie (SEMG) durante las dominadas con Versa Grips® con aquellas sin agarre en los músculos flexores de la muñeca (WF) del lado dominante, extensores de la muñeca (WE), dorsal ancho (LAT) e infraespinoso (INF) entre hombres entrenados en fuerza	30 hombres entrenados (edad = 32,4 ± 8,4 años, altura = 1,75 ± 0,090 m, peso = 80,7 ± 12,3 kg, grasa corporal = 10,6 ± 4,7%)	Se realizaron pruebas para comparar cada uno de los cuatro músculos flexores de la muñeca (WF), extensores de la muñeca (WE), dorsal ancho (LAT) y Infraespinoso (INF) individualmente con y sin agarres durante la fase concéntrica del movimiento. Para los propósitos de este estudio, la colocación y orientación de las manos para las dominadas se realizaron de acuerdo con Lusk et al. (2010). Las variables que se estandarizaron fueron carga, rango de movimiento y velocidad. La carga es su peso corporal. El rango de movimiento se controló asegurándose de que las dominadas se realizaron de manera consistente utilizando un rango completo de movimiento como se describe a continuación.	Para el estudio se analizó en 2 condiciones cada músculo; con Grip (agarre) y No Grip revelando que: a) El WF tuvo una activación significativamente menor (p = 0,040) al comparación del No Grip; b) El WE tuvo una activación significativamente menor (p = 0,001) a comparación del NO Grip; c) no hubo diferencias significativas (p > 0,05) en la activación entre Grip y No Grip en el LAT y el INF	Los datos de este estudio sugieren que el uso de Versa Grips en hombres entrenados en fuerza ayuda a disminuir el esfuerzo requerido de WE y WF durante las dominadas sin que disminuya la activación de LAT e INF.
Raizada, S., & Bagchi, A.	2019	A comparative electromyographical investigation of latissimus dorsi and biceps brachii using various hand positions in pull ups	El propósito del estudio fue investigar el efecto de diferentes posiciones de las manos (agarres) sobre la actividad electromiográfica (EMG) de los músculos Latissimus Dorsi (LD) y Biceps Brachii (BB) durante la realización del ejercicio de dominadas.	Diez hombres sanos con mínimo 1 año de experiencia con los ejercicios seleccionados. (20,3 ± ,95 años, 176,8 ± 1,93 cm, 72,6 ± 2,17 kg)	Los sujetos realizaron 1 repetición de las 6 técnicas (diferentes agarres) del ejercicio, con electrodos de superficie colocados sobre los 2 vientres musculares (Latissimus Dorsi y bíceps braquial). Para la medición y estandarización del agarre de cada participante se midió desde la C7 (séptima vertebra cervical) hasta la primera articulación metacarpofalángica. Las técnicas de tracción fueron Supino estrecho (SNG), Agarre ancho de hombros en supino (SSWG), prono estrecho (PNG), Agarre ancho de hombro en prono (PSWG), Prono agarre abierto Grip (PWG) y Prono agarre extremadamente abierto (PEWG). La electromiografía de superficie (SEMG) fue utilizado para medir la actividad eléctrica muscular que se produce durante los ciclos de contracción y relajación muscular. El rango activo del sensor MyoScan-Pro es de 20 a 500 Hz. Puede grabar señales SEMG de hasta 1600 microvolts (µV), RMS. Convertidor A / D (codificador; ProComp Infinity) tiene 2 canales (C y D) de muestreo a 256 muestras por segundo.	Los resultados del estudio muestran que, en el caso de la activación en el bíceps braquial, todos los agarres revelan diferencias significativas con los pull-ups Supinos agarre estrecho (SNG). Del mismo modo, las dominadas pronas agarre estrecho mostraron una diferencia significativa en Latissimus Dorsi en comparación con las dominadas pronas agarre ancho y prono agarre extremadamente abierto, lo que sugiere que otros ejercicios de dominadas pueden ser igualmente efectivos en la activación de Latissimus Dorsi.	En las dominadas supinas agarre cerrado se ve una mayor activación muscular por parte del bíceps braquial a comparación de las otras variaciones de las dominadas. Del mismo modo, las dominadas pronas agarre abierto son el mejor ejercicio de tren superior para el dorsal.

Autores	Año	Título del estudio	Objetivo	Población	Metodología	Resultado	Conclusiones
Hewitt, J., Jaffe, D., & Crowder, T.	2018	A Comparison of Muscle Activation during the Pull-up and Three Alternative Pulling Exercises	Este estudio buscó investigar si los patrones de activación muscular son similares entre las dominadas tradicionales con peso corporal y varios ejercicios de tracción alternativos que se utilizan a menudo para entrenar para un mejor rendimiento en el pull-up	41 personas, hombres=28; (20.9 ± 3,8 años; 1.63 ± 0.08 cm; 67.9 ± 9.1 kg) mujeres=13; (22.6 ± 4.8 años; 1.74 ± 0.19 cm; 84.4 ± 9.1 kg)	Los participantes realizaron 5 repeticiones de cada uno de los 4 ejercicios; peso corporal (BW) pull-up (PU), lat-pulldown sentado (sLP) al 80% BW, flexión lateral de rodillas (kLP) al 80% de peso corporal y dominadas asistidas (aPU) al 20% de peso corporal. fueron divididos en 2 grupos menos de 10 repeticiones (u10) y mas de 10 repeticiones (+10). Se utilizó el coeficientes de correlación de Pearson para determinar la fuerza de la relación de la actividad en cada uno de los 4 grupos musculares de interés para la dominada y cada alternativa individual ejercicio de tracción (sLP, kLP y aPU) para los dos grupos.	De los cuatro grupos de músculos evaluados, el que muestra mayor magnitud de actividad muscular durante la dominada para el u10 grupo fueron: recto abdominal (RA) (1,58 ± 0,94), bíceps braquial BI (1,54 ± 0,52), latímus dorsi (LAT) (1,20 ± 0,67), y finalmente trapecio (TRAP) (0,93 ± 0,56). El k-LP fue el único ejercicio de tracción alternativo observado para tener la misma activación patrón. El análisis correlacional para el grupo de +10 repeticiones reveló relaciones muy sólidas entre la actividad de TRAP para el PU y la aPU ($r = 0,95$, $p < 0,001$) así como la actividad de BI para la PU y k-LP ($r = 0,85$, $p < 0,001$)	De los cuatro grupos musculares evaluados, el RA fue el grupo muscular más activo para todos participantes al realizar la dominada ya que este grupo de músculos ayuda para mantener una posición rígida del cuerpo en toda la dominada.
Snarr, R., Hallmark, A., Casey, J., & Esco, M.Snarr, Ronald L. Hallmark, Ashleigh V., Casey, Jason C., Esco, Michael R.	2017	Electromyographical Comparison of a Traditional, Suspension Device, and Towel Pull-Up	El objetivo de esta investigación fue comparar la actividad electromiográfica de 4 musculaturas (LD, PD, MT y BB) entre Pull up, SP (dispositivo de suspensión) y TP (pull ups con toalla)	15 personas, hombres y mujeres edad = 24,87	Cada dominada se realizó durante tres repeticiones con una distancia de ancho de agarre de 1,5 bicronial para cada participante, realizando dominadas tradicionales, dominadas con dispositivo de suspensión y dominadas con toalla de forma aleatoria.	No existieron diferencias significativas dentro del dorsal ancho, bíceps braquial o deltoide posterior entre cualquiera de los ejercicios. Para el trapecio medio, las dominadas con toalla proporcionaron una actividad muscular significativamente menor que las dominadas tradicionales, sin embargo, no se produjeron diferencias entre los pull-ups de suspensión y las otras variaciones.	Solo existe una diferencia muscular entre las variaciones del ejercicio de la dominada y todas las versiones examinadas proporcionaron valores electromiográficos similares. Aunque es necesario más investigación respecto al tema, los participantes pueden estar seguros que al programar cualquiera de las variaciones de movimiento examinadas se pueden obtener adaptaciones de la fuerza muscular y la hipertrofia.
Youdas, J., Amundson, C., Cicero, K., Hahn, J., Harezak, D., & Hollman, J.	2010	Surface electromyographic activation patterns and elbow joint motion during a pull-up, chin-up, or perfect-pullup™ rotational exercise	Usar la electromiografía para observar diferencias entre la actividad de 7 músculos en 3 diferentes agarres/agarres de dominadas	25 personas, Hombres= 21; edad=24,9. Mujeres=4; edad=23,5	Las electromiografías (EMG) se recopilaron con DE-3.1 doble diferencial, electrodos de superficie a una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. En la EMG las señales del pico de actividad se midió en porcentaje del máximo de contracción isométrica voluntaria (%MVIC). Los datos del análisis de movimiento del codo se obtuvieron utilizando Vicon Software Nexus	El pectoral mayor y el bíceps braquial tuvieron una activación EMG significativamente mayor durante el chin-up que durante el pull-up, mientras que el trapecio inferior fue significativamente más activo durante el pull-up. Sin diferencias se detectaron entre Perfect Pullup™ con asas giratorias y los ejercicios convencionales de dominadas y dominadas.	El dispositivo de rotación Perfect Pullup™ no parecen mejorar el reclutamiento muscular en comparación con las dominadas convencionales o dominadas en supinación.

Tabla 2. Variables de cada documento bibliográfico.

Autores	Título del estudio	Músculos Analizados	Tipos de agarres	Músculos con mayor activación	Músculos con menor activación
Dickie, J., Faulkner, J., Barnes, M., & Lark, S. (2017)	Electromyographic analysis of muscle activation during pull-up variations	<ul style="list-style-type: none"> -Braquiorradial -Bíceps Braquial -Pectoral Mayor -Deltoides Medio -Trapecio Medio -Trapecio Bajo -Dorsal Ancho -Infraespinoso 	<ul style="list-style-type: none"> -Agarre prono -Agarre Supino -Agarre Neutral -Agarre en Cuerda 	<ul style="list-style-type: none"> -Braquio Radial -Bíceps Braquial -Braquio Radial -Braquio Radial 	<ul style="list-style-type: none"> -Trapecio Medio
Escalante, G., Chaney, C., Stuckey, S., Alvarez, P., & Dabbs, N. (2015)	The effects of Versa Gripps® during pull-ups on surface electromyography in strength trained males	<ul style="list-style-type: none"> -Flexor de muñeca -Extensor de muñeca -Dorsal ancho -Infraespinoso 	<ul style="list-style-type: none"> -Prono abierto 	<ul style="list-style-type: none"> -Dorsal Ancho -Infraespinoso 	<ul style="list-style-type: none"> -Flexores de la muñeca -Extensores de la muñeca
Hewitt, J., Jaffe, D., & Crowder, T. (2018)	A Comparison of Muscle Activation during the Pull-up and Three Alternative Pulling Exercises	<ul style="list-style-type: none"> -Trapecio Medio -Bíceps Braquial -Dorsal Ancho -Recto Abdominal 	<ul style="list-style-type: none"> -Agarre Prono 	<ul style="list-style-type: none"> -Recto Abdominal 	<ul style="list-style-type: none"> -Trapecio
Raizada, S., & Bagchi, A. (2019)	A comparative electromyographical investigation of latissimus dorsi and biceps brachii using various hand positions in pull ups	<ul style="list-style-type: none"> -Dorsal Ancho -Bíceps Braquial 	<ul style="list-style-type: none"> a) Supino estrecho b) Agarre ancho de hombros en supino c) Prono estrecho d) Agarre ancho de hombro en prono e) Prono agarre abierto f) Prono agarre extremadamente abierto 	<ul style="list-style-type: none"> a) Bíceps Braquial b) Bíceps Braquial c) Dorsal Ancho d) Dorsal Ancho e) Dorsal Ancho f) Bíceps Braquial 	<ul style="list-style-type: none"> a) Dorsal Ancho b) Dorsal Ancho c) Bíceps Braquial d) Bíceps Braquial e) Bíceps Braquial f) Dorsal Ancho
Snarr, R., Hallmark, A., Casey, J., & Esco, M. Snarr, Ronald L. Hallmark, Ashleigh V., Casey, Jason C., Esco, Michael R. (2017)	Electromyographical Comparison of a Traditional, Suspension Device, and Towel Pull-Up	<ul style="list-style-type: none"> -Dorsal Ancho -Bíceps Braquial -Deltoides Posterior 	<ul style="list-style-type: none"> -Agarre Prono -Dispositivo de suspensión -Agarre con toalla 	<ul style="list-style-type: none"> -Deltoides posterior 	<ul style="list-style-type: none"> -Bíceps Braquial
Youdas, J., Amundson, C., Cicero, K., Hahn, J., Harezlak, D., & Holman, J. (2010)	Surface electromyographic activation patterns and elbow joint motion during a pull-up, chin-up, or perfect-pullup™ rotational exercise	<ul style="list-style-type: none"> -Oblicuo externo -Erector spinae -Pectoral Mayor -Trapecio Inferior -Infraespinoso -Bíceps Braquial -latissimus dorsi 	<ul style="list-style-type: none"> -Agarre Supino -Agarre Prono agarre "The Perfect Pullup™" 	<ul style="list-style-type: none"> -Dorsal Ancho 	<ul style="list-style-type: none"> -Obliquo externo

3.2. Discusión

En el presente trabajo de revisión bibliográfica de 47 documentos científicos; 15 libros, 30 artículos de revista y 2 tesis doctorales de los cuales el tema principal fue el análisis de la Electromiografía de la activación muscular en diferentes tipos de dominadas y ejercicios de jalón donde intervienen diversos músculos. De estos documentos científicos que se revisaron para el estudio, gran parte se encontraron en inglés, debido a que fueron realizados en Estados Unidos.

Para la ejecución de este ejercicio de múltiples articulaciones y de cadena cerrada implica movimientos de las articulaciones del hombro, escapulo torácica, codo y muñeca. Si bien el LD es, un músculo importante de la parte posterior del torso que está involucrado en la aducción, extensión, rotación interna y estabilización glenohumeral. Se encontró que el Biceps Brachii y Latissimus Dorsi son los principales motores durante la dominada. Sin embargo, en otros estudios se evidenció que la mayor activación del bíceps braquial es significativamente mayor que la del latissimus dorsi en la dominada, esto se debe a la orientación de la mano al tener un agarre supino crea una mayor participación del bíceps.

Por lo tanto, los músculos utilizados para el análisis y comparación en el presente trabajo fueron la musculatura del bíceps y dorsal debido a que se encontraban en los datos obtenidos de todos los estudios de electromiografía utilizados para este trabajo.

Tomando en cuenta los datos relevantes de todos los estudios utilizados para este escrito que en este caso eran las variables del presente estudio, en donde los registros y graficas de la electromiografía del grado de activación muscular al realizar una dominada depende de 2 factores; el ancho del agarre el cual puede variar desde una apertura cerrada hasta una abierta y el tipo de agarre con respecto a la orientación de la mano (pronación, supinación, cuerda, toalla, etc.) teniendo en cuenta que alguno de estos anchos de agarre y tipo del agarre su pueden incluso combinar como en el caso del artículo de Raizada y Bagchi (2019), cuyo propósito del estudio fue investigar el efecto de seis diferentes posiciones de las manos en la barra.

Al realizar comparaciones entre los diferentes resultados de los estudios de estos 2 factores, el tipo de apertura en el agarre no presenta mayor o menor activación muscular a diferencia de la orientación del agarre donde se puede ver.

Según Zhiny R. (2019), en su estudio de los seis agarres ; obtuvo que, el latissimus dorsi produjo una mayor activación en el agarre prono abierto y al contrario la mayor activación del

bíceps fue en el supino cerrado, cuya diferencia es debido mayormente por el tipo de agarre y no tanto por la distancia en la apertura.

Por otro lado, Ronal L. (2017), dice que, el músculo dorsal y el bíceps no tuvo ninguna variación significativa en el análisis electromiográfico en los 3 agarres analizados (pull up, towell pull ups, perfect pull up), se tiene en cuenta que este estudio analizó únicamente el tipo de agarre mas no la anchura del agarre.

Así mismo, James Faulkner (2016), en su estudio comparó 2 análisis, encontrando que no hay una diferencia significativa con relación a la orientación del agarre del bíceps y del dorsal, sin embargo, al igual que el reporte de Youdas et al. (2010), que sigue apareciendo una diferencia del bíceps entre los agarres prono y supino teniendo una mayor activación en este último.

Según Stephen J. Lusk (2010), en el cual analiza el ejercicio ``lat pull down`` en diferentes aperturas de agarre y orientación del antebrazo no se encontró diferencias en la activación del dorsal en relación con el agarre abierto y cerrado, por otro lado, la diferencia de la activación entre en agarre prono y supino, sí tiene diferencias a nivel del dorsal, sin embargo, éste se debe a la orientación del antebrazo más no al ancho del agarre. En adición, la relación entre ancho del agarre y orientación de la mano no tiene diferencias significativas.

4. Capítulo IV

4.1. Conclusiones

- Los principales grupos musculares utilizados para el análisis EMG fueron el dorsal y el bíceps.
- En los estudios utilizados para esta revisión bibliográfica los sujetos analizados fueron en su totalidad conformada por hombres adultos con una condición física promedio (personas no entrenadas) pero que sí tuvieron un tiempo de adaptación no mayor a 1 año al ejercicio.
- Todos los autores concuerdan en sus conclusiones de que la apertura del agarre no crea modificaciones significativas en el registro electromiográficos de la contracción de los músculos analizados. En el agarre supino si se observan cambios significativos en el músculo del bíceps debido a la rotación del hombro.
- El agarre Vega no produce diferencias significativas en los análisis de activación del musculo dorsal a comparación un agarre prono, pero si en las musculaturas extensoras de la muñeca.
- El agarre de rotación Perfect Pull up y el agarre en toalla tuvieron un aumento significativo en la activación del dorsal a comparación del agarre convencional en pronación con barra debido a la rotación libre del hombro.
- Según Bagchi y Raizada (2015) una mayor apertura en agarre prono no produce una mayor activación significativa en la musculatura del dorsal a como se suele creer que entre más abierto sea el agarre más fibras del dorsal se reclutaran y por ende es mejor.
- Las dominadas ejecutadas en cuerda no producen una mayor activación en las musculaturas del antebrazo.
- Mediante el uso den los análisis electromiográficos recopilan señales eléctricas producidas por los nervios motores en conjunto con la fibra al momento de la contracción muscular, lo cual indicaría su nivel de activación eléctrica muscular, muy diferente a la ayuda en mejora de fuerza.

4.2. Recomendaciones

- Para próximos análisis comparativos, la medición del nivel de activación muscular en personas no entrenadas y en atletas de calistenia con años de experiencia, debido al dominio del gesto técnico.
- Hay que tener en cuenta que el análisis electromiográficos indica el grado de activación eléctrica muscular. Por lo cual se recomendaría una investigación en base a un programa de entrenamiento teniendo como variables los tipos de agarre que se han podido analizar.
- Al momento de realizar una dominada sin importar el tipo de agarre, se debe tener en cuenta que la apertura debe ser del ancho de los hombros o mayor para tener una mayor comodidad.
- Al contrario, si en caso de tener poca movilidad en la articulación del hombro y/o de la muñeca se realizará con una sujeción de 1.5 al ancho biacromial.

Referencias

- Bagchi, A., & Raizada, S. (2015). An Electromyographical analysis of biceps brachii and triceps brachii during three different types of throw in cricket. *International Journal of Applied Research*, 323- 326.
- Basmajian, J., & De Luca, C. (1985). *Muscles alive: their functions revealed by electromyography*. Baltimore: Williams and Wilkins .
- Beckham, G., Olmeda, J., Flores, A., Echeverry, J., Campos, A., & Kim, S. (2018). Relationship Between Maximum Pull-up Repetitions and First Repetition Mean Concentric Velocity. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 1831-1837.
- C.R. Bhatt, B. P. (2013). Variation in the insertion of the latissimus dorsi & its clinical importance. *Journal of Orthopaedics*, 25-28.
- Cailliet, R. (2006). *Anatomía funcional, Biomecánica*. España: Marban.
- Criswell, E. (2011). *Cram`s Introduction to Surface Electromyography*. Ontario: Jones and Barlett Publishers.
- De Luca, C. (2002). Surface electromyography: Detection and recording. *Delsys Incorporated*, 2- 10.
- Dickie, J., Faulkner, J., Barnes, M., & Lark, S. (2017). Electromyographic analysis of muscle activation during pull-up variations. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 30- 36.
- Domínguez La Rosa, P., & Espeso Gayte, E. (2003). Bases fisiológicas del entrenamiento de la fuerza con niños y adolescentes. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 61- 68.
- Escalante, G., Chaney, C., Stuckey, S., Alvarez, P., & Dabbs, N. (2015). The effects of Versa Gripps® during pull-ups on surface electromyography in strength trained males. *Journal of the Romanian Sports Medicine Society*, 2601-2608.
- Ferreira-Arquez, H. (2016). Cabeza supernumeraria del músculo biceps brachii. *CES Medicina*, 251-258.
- Fisher, C. (2009). *Basics of Surface Electromyography Applied to Applied to Physical Rehabilitation and Biomechanics*. Texas: The Behavioral Medicine Report .
- García, J. (Abril de 2013). *Digitum Biblioteca Universitaria*. Obtenido de Digitum Biblioteca Universitaria:
<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/35242/1/TESIS%20DOCTORAL%20JAGV%2048429495M.pdf>

- Gila, L., Malanda, A., Rodriguez, I., Rodriguez, J., & Navallas, J. (2009). Métodos de Procesamiento y Análisis de Señales Electromiográficas. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 27-43.
- Giroux, B., & Lamontagne, M. (1990). Comparisons between surface electrodes and intramuscular wire electrodes in isometric and dynamic conditions. *Comparisons between surface electrodes and intramuscular wire electrodes in isometric and dynamic conditions*, 30(7), 397–405.
- Guzmán, E., & Méndez, G. (2018). Electromiografía de las Ciencias de la Rehabilitación . *Salud Uninorte* , 753- 765.
- Guzmán, E., & Méndez, G. (2020). Electromiografía en las Ciencias de la Rehabilitación. *Revista Salud Uninorte* , 753- 765.
- Hernández, R. (1996). Métodos para el análisis cuantitativo del electromiograma. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación* . México D.F.: McGraw Hill.
- Hewit, J., Jaffe, D., & Crowder, T. (2018). A Comparison of Muscle Activation during the Pull-up and Three Alternative Pulling Exercises. *Journal of Physical Fitness, Medicine & Treatment in Sports*, 1-7.
- James A. Dickie, J. A. (2016). Electromyographic analysis of muscle activation during pull-up. *Journal of Electromyography and Kinesiology*.
- Jenkins, D. (2008). *Hollinshead's Functional Anatomy of the Limbs and Back*. Illinois: Saunders.
- Kalym, A. (2014). *Complete Calisthenic: The ultimate guide bodyweight exercise*. Barcelona: Paidotribo.
- Kapandji, A. (2006). *Fisiología Articular* . Paris: Médica Panamericana .
- Kraemer, W., Adams, K., & Cafarelli, E. (2002). American College of Sports Medicine position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *American College of Sports Medicine*, 364- 380.
- LaChance, P., & Hortobagyi, T. (1994). Influence of Cadence on Muscular Performance During Push- Up and Pull- Up Exercise . *The Journal Strength and Conditioning Research* , 76- 79.
- Lehman, G., Buchan, 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*, 1- 5.

- Leslie, K., & Comfort, P. (2013). The Effect of Grip Width and Hand Orientation on Muscle Activity During Pull-ups and the Lat Pull-down. *Strength and Conditioning Journal*, 75- 78.
- López, J., & Fernandez, A. (2006). *Fisiología del ejercicio* . Madrid: Médica Panamericana. S.A.
- Lusk, S., Hale, B., & Russell, D. (2010). Grip width and forearm orientation effects on muscle activity during the lat pull-down. *The Journal of Strength and Conditioning Research* , 1895- 1900.
- Marshall, S., Sarkin, J., Sallis, J., & McKenzie, T. (1998). Tracking of health-related fitness components in youth ages 9 to 12. *Med SciSports Exerc*, 910-916.
- Muñoz, M., Marchante, D., Cano, M., López, J., & Balsalobre, C. (2017). Load-, Force-, and Power-Velocity Relationships in the Prone Pull-Up Exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1249- 1255.
- Núñez, V., Da Silva, M., Viana, B., Gómez, J., Poblador, M., & Lancho, J. (2005). Estudio de la Fuerza en la Escalada Deportiva. *Archivos de Medicina de Deporte*, 27- 32.
- Pietro, M. D. (27 de enero de 2021). *Medical News Today*. Obtenido de <https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/trapezio>
- Raizada, S., & Bagchi, A. (2019). A Comparative Electromyographical Investigation of Latissimus Dorsi and Biceps Brachii Using Various Hand Positions in Pull Ups. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 1624- 1629.
- Ricci, B., Figura, F., Felici, F., & Marchetti, M. (1988). Comparison of male and female functional-capacity in pull-ups . *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 168- 175.
- Rodríguez, D., Yáñez, J., Pareja, F., Ravelo, A., Ribas, J., & González, J. (2020). Velocity-based resistance training: impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 817-828.
- Ronai, P., & Scibek, E. (2014). The Pull-up. *Strength and Conditioning Journal*, 88- 90.
- Sánchez, M. (27 de Junio de 2017). *Universidad Pablo de Olavide* . Obtenido de Universidad Pablo de Olavide : <https://rio.upo.es/xmlui/handle/10433/4783>
- Shiny Raizada, A. B. (2019). A Comparative Electromyographical Investigation of Latissimus Dorsi and Biceps Brachii Using Various Hand. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 1625.
- Signorile, J., Zink, A., & Szwed, S. (2002). Una Investigación Electromiografía Comparativa de los Patrones de Utilización Muscular usando varias Posiciones de las Manos durante el Ejercicio Dorsales en Polea. *PubliCE*, 3- 9.

- Snarr, R., Hallmark, A., Casey, J., & Esco, M. (2017). Electromyographical Comparison of a Traditional, Suspension Device, and Towel Pull-Up. *Journal of Human Kinetics*, 5- 13.
- Úbeda, A. (2004). Valoración de la Fuerza de Agarre en Escaladores . *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 122- 143.
- Vilaça, J., Geraldes, L., Fernandes, H., Vaz, L., Farjalla, R., Saavedra, F., & Reis, V. (2014). Effects of Pre-Exhausting the Biceps Brachii Muscle on the Performance of the Front Lat Pull-Down Exercise Using Different Handgrip Positions. *Journal of Human Kinetics*, 157- 163.
- Wilmore, J., & Costill, D. (2007). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Youdas, J. (2010). Surface electromyographic activation patterns and elbow joint motion during a pull-up, chin-up, or Perfect-Pullup rotational exercise. *Journal Strength Conditional Research* , 3404- 3414.
- Youdas, J., Amundson, C., Cicero, K., Hahn, J., Harezlak, D., & Hollman, J. (2010). Surface Electromyographic Activation Patterns and Elbow Joint Motion During a Pull-Up, Chin-Up, or Perfect-Pullup™ Rotational Exercise. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 3404- 3414.
- Zuziga, F. (1993). La preparación física para montañismo, esquí, alpinismo y escalada. *Archivos de Medicina del Deporte* , 245- 251.

Anexos

Anexos A. Figuras ilustrativas de los instrumentos para el registro electromiográfico.

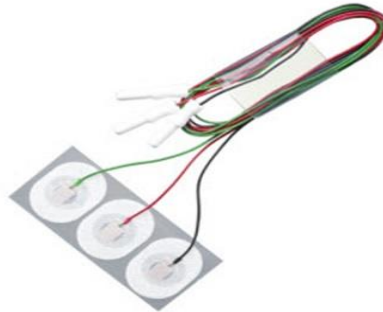


Figura 8. Electrodo de superficie. Anónimo



Figura 9. Electrodo de inserción. Anónimo



Figura 10. Amplificador. Anónimo

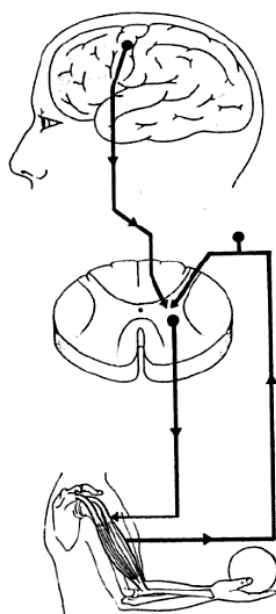


Figura 11. Mecanismo de contracción muscular. (García, 2013)