

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**COMPARACIÓN DE LA ACTIVACIÓN MUSCULAR DEL
HOMBRO CON ELECTROMIOGRAFÍA EN SUJETOS
CON SÍNDROME DE DOLOR SUBACROMIAL VS
CONTROLES SANOS.
UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

AUTOR: ALBERO ORTÍN, ALBERTO

Nº Expediente: 179

TUTOR: GASCÓN JAÉN, JAIME

Departamento y Área: Patología y Cirugía.

Curso académico: 2021-2022.

Convocatoria de: Junio.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS	6
3. MATERIAL Y MÉTODOS	7
4. RESULTADOS	9
5. DISCUSIÓN	12
6. CONCLUSIÓN	16
7. BIBLIOGRAFÍA	17
8. ANEXOS	21



RESUMEN

Antecedentes: El Síndrome de Dolor Subacromial (SIS) es la principal causa de dolor de hombro en la sociedad. Es de carácter multifactorial y tiende a la cronicidad, motivo por el cual, pueden aparecer cambios en los patrones de activación muscular. Por ello, la literatura intenta dar respuesta a las posibles diferencias existentes en la activación muscular entre sujetos con SIS y sujetos sanos.

Objetivos: Evaluar, a través de la literatura científica, las diferencias en la activación muscular del hombro mediante electromiografía (EMG) en sujetos con SIS vs controles sanos.

Material y Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica siguiendo las directrices PRISMA, en las bases de datos: PubMed, Scopus, Embase, Web of Science y Science Direct. Se revisaron estudios transversales, publicados a partir de 2006 y se utilizó la escala Newcastle Ottawa (NOS) modificada para evaluar la calidad metodológica.

Resultados/Discusión: Se incluyeron un total de 17 estudios transversales. En general, se observó que los pacientes con SIS presentaban una mayor actividad del trapecio superior y una menor actividad del trapecio inferior y serrato anterior. En cuanto al tiempo de activación, se observó una activación temprana del trapecio superior, deltoides anterior y medio y una activación retrasada del serrato anterior.

Conclusión: Los sujetos con SIS presentan un patrón de activación muscular diferente al de las personas sanas. Esta revisión refuerza la evidencia limitada que existe en relación con el tema descrito y recomienda la EMG como una herramienta de uso para valorar los posibles déficits de los sujetos con SIS.

Palabras Clave: “Síndrome de dolor subacromial”, “Tendinopatía del manguito rotador”, “Electromiografía”, “EMG”.

ABSTRACT

Background: Shoulder Impingement Syndrome (SIS) is the main cause of shoulder pain in society. It is multifactorial and tends to be chronic, which is why changes in muscle activation patterns may appear. For this reason, the literature attempts to answer the possible differences in muscle activation between subjects with SIS and healthy subjects.

Objectives: To evaluate, through the scientific literature, the differences in shoulder muscle activation by electromyography (EMG) in subjects with SIS vs healthy controls.

Material and methods: A bibliographic review was conducted following PRISMA guidelines, in the databases: PubMed, Scopus, Embase, Web of Science and Science Direct. Cross-sectional studies, published from 2006 onwards, were reviewed and the modified Newcastle Ottawa Scale (NOS) was used to assess methodological quality.

Results/Discussion: A total of 17 cross-sectional studies were included. In general, SIS patients were found to have higher upper trapezius activity and lower trapezius and serratus anterior activity. In terms of activation time, early activation of the upper trapezius, anterior and middle deltoid, and delayed activation of serratus anterior were observed.

Conclusion: Subjects with SIS present different muscle activation pattern than healthy individuals. This review reinforces the limited evidence that exists in relation to the subject described and recommends EMG as a tool to be used to evaluate possible deficits in subjects with SIS.

Keywords: “Shoulder impingement syndrome”, “rotator cuff tendinopathy”, “Electromyography”, “EMG”

1. INTRODUCCIÓN

Las lesiones de hombro son muy comunes en la sociedad. Una de cada tres personas experimenta dolor de hombro en algún momento de su vida (van der Heijden, 1999). Se caracterizan por ser lesiones de carácter persistente, ya que el 54% de los que la padecen muestran que los síntomas continúan 3 años después (Lewis et al., 2009; Chester et al., 2010). La pérdida de días de trabajo es la principal causa de los gastos sociales relacionados con los trastornos del hombro, con una media de 9 días de trabajo perdido por periodo de seis meses (Virta et al., 2012).

El SIS (Shoulder Impingement Syndrome) o síndrome de dolor subacromial es la causa más común de dolor de hombro (Sambandam et al., 2015). Hace referencia al conjunto de síntomas producidos por la compresión mecánica de los tejidos blandos (bursa subacromial, músculo supraespinoso o partes del tendón bicipital) situados en el espacio entre el acromion y la cabeza del húmero (Michener et al., 2003; Garving et al., 2017). Se trata del diagnóstico más común de dolor de hombro en nuestra sociedad, con una prevalencia de hasta 48 por 1000 personas-año (Greving et al., 2012), estableciéndose una mayor asociación con el sexo femenino (Tangtrakulwanich y Kapkird, 2012).

El espacio subacromial está limitado anatómicamente por el acromion y el ligamento coracoacromial, los cuales proporcionan el límite anterior, por la articulación acromioclavicular que actúa como límite superior y por la cabeza del húmero, como límite inferior. El pinzamiento subacromial puede estar provocado por dos mecanismos: extrínsecos, en los que la degradación del tendón se produce debido a la compresión mecánica de una estructura externa al tendón o bien, por mecanismos intrínsecos, en los cuales la degeneración del tejido tendinoso se debe a la sobrecarga o uso excesivo del mismo (Saracoglu, et al., 2018).

En lo que se refiere a la exploración física, normalmente los pacientes suelen presentar una debilidad en los movimientos de abducción y rotación externa del hombro afecto que se acompaña de dolor localizado en el acromion (Garving et al., 2017). Además, también se pueden realizar pruebas

funcionales como ahora la de Hawkins-Kennedy, Neer y/o prueba de Jobe. Son pruebas que individualmente tienen una sensibilidad y especificidad muy baja, pero cuando se combinan, pueden ser claves para el diagnóstico del SIS (Cools et al., 2008).

A pesar de la popularización del término “pinzamiento”, algunos autores, sugieren que es demasiado ambiguo para justificar adecuadamente las numerosas entidades fisiopatológicas que dan lugar a la enfermedad degenerativa del hombro (McFarland et al., 2013; Braman et al., 2014). Como consecuencia, el SIS actualmente se considera un término potencialmente comprometido porque hace referencia a un gran número de patologías con un origen multifactorial (Umer et al., 2012). Es por ello, el motivo por el cual se ha sugerido el término de Rotator Cuff Related to Shoulder Pain (RCRSP), de carácter más general, para designar a entidades clínicas como, por ejemplo, el síndrome de impingement subacromial, el síndrome de dolor subacromial y la tendinopatía del manguito rotador (Lewis, 2016).

RCRSP hace referencia a una presentación clínica que incluye: dolor, limitación del movimiento y disfunción principalmente durante la flexión y la rotación externa del hombro. A pesar de la existencia de numerosos factores que incrementan la probabilidad de sufrir RCRSP, como ahora: la genética (Harvie et al., 2004), el consumo de alcohol (Passaretti et al., 2015), de tabaco (Baumgarten et al., 2010) y la presencia de factores psicosociales (Dean y Söderlund, 2015), parece ser que la influencia más importante recae sobre la carga excesiva y mal adaptada de los tejidos (Cook et al., 2015).

El papel de la escápula es fundamental para la correcta función del hombro. La calidad del ritmo escapulohumeral depende, en gran medida, de la activación coordinada de la musculatura glenohumeral y escapular, encargadas de lograr la amplitud íntegra de movimiento y de mantener la estabilidad (Phadke y Ludewig, 2013).

Una de las formas principales para valorar los patrones de activación de la musculatura es mediante el uso de la electromiografía (EMG). Esta técnica permite el estudio de los potenciales de acción del músculo y aporta información sobre los diferentes componentes de la unidad motora (UM). Los equipos

de EMG están compuestos por electrodos de superficie o aguja que captan la señal y una vez amplificados son convertidos en señal digital (Ibarra et al., 2005).

Hasta la fecha, la evidencia científica sobre la comparación de la activación muscular mediante EMG en pacientes con SIS y controles sanos es heterogénea. Existen estudios que muestran una diferencia significativa en los ratios de activación muscular entre ambos grupos, (Kolk et al., 2021; Leong et al., 2017), mientras que otros estudios reportan que no existen diferencias significativas (Ortega-Cebrián, 2020; Kara, 2019).

Por este motivo, se procede a realizar una revisión bibliográfica con el fin de abordar todos estos aspectos.



2. OBJETIVOS

Se planteó la siguiente pregunta de investigación, utilizando el acrónimo PICO:

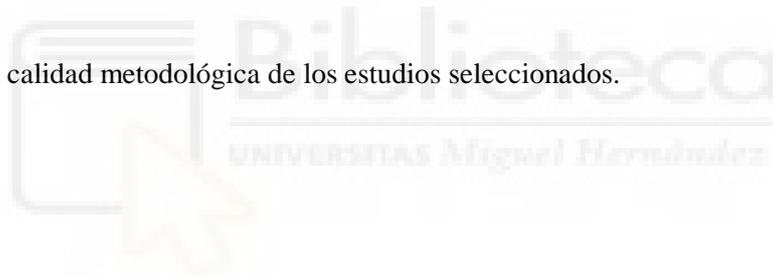
- ¿En los sujetos con síndrome de dolor subacromial, existen cambios en la activación muscular del hombro medida con electromiografía en comparación con los controles sanos?

Objetivo general

Evaluar, a través de la literatura científica, las diferencias en la activación muscular del hombro mediante EMG en sujetos con síndrome de dolor subacromial vs controles sanos.

Objetivos específicos

1. Determinar los patrones de activación de la musculatura del hombro en pacientes con síndrome de dolor subacromial.
2. Valorar, a través de la literatura científica, la fatigabilidad muscular del hombro en sujetos con SIS.
3. Evaluar la calidad metodológica de los estudios seleccionados.



3. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo final de grado está autorizado por el comité de ética de la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche para el curso 2021/2022 con el código TFG.GFI.JGJ.AAO.211208.

Esta revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo las directrices PRISMA (Page et al., 2021). Se realizó una búsqueda electrónica sistemática retrospectiva desde el lunes 6 de diciembre de 2021 hasta el martes 11 de enero de 2022, en las siguientes bases de datos: Pubmed, Scopus, Embase, Web of Science y Science Direct.

La estrategia de búsqueda realizada en Pubmed incluye las siguientes palabras clave: “Shoulder impingement syndrome”, “Rotator cuff tendinopathy”, “Electromyography” y “EMG”. Se utilizó el operador booleano “OR” para unir las dos primeras palabras clave y el operador “AND” para las siguientes. Además, con el objetivo de limitar más la búsqueda, se utilizaron el filtro de especies “humanos” y la fecha de publicación desde el 2006. Esto fue adaptado ligeramente para su uso en otras bases de datos con texto libre.

Criterios de selección

Tras realizar una búsqueda preliminar de los artículos, se llevó a cabo una lectura crítica del título, resumen y/o texto completo para valorar si cumplían los siguientes criterios establecidos:

Los criterios de inclusión fueron estudios transversales que incluyeran: un grupo de sujetos sanos y un grupo de sujetos con síndrome de dolor subacromial, diagnosticado clínicamente. Sólo se aceptaron estudios publicados en inglés con fecha de publicación entre el 1 de enero de 2006 y el 31 de diciembre de 2021. Se incluyeron artículos en los cuales se valoraba la actividad muscular mediante electromiografía (de superficie o percutánea) en ambos grupos de estudio durante la realización de una tarea o un ejercicio concreto.

Los criterios de exclusión fueron aquellos estudios en los cuales no se especificaba, o bien la manera en qué se diagnosticaba el SIS, o bien no se detallaba la metodología de aplicación de la EMG. Se excluyeron aquellos artículos que no compararan específicamente los resultados entre el grupo de sujetos sanos y el grupo patológico. Además, también se excluyeron todos aquellos artículos cuyo título no se correspondía con el tema de estudio, así como también aquellos que estaban duplicados. Por último, se excluyeron todos los artículos con una puntuación menor de 3 estrellas en la escala NOS modificada.

Selección de los artículos

En primer lugar, se realizó un cribado de los títulos, resúmenes y/o textos completos de los artículos teniendo en cuenta los criterios de selección establecidos. En segundo lugar, a través de una exploración exhaustiva, se excluyeron aquellos artículos duplicados, así como todos aquellos que no se ajustaban a los criterios de inclusión o al objetivo del estudio. La búsqueda ha sido realizada por el autor y supervisada por el tutor (*Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA*).

Una vez seleccionados los artículos, se procedió a evaluar la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los mismos. Para ello se utilizó la escala de Newcastle-Ottawa (NOS) modificada (Modesti et al., 2016), la cual fue adaptada de su forma original para incluir el análisis de los estudios transversales. Esta herramienta califica por número de estrellas de acuerdo con los ítems evaluados. Se consideran artículos de alta calidad aquellos que tengan entre 8 y 10 estrellas, moderada entre 4 y 7 estrellas y pobre entre 0 y 3 estrellas.

4. RESULTADOS

La mayoría de los artículos seleccionados finalmente para la realización del trabajo fueron extraídos de la base de datos PubMed, siguiendo el proceso de selección marcado por las directrices PRISMA (*Figura 1*). La información principal de cada uno de los artículos viene detallada íntegramente en la tabla resumen (*Tabla 1*).

Tras evaluar la calidad de los estudios transversales con la escala NOS modificada (Modesti et al., 2016), encontramos que todos excepto uno (Bandholm et al., 2006) presentaban resultados entre 8 y 10 estrellas, significando una elevada calidad general y/o bajo riesgo de sesgo. Solamente, 4 artículos consiguieron una puntuación de 10 estrellas (Kolk et al., 2021; Ortega-Cebrián et al., 2020; Alizadehkhayat et al., 2017; Ayatollahi et al., 2016); 6 artículos obtuvieron una puntuación de 9 (Kara et al., 2019; Michener et al., 2016; Castelein et al., 2016; de Witte et al., 2012; de Witte et al., 2012; Myers et al., 2009; Diederichsen et al., 2009) 4 artículos obtuvieron 8 estrellas (Meghdadi et al., 2019; Leong et al., 2017; Shinohara et al., 2014; Tucker et al., 2010; Cools et al., 2007) y por último, el artículo con menor puntuación fue de 7 estrellas, indicando una calidad metodológica moderada (Bandholm et al., 2006). La media de las puntuaciones de todos los estudios fue de 8,82 estrellas. En cuanto al apartado de “representatividad muestral” observamos que todos los artículos emplearon una población representativa excepto 5 de ellos, los cuales contaron con un grupo específico de sujetos (Meghdadi et al., 2019; Leong et al., 2017; Shinohara et al., 2014; Tucker et al., 2010; Cools et al., 2007). En segundo lugar, solamente se justificaba el tamaño muestral en 4 estudios (Kolk et al., 2021; Ortega-Cebrián et al., 2020; Alizadehkhayat et al., 2017; Ayatollahi et al., 2016). Por último, todos los artículos obtuvieron una puntuación máxima en los ítems restantes excepto un artículo, el cual tuvo una puntuación menor en el ítem “test estadístico” perteneciente al apartado de resultados (Bandholm et al., 2006) (*Tabla 2*).

En cuanto a las características demográficas de los sujetos, se contaron con un total de 775 sujetos, de los cuales 348 presentaban síndrome de dolor subacromial; 27 sujetos presentaban una tendinopatía del manguito rotador; 38 sujetos una rotura del manguito rotador y los 362 participantes restantes eran controles asintomáticos. De todos los sujetos, únicamente 163 eran deportistas.

Si nos atenemos a la manera en que fue diagnosticado el SIS (**Tabla 3**), solamente 5 estudios tuvieron en cuenta la historia clínica del paciente para su diagnóstico (Kolk et al., 2021; Meghdadi et al., 2019; Castelein et al., 2016; Cools et al., 2007). En cuanto a la exploración física, la prueba más utilizada para el diagnóstico del SIS fue la de Hawkins-Kennedy, seguido por el test de Neer y el test de Jobe. Por último, 5 estudios utilizaron pruebas complementarias, tales como radiografías, RMN o ecografías (Kolk et al., 2021; Leong et al., 2017; de Witte et al., 2014; de Witte et al., 2012; Diederichsen et al., 2009).

Por otra parte, en relación con el tipo de electromiografía empleada (**Figura 3**), todos los estudios utilizaron electromiografía de superficie excepto 6 de ellos, los cuales utilizaron una combinación de superficie e intramuscular (Ortega-Cebrián et al., 2020; Alizadehkhayat et al., 2017; Castelein et al., 2016; Myers et al., 2009; Diederichsen et al., 2009; Bandholm T et al., 2006). Además, 4 de los estudios que utilizaron electromiografía de superficie, emplearon electrodos del tipo Ag/AgCl (Meghdadi et al., 2019; Kara et al., 2019; Leong et al., 2017; Shinohara et al., 2014).

Con respecto a la musculatura evaluada, el trapecio superior e inferior fueron los músculos más evaluados. Un total de 14 artículos utilizaron EMG para valorar la actividad de estos músculos, frente a tres artículos que no lo hicieron (de Witte et al., 2014; Myers et al., 2009; de Witte et al., 2012). El serrato anterior fue el tercer músculo más evaluado, seguido del deltoides medio con un total de 10 artículos que optaron por evaluar la actividad de este músculo (Kolk et al., 2021; Ortega-Cebrián et al., 2020; Alizadehkhayat et al., 2017; Ayatollahi et al., 2016; de Witte et al., 2014; Shinohara et al., 2014; de Witte et al., 2012; Myers et al., 2009; Diederichsen et al., 2009; Bandholm et al., 2006) (**Figura 4**).

En relación con los métodos de valoración utilizados a parte de la EMG, en lo referido al dolor y la discapacidad (**Figura 5**), la escala visual analógica (EVA) fue la más aplicada. Por otra parte, para la valoración de la funcionalidad del hombro (**Figura 6**), la escala más utilizada fue la Constant Shoulder Score (CS), presente en 3 artículos (Kolk et al., 2021; de Witte et al., 2014; de Witte et al., 2012), seguida de la escala Rowe Score Modificada, presente en dos artículos (Meghdadi et al., 2019; Tucker et al., 2010).

Por último, si nos atenemos a los resultados principales de los estudios, encontramos que 3 artículos muestran una actividad aumentada del músculo trapecio superior (Cools et al., 2007; Meghdadi et al., 2019; Shinohara et al., 2014) y otros 3 muestran una actividad aumentada del dorsal ancho (de Witte et al., 2014; Diederichsen et al., 2009; Bandholm et al., 2006). Sin embargo, también existen artículos que muestran que los sujetos con SIS presentan una actividad reducida del serrato anterior (Meghdadi et al., 2019; Diederichsen et al., 2009) y del trapecio inferior (Shinohara et al., 2014; Cools et al., 2007) comparado con controles sanos.



5. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión es evaluar, a través de la literatura científica, los cambios que existen en la activación muscular del hombro con electromiografía de los sujetos con síndrome de dolor subacromial en comparación con la de los controles sanos durante la realización de diversas tareas o movimientos. Para ello se analizaron 17 estudios transversales.

Todos los artículos excepto Ortega-Cebrián et al. (2020), Kara et al. (2019), Alizadehkhayat et al. (2017) y Ayatollahi et al. (2016), encontraron que los sujetos con SIS presentaban diferencias significativas en la activación muscular del hombro comparado con los controles sanos. El motivo de la contradicción puede estar relacionado con la heterogeneidad muestral, ya que las características de los sujetos eran totalmente distintas.

Los músculos trapecio superior (TS) e inferior (TI) fueron los más evaluados, seguido del serrato anterior (SA). Se observa una cierta tendencia al aumento de la activación del trapecio superior y una disminución del trapecio inferior o serrato anterior, aunque no es consistente ya que solo se observa en tres artículos (Shinohara et al., 2014; Meghdadi et al., 2019; Cools et al., 2007). Una de las explicaciones de esta diferencia puede ser debido a la presencia de una discinesia escapular asociada en el grupo SIS, lo cual provoca una cinemática escapular alterada durante la realización de ciertas tareas, que favorece el aumento o la disminución de la activación de ciertos músculos (McClure et al., 2006). Por otra parte, se observa una cierta tendencia a la activación temprana del trapecio superior, deltoides anterior (DA) y medio (DM) y retrasada del trapecio inferior y serrato anterior (Ortega-Cebrián et al., 2020; Meghdadi et al., 2019; Leong et al., 2017). La explicación de este suceso puede estar relacionado con una inhibición de la musculatura del TI y SA que provoca una alteración del control motor debido a la aparición de dolor, la cual implica que otros músculos, como ahora el TS, DA y DM se activen en los primeros rangos de movimiento para compensar la función de los músculos más débiles (Phadke et al., 2009).

Si nos centramos en la principal musculatura elevadora glenohumeral, el músculo deltoides medio fue el más valorado, seguido del deltoides anterior y posterior, respectivamente. Existen estudios en los

cuales, se muestra una actividad aumentada del deltoides medio en el grupo SIS (Shinohara et al., 2014; Myers et al., 2009), mientras que otros muestran una actividad aumentada del deltoides anterior (de Witte et al., 2014). A pesar de la controversia, se ha observado que la activación del deltoides medio durante un movimiento de abducción favorece el desplazamiento craneal de la cabeza humeral (Halder et al., 2001), motivo por el cual puede existir una compresión de los tejidos subacromiales y dar como consecuencia un SIS. Este desplazamiento superior se puede compensar con la activación de músculos depresores de la cabeza, como ahora el dorsal ancho y el manguito rotador. Bandholm et al. (2006) y Diederichsen et al. (2009) nos muestran una actividad aumentada del dorsal ancho en el grupo SIS durante el movimiento de abducción del hombro, lo cual apoyaría la teoría descrita.

En cuanto a la musculatura del manguito rotador, todos los artículos valoran la actividad de este grupo muscular a través de EMG intramuscular. Los resultados acerca de la actividad muscular son contradictorios, ya que Meghdadi et al. (2019) nos muestra un aumento de la activación del músculo supraespinoso mientras que Diederichsen et al. (2009) nos muestra todo lo contrario, una actividad disminuida del supraespinoso en el grupo SIS en comparación con el grupo control. El motivo de la contradicción puede ser debido a que el primero valora la actividad electromiográfica durante la realización de un golpeo de tenis de mesa y el segundo la valora durante la realización de movimientos analíticos del hombro como ahora la abducción en el plano escapular y la rotación externa. Por otra parte, en cuanto al infraespinoso, solo el estudio de Diederichsen et al. (2009) encuentra diferencias significativas en la actividad muscular entre grupos, mostrando una disminución de la misma durante la realización de una rotación externa analítica del hombro en los sujetos con SIS en comparación con controles sanos.

El Ratio de Activación muscular (AR) muestra la relación que existe entre un par de músculos sinérgicos. En este caso, todos los artículos que estudiaron el ratio de activación de la musculatura escapular observaron un ratio TS/TI aumentado en los sujetos con SIS en comparación con los controles sanos (Michener et al., 2016; Shinohara et al., 2014; Cools et al., 2007). Sin embargo, el estudio de Kara et al. (2019) contradice esta teoría, ya que no observa diferencias significativas en los ratios de activación TS/TI entre grupos. Los motivos de esta controversia pueden ser debido a las diferencias en

las características de los sujetos y en las tareas realizadas durante la evaluación, ya que Kara et al. (2019) valoraba la actividad muscular durante la realización de ejercicios de retracción escapular y Michener et al. (2016) lo hacía a través de un movimiento de elevación glenohumeral y esto puede provocar sesgos.

Solamente el estudio de Alizadehkhayat et al. (2017) valoró y comparó la fatigabilidad del complejo humeral en sujetos con SIS vs controles sanos. En general, observa que los sujetos con SIS presentan una menor tendencia a la fatiga en comparación con los controles sanos. Uno de los motivos por los cuales puede aparecer este resultado es porque los sujetos con SIS no realizan tanto esfuerzo durante la Máxima Contracción Voluntaria (MVC) debido a la aparición de dolor. Además, el hecho de que en este estudio los niveles de dolor y ansiedad en el grupo SIS sean significativamente más elevados, respaldaría la teoría descrita. Según Lentz et al. (2009), existe una relación directa entre la aparición de dolor y la evitación al movimiento, dando como consecuencia una reducción en la funcionalidad del hombro. Sin embargo, los resultados sugeridos no son concluyentes ya que no existe evidencia que los respalde. Por ello, se recomienda realizar estudios que valoren y comparen la fatigabilidad de la musculatura del hombro sin dolor en sujetos con SIS vs controles sanos.

Comparar los patrones de activación muscular requiere normalizar los valores de EMG, ya que está influenciada por muchos factores como ahora: la impedancia de la piel, el tamaño, la forma y la colocación de los electrodos, etc. (Winkel y Jorgensen, 1991). La manera más utilizada de normalizar los valores EMG es a través de la MVC. Sin embargo, si los pacientes con SIS no son capaces de realizar esfuerzos tan grandes debido al dolor, la comparación de este valor con el de los sujetos sanos podría no ser del todo válida. Por ello, hay estudios que utilizan otra manera de normalizar los valores de la EMG y lo hacen a través del AR con el objetivo de minimizar los posibles sesgos de medición.

Todos los artículos incluyen sujetos con dolor de hombro crónico en las evaluaciones excepto Tucker et al. (2010), Michenner et al. (2016), Shinoharan et al. (2014) y de Witte et al. (2012), en los cuales no se especifica esta característica. El reclutamiento muscular en estos sujetos puede estar condicionado por una disminución en la propiocepción de la zona que da cambios producidos en el control motor

debido a patrones de evitación (Michener et al., 2003). Ningún artículo incluye sujetos con dolor de hombro agudo, motivo por el cual no se pueden extrapolar los resultados para esta población.

Kinsella y Pizzari realizaron una revisión en 2017 con el objetivo de comparar la actividad de la musculatura del hombro durante ejercicios de rehabilitación en sujetos con SIS vs controles sanos. Los resultados descritos son similares a los del trabajo actual. En cuanto al tiempo de activación, también observan una actividad retrasada del serrato anterior combinada con una activación temprana del trapecio superior, deltoides anterior y medio. Por otra parte, una de las principales diferencias del trabajo actual con la revisión citada anteriormente es la evaluación de la calidad, ya que Kinsella y Pizzari (2017) utilizaron una herramienta para valorar la calidad de estudios observacionales ideada por Siegfried et al. (2005), mientras que la presente revisión utiliza la escala NOS modificada para estudios transversales (Modesti et al., 2016). Por otra parte, la revisión actual no se centra en ninguna tarea/ejercicio en específico mientras que en el trabajo de Kinsella y Pizzari se mide la actividad durante la realización de ejercicios tipo de rehabilitación. No obstante, a pesar de las similitudes y diferencias, en ambos trabajos se destaca la heterogeneidad de los resultados observados y la necesidad de mayor evidencia científica acerca de este tema.

Limitaciones de la revisión bibliográfica:

Esta revisión bibliográfica se llevó a cabo según las directrices PRISMA, sin embargo, presenta algunas limitaciones; solamente se revisaron estudios transversales, por lo que no se pueden establecer relaciones de causalidad entre la patología y la actividad muscular. Los criterios de inclusión establecidos han dejado fuera estudios que aportaban información interesante. Otra limitación fue el idioma y el año de publicación, ya que solo fueron añadidos artículos en inglés publicados entre el 2006 y el 2021. Además, esta revisión bibliográfica está realizada por un solo autor.

6. CONCLUSIÓN

Existe una evidencia científica baja que muestra que los pacientes con síndrome de dolor subacromial presentan diferencias en el patrón de activación muscular del hombro con respecto a los controles sanos. Se observa una cierta tendencia a la activación aumentada del músculo trapecio superior a expensas de una disminución en la actividad del trapecio inferior y serrato anterior. En cuanto al tiempo de activación, se observa una activación temprana del trapecio superior, deltoides anterior y medio combinada con un retraso en la activación del serrato anterior. Sin embargo, los hallazgos no son concluyentes debido a la heterogeneidad de los resultados y la falta de evidencia que los respalde.

Existe una evidencia científica baja que muestra que los pacientes con síndrome de dolor subacromial presentan diferencias en los niveles de fatiga en comparación con los sujetos asintomáticos. En líneas generales, se observa una menor tendencia a la fatiga en los sujetos con SIS comparado con los controles sanos, aspecto que puede estar relacionado con una menor producción de fuerza debido a la aparición de dolor durante la MVC. No obstante, los resultados no son concluyentes, ya que no existe evidencia científica suficiente que avale la teoría descrita.

A pesar de que casi todos los estudios presentan una elevada calidad metodológica, se requiere mayor investigación para poder responder con suficiente evidencia científica los objetivos planteados en la revisión.

7. BIBLIOGRAFÍA

Alizadehkhayat O, Roebuck MM, Makki AT, Frostick SP. Subacromial impingement syndrome: An electromyographic study of shoulder girdle muscle fatigue. *J Electromyogr Kinesiol.* 2018 Feb; 38:136-142.

Almekinders LC. Impingement syndrome. *Clin Sports Med.* 2001 Jul;20(3):491-504.

Arcuni SE. Rotator cuff pathology and subacromial impingement. *Nurse Pract.* 2000 May;25(5):58, 61, 65-6.

Ayatollahi K, Okhovatian F, Kalantari KK, Baghban AA. A comparison of scapulothoracic muscle electromyographic activity in subjects with and without subacromial impingement syndrome during a functional task. *J Bodyw Mov Ther.* 2017 Jul;21(3):719-724.

Bandholm T, Rasmussen L, Aagaard P, Jensen BR, Diederichsen L. Force steadiness, muscle activity, and maximal muscle strength in subjects with subacromial impingement syndrome: Subacromial Impingement Syndrome. *Muscle Nerve.* 2006;34(5):631-9.

Baumgarten KM, Gerlach D, Galatz LM, Teefey SA, Middleton WD, Ditsios K, Yamaguchi K. Cigarette smoking increases the risk for rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res.* 2010 Jun;468(6):1534-41.

Braman JP, Zhao KD, Lawrence RL, Harrison AK, Ludewig PM. Shoulder impingement revisited: evolution of diagnostic understanding in orthopedic surgery and physical therapy. *Med Biol Eng Comput.* 2014 Mar;52(3):211-9.

Castelein B, Cagnie B, Parlevliet T, Cools A. Scapulothoracic muscle activity during elevation exercises measured with surface and fine wire EMG: A comparative study between patients with subacromial impingement syndrome and healthy controls. *Man Ther.* 2016 Jun;23:33-9.

Chester R, Smith TO, Hooper L, Dixon J. The impact of subacromial impingement syndrome on muscle activity patterns of the shoulder complex: a systematic review of electromyographic studies. *BMC Musculoskelet Disord.* 2010 Mar 9; 11:45.

Cook JL, Docking SI. "Rehabilitation will increase the 'capacity' of your ...insert musculoskeletal tissue here...." Defining 'tissue capacity': a core concept for clinicians. *Br J Sports Med.* 2015 Dec;49(23):1484-5.

Cools AM, Cambier D, Witvrouw EE. Screening the athlete's shoulder for impingement symptoms: a clinical reasoning algorithm for early detection of shoulder pathology. *Br J Sports Med.* 2008 Aug;42(8):628-35.

Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Danneels LA, Cambier DC. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med.* 2003 Jul-Aug;31(4):542.

de Witte PB, Henseler JF, van Zwet EW, Nagels J, Nelissen RG, de Groot JH. Cranial humerus translation, deltoid activation, adductor co-activation and rotator cuff disease - different patterns in rotator cuff tears, subacromial impingement and controls. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2014 Jan;29(1):26-32.

de Witte PB, van der Zwaal P, Visch W, Schut J, Nagels J, Nelissen RG, de Groot JH. Arm adductor with arm abduction in rotator cuff tear patients vs. healthy -- design of a new measuring instrument [corrected]. *Hum Mov Sci*. 2012 Apr;31(2):461-71.

Dean E, Söderlund A. What is the role of lifestyle behaviour change associated with non-communicable disease risk in managing musculoskeletal health conditions with special reference to chronic pain? *BMC Musculoskelet Disord*. 2015 Apr 13;16:87.

Diederichsen LP, Nørregaard J, Dyhre-Poulsen P, Winther A, Tufekovic G, Bandholm T, Rasmussen LR, Krogsgaard M. The activity pattern of shoulder muscles in subjects with and without subacromial impingement. *J Electromyogr Kinesiol*. 2009 Oct;19(5):789-99.

Garving C, Jakob S, Bauer I, Nadjar R, Brunner UH. Impingement Syndrome of the Shoulder. *Dtsch Arztebl Int*. 2017 Nov 10;114(45):765-776.

Greving K, Dorrestijn O, Winters JC, Groenhof F, van der Meer K, Stevens M, Diercks RL. Incidence, prevalence, and consultation rates of shoulder complaints in general practice. *Scand J Rheumatol*. 2012 Mar;41(2):150-5.

Halder AM, Halder CG, Zhao KD, O'Driscoll SW, Morrey BF, An KN. Dynamic inferior stabilizer of the shoulder joint. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2001 Feb;16(2):138-43.

Harvie P, Ostlere SJ, Teh J, McNally EG, Clipsham K, Burston BJ, Pollard TC, Carr AJ. Genetic influences in the aetiology of tears of the rotator cuff. Sibling risk of a full-thickness tear. *J Bone Joint Surg Br*. 2004 Jul;86(5):696-700.

Ibarra Lúzar JI, Pérez Zorrilla E, Fernández García C. Electromiografía clínica. *Rehabil*. 2005;39(6):265-76.

Kara D, Harput G, Duzgun I. Trapezius muscle activation levels and ratios during scapular retraction exercises: A comparative study between patients with subacromial impingement syndrome and healthy controls. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2019;67:119-26.

Kinsella R, Pizzari T. Electromyographic activity of the shoulder muscles during rehabilitation exercises in subjects with and without subacromial pain syndrome: a systematic review. *Shoulder Elbow*. 2017 Apr;9(2):112-126.

Kolk A, Overbeek CL, de Witte PB, Canete AN, Reijnierse M, Nagels J, et al. Kinematics and muscle activation in subacromial pain syndrome patients and asymptomatic controls. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2021;89(105483):105483.

Lentz TA, Barabas JA, Day T, Bishop MD, George SZ. The relationship of pain intensity, physical impairment, and pain-related fear to function in patients with shoulder pathology. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009 Apr;39(4):270-7.

Leong HT, Ng GY, Chan SC, Fu SN. Rotator cuff tendinopathy alters the muscle activity onset and kinematics of scapula. *J Electromyogr Kinesiol.* 2017 Aug; 35:40-46.

Lewis J. Rotator cuff related shoulder pain: Assessment, management and uncertainties. *Man Ther.* 2016 Jun;23:57-68.

Lewis JS. Rotator cuff tendinopathy/subacromial impingement syndrome: is it time for a new method of assessment? *Br J Sports Med.* 2009 Apr;43(4):259-64.

McFarland EG, Maffulli N, Del Buono A, Murrell GA, Garzon-Muvdi J, Petersen SA. Impingement is not impingement: the case for calling it "Rotator Cuff Disease". *Muscles Ligaments Tendons J.* 2013 Aug 11;3(3):196-200.

Meghdadi N, Yalfani A, Minoonejad H. Electromyographic analysis of shoulder girdle muscle activation while performing a forehand topspin in elite table tennis athletes with and without shoulder impingement syndrome. *J Shoulder Elbow Surg.* 2019 Aug;28(8):1537-1545.

Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2003 Jun;18(5):369-79.

Michener LA, Sharma S, Cools AM, Timmons MK. Relative scapular muscle activity ratios are altered in subacromial pain syndrome. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016 Nov;25(11):1861-1867.

Modesti PA, Reboldi G, Cappuccio FP, Agyemang C, Remuzzi G, Rapi S, et al. Panethnic differences in blood pressure in Europe: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2016;11(1): e0147601.

Myers JB, Hwang JH, Pasquale MR, Blackburn JT, Lephart SM. Rotator cuff coactivation ratios in participants with subacromial impingement syndrome. *J Sci Med Sport.* 2009 Nov;12(6):603-8.

Ortega-Cebrián S, Bagur-Calafat C, Whiteley R, Navarro R, Monné-Guasch L, Girabent-Farrés M. Subacromial Impingement Syndrome does not alter muscle onset activation patterns during shoulder cardinal movement at different speed and load. *Musculoskelet Sci Pract.* 2020;48(102161):102161.

Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2021;74(9):790-9.

Passaretti D, Candela V, Venditto T, Giannicola G, Gumina S. Association between alcohol consumption and rotator cuff tear. *Acta Orthop.* 2016;87(2):165-8.

Phadke V, Camargo P, Ludewig P. Actividad muscular del manguito escapular y rotador durante la elevación del brazo: una revisión de la función normal y las alteraciones con el impacto del hombro. *Rev Bras Fisioter.* 2009 Feb 1;13(1):1-9.

Phadke V, Ludewig PM. Study of the scapular muscle latency and deactivation time in people with and without shoulder impingement. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013 Apr;23(2):469-75.

Sambandam SN, Khanna V, Gul A, Mounasamy V. Rotator cuff tears: An evidence-based approach. *World J Orthop.* 2015 Dec 18;6(11):902-18.

Saracoglu I, Emuk Y, Taspinar F. Does taping in addition to physiotherapy improve the outcomes in subacromial impingement syndrome? A systematic review. *Physiother Theory Pract.* 2018 Apr;34(4):251-263.

Shinohara H, Urabe Y, Maeda N, Xie D, Sasadai J, Fujii E. Does shoulder impingement syndrome affect the shoulder kinematics and associated muscle activity in archers? *J Sports Med Phys Fitness.* 2014 Dec;54(6):772-9.

Siegfried N, Muller M, Deeks J, Volmink J, Egger M, Low N, Walker S, Williamson P. VIH y circuncisión masculina: una revisión sistemática con evaluación de la calidad de los estudios. *Lancet Infect Dis.* 2005 Mar;5(3):165-73.

Tangtrakulwanich B, Kapkird A. Analyses of possible risk factors for subacromial impingement syndrome. *World J Orthop.* 2012 Jan 18;3(1):5-9.

Tucker WS, Armstrong CW, Gribble PA, Timmons MK, Yeasting RA. Scapular muscle activity in overhead athletes with symptoms of secondary shoulder impingement during closed chain exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010 Apr;91(4):550-6.

Umer M, Qadir I, Azam M. Subacromial impingement syndrome. *Orthop Rev (Pavia).* 2012 May 9;4(2):e18.

van der Heijden GJ. Shoulder disorders: a state-of-the-art review. *Baillieres Best Pract Res Clin Rheumatol.* 1999 Jun;13(2):287-309.

Virta L, Joranger P, Brox JJ, Eriksson R. Costes del dolor de hombro y uso de recursos en la atención primaria de la salud: un estudio sobre el coste de la enfermedad en Suecia. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012 Feb 10;13:17.

Winkel J, Jørgensen K. Significance of skin temperature changes in surface electromyography. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1991;63(5):345-8.

8. ANEXOS

Figuras:

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA. (pág 22)

Figura 2. Escala Newcastle Ottawa Scale (NOS) modificada. (pág 23)

Figura 3. Diagrama de sectores sobre el tipo de EMG empleada. (pág 24)

Figura 4. Gráfico de barras de la musculatura evaluada. (pág 24)

Figura 5. Diagrama de sectores sobre las escalas más utilizadas para la valoración del dolor. (pág 25)

Figura 6. Diagrama de sectores sobre las escalas más utilizadas para la valoración de la funcionalidad del hombro. (pág 25)

Tablas:

Tabla 1. Tabla resumen de los artículos. (pág 26)

Tabla 2. Puntuación de la escala NOS modificada. (pág 32)

Tabla 3. Tabla sobre el diagnóstico del Síndrome de Dolor Subacromial. (pág 34)

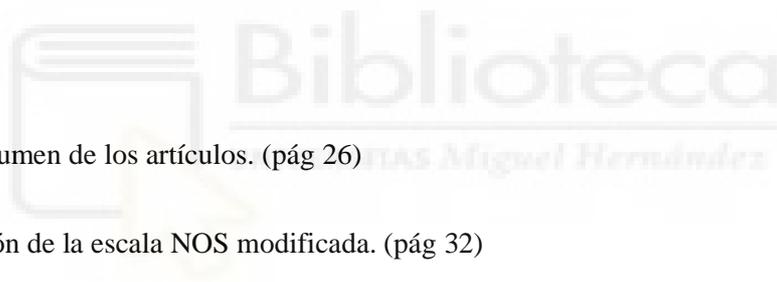


Figura 1. Diagrama de Flujo PRISMA.

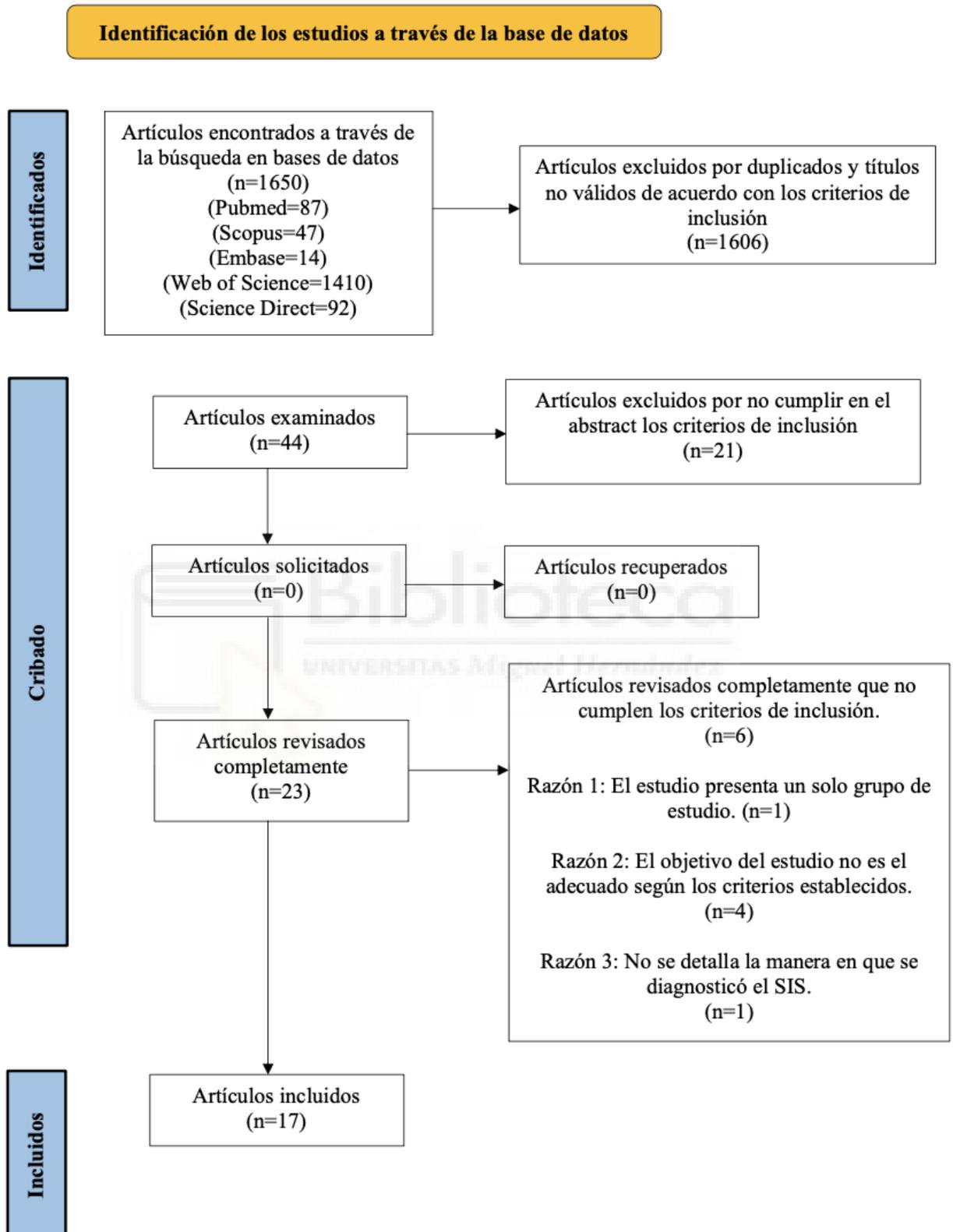


Figura 2. Escala Newcastle Ottawa Scale (NOS) modificada

PA Modesti et al.
Panethnic differences in blood pressure in europe: a systematic review and meta-analysis.
S1 Text

S1 Text

**NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE
(adapted for cross sectional studies)**

Selection: (Maximum 5 stars)

- 1) Representativeness of the sample:
 - a) Truly representative of the average in the target population. * (all subjects or random sampling)
 - b) Somewhat representative of the average in the target population. * (non-random sampling)
 - c) Selected group of users.
 - d) No description of the sampling strategy.
- 2) Sample size:
 - a) Justified and satisfactory. *
 - b) Not justified.
- 3) Non-respondents:
 - a) Comparability between respondents and non-respondents characteristics is established, and the response rate is satisfactory. *
 - b) The response rate is unsatisfactory, or the comparability between respondents and non-respondents is unsatisfactory.
 - c) No description of the response rate or the characteristics of the responders and the non-responders.
- 4) Ascertainment of the exposure (risk factor):
 - a) Validated measurement tool. **
 - b) Non-validated measurement tool, but the tool is available or described.*
 - c) No description of the measurement tool.

Comparability: (Maximum 2 stars)

- 1) The subjects in different outcome groups are comparable, based on the study design or analysis. Confounding factors are controlled.
 - a) The study controls for the most important factor (select one). *
 - b) The study control for any additional factor. *

Outcome: (Maximum 3 stars)

- 1) Assessment of the outcome:
 - a) Independent blind assessment. **
 - b) Record linkage. **
 - c) Self report. *
 - d) No description.
- 2) Statistical test:
 - a) The statistical test used to analyze the data is clearly described and appropriate, and the measurement of the association is presented, including confidence intervals and the probability level (p value). *
 - b) The statistical test is not appropriate, not described or incomplete.

Figura 3. Diagrama de sectores sobre el tipo de EMG empleada.

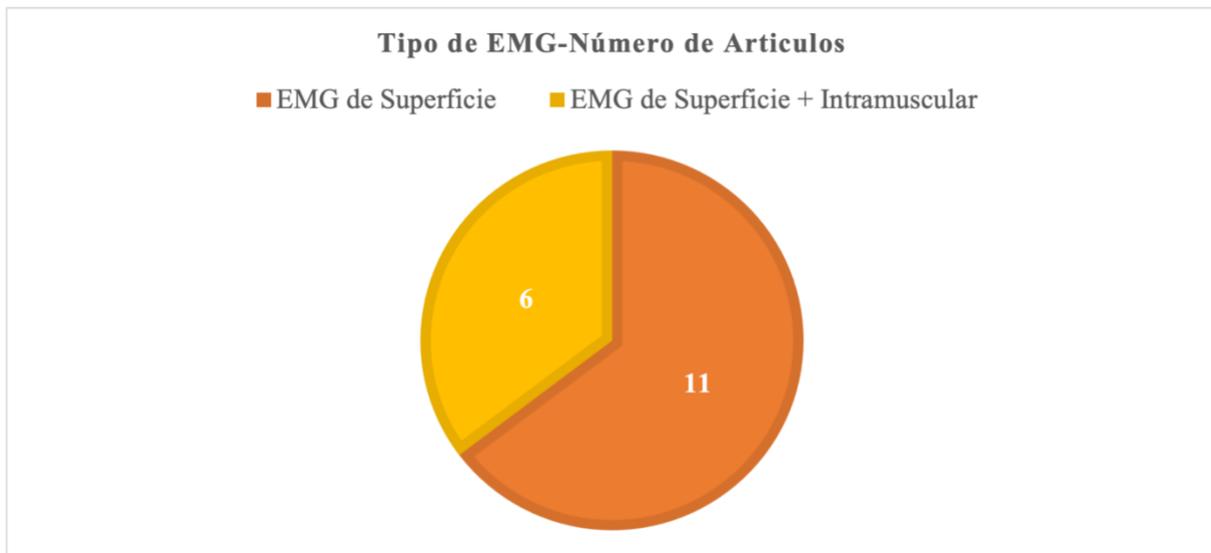


Figura 4. Gráfico de barras de la musculatura evaluada.

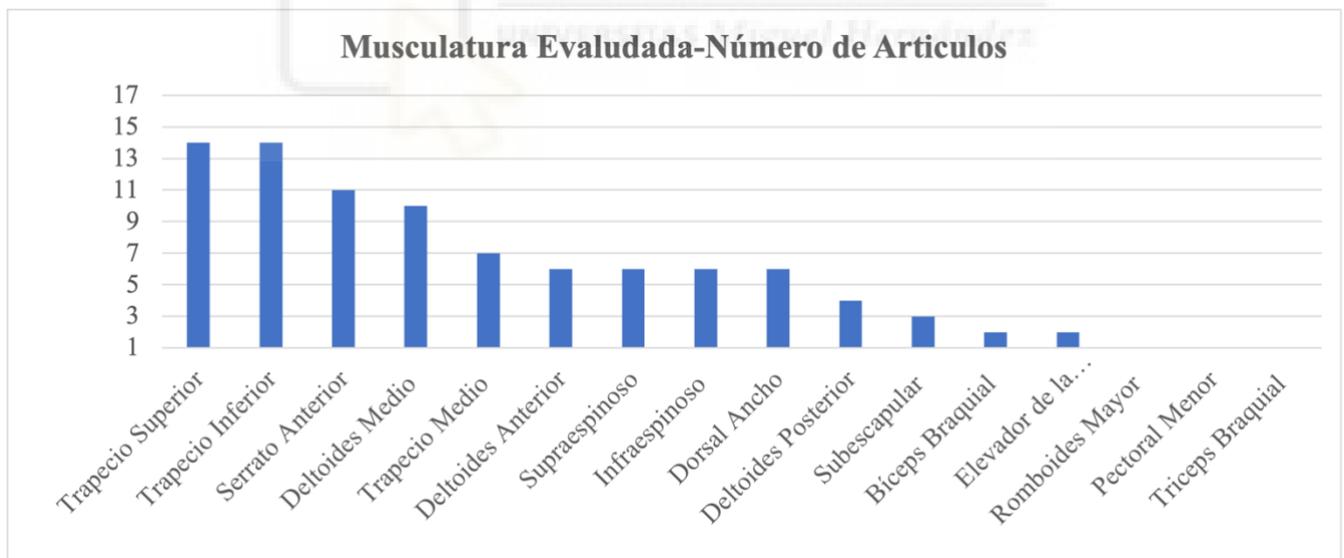


Figura 5. Diagrama de sectores sobre las escalas más utilizadas para la valoración del dolor y la discapacidad.

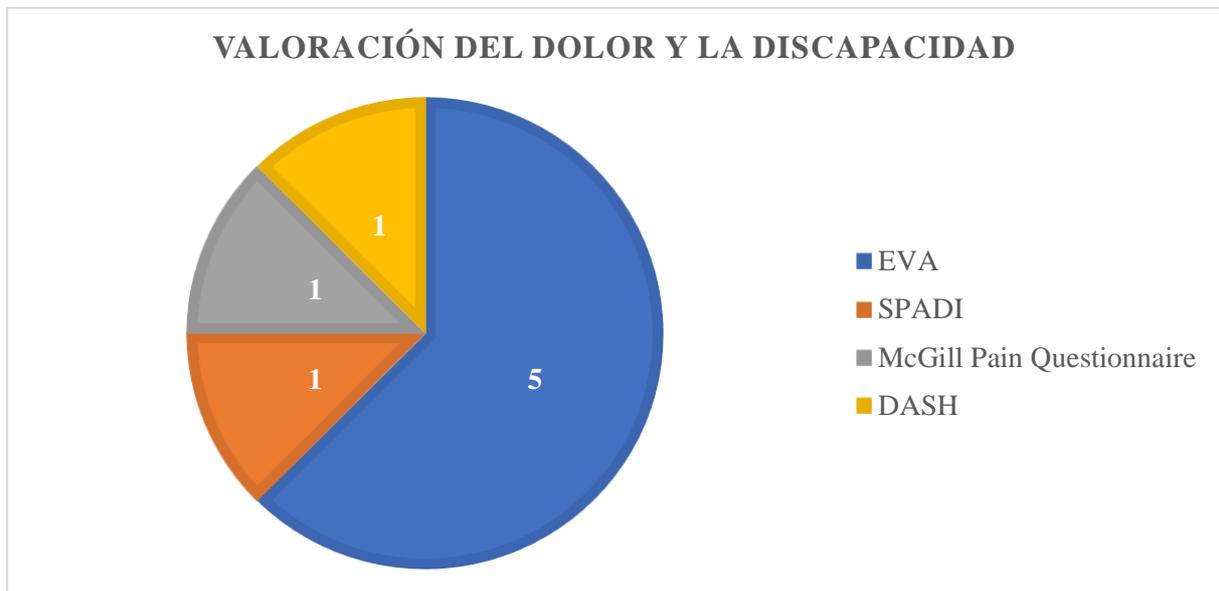


Figura 6. Diagrama de sectores sobre las escalas más utilizadas para la valoración de la funcionalidad del hombro.

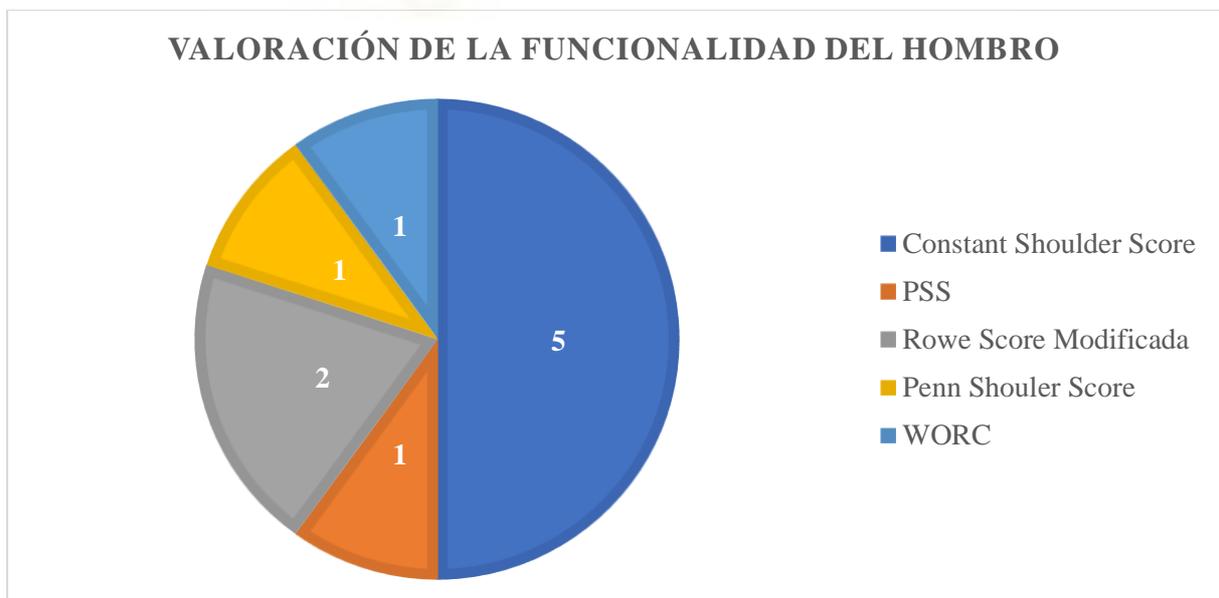


Tabla 1. Tabla resumen de los artículos

AUTOR/AÑO	OBJETIVO	POBLACIÓN	TAREA REALIZADA	MUSCULATURA EVALUADA	MEDIDAS DE RESULTADO	RESULTADOS PRINCIPALES
(Kolk et al., 2021)	Evaluar la actividad muscular con EMG y la cinemática escapular en sujetos con SIS vs controles sanos.	70 sujetos participaron en el estudio: -Grupo SIS: 40 sujetos con diagnóstico de SIS (<i>dolor >3 meses</i>) -Grupo Control: 30 controles sanos (<i><10mm EVA</i>).	Movimiento de abducción y flexión de hombro.	<u>Unilateralmente:</u> -Trapezio Superior -Trapezio Inferior -Serrato Anterior -Deltoides Anterior -Deltoides Medio -Deltoides Posterior -Pectoral Mayor -Infraespinoso -Dorsal Ancho -Redondo Mayor	<u>Dolor:</u> EVA <u>Funcionalidad:</u> Constant Shoulder Score (CS). <u>Calidad de vida:</u> RAND-36. <u>EMG:</u> De superficie	<u>Características de los sujetos:</u> -No se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p>0,05$). <u>Cinemática:</u> -Se encontraron diferencias significativas ($p<0,05$). <u>EMG:</u> -Diferencias significativas en el pectoral y redondo mayor ($p<0,05$).
(Ortega-Cebrián et al., 2020)	Comparar la actividad muscular escapular con EMG durante los movimientos fisiológicos del hombro en sujetos con SIS vs controles sanos.	68 sujetos formaron parte del estudio: -Grupo SIS: 34 sujetos con diagnóstico de SIS (<i>dolor >3 meses</i>). -Grupo Control: 34 sujetos sanos (<i>2 años sin dolor de hombro</i>).	Movimiento de flexión de hombro, flexión escapular y abducción.	<u>Unilateralmente:</u> -Trapezio Superior -Trapezio Inferior -Serrato Anterior -Deltoides Anterior -Deltoides Medio -Deltoides Posterior -Pectoral Mayor -Supraespinoso -Infraespinoso -Subescapular	<u>Dolor:</u> EVA <u>Funcionalidad:</u> Patient Specific Function Scale (PSFS). <u>ROM:</u> Inclínometro <u>Fuerza:</u> Dinamómetro <u>EMG:</u> De superficie e intramuscular.	<u>Fuerza y ROM:</u> -Se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p<0,05$). <u>EMG:</u> -No se encontraron diferencias significativas en el tiempo de activación entre grupos ($p>0,05$).
(Kara et al., 2019)	Comparar la actividad muscular escapular con EMG durante la realización de 6 ejercicios de retracción escapular en pacientes con SIS vs controles sanos.	44 sujetos formaron parte del estudio: -Grupo SIS: 22 pacientes con SIS (<i>dolor >3 meses</i>) -Grupo Control: 22 controles sanos.	6 ejercicios de retracción escapular con banda elástica.	<u>Unilateralmente:</u> -Trapezio Superior -Trapezio Medio -Trapezio Inferior	<u>Antes de la prueba:</u> -Máxima contracción voluntaria (MVC). <u>Dolor y Funcionalidad:</u> Shoulder Pain and Disability Index (SPADI). <u>EMG:</u> Electrodos de superficie Ag/AgCl. Resultado en %MVC.	<u>Características de los sujetos:</u> No se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p>0,05$). <u>EMG:</u> No hubo diferencias significativas en los niveles de activación entre grupos y ejercicios ($p<0,05$).

(Meghdadi et al., 2019)	Investigar las diferencias en la actividad muscular y el tiempo de activación con EMG durante un golpeo de tenis de mesa en jugadores con SIS vs controles sanos.	60 jugadores de tenis de mesa participaron en el estudio: -Grupo SIS: 30 jugadores con SIS (<i>positivo 2/5 test: Neer, Hawkins, Jobe, Aprehensión y Recolocación</i>). -Grupo Control: 30 controles sanos.	Golpeo de tenis de mesa “forehand topspin loop”.	<u>Unilateralmente:</u> -Trapecio Superior -Trapecio Inferior -Serrato Anterior -Deltoides Anterior -Biceps Braquial -Supraespinoso	<u>Funcionalidad del hombro:</u> Modified Rowe Score. <u>EMG:</u> Electrodos de superficie Ag/AgCl.	<u>Características de los sujetos:</u> -No se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p>0,05$). <u>Actividad muscular (EMG):</u> -Se encontraron diferencias significativas en la actividad muscular y el tiempo de activación entre ambos grupos ($p<0,05$).
(Leong et al., 2017)	Comparar la cinemática escapular y la actividad muscular EMG escapular durante un movimiento de abducción en sujetos con tendinopatía del manguito rotador vs controles sanos.	43 jugadores de voleyball participaron en el estudio: -Grupo Tendinopatía: 27 jugadores de voleyball (<i>dolor >3 meses en el entrenamiento</i>) -Grupo Control: 16 jugadores sin historia previa de dolor.	Movimiento de abducción de hombro.	<u>Unilateralmente:</u> -Trapecio Superior -Trapecio Medio -Trapecio Inferior -Serrato Anterior	<u>Cinemática Escapular:</u> 6 cámaras con marcadores reflectantes para captar el movimiento del tronco, húmero y escapula. <u>EMG:</u> Electrodos bipolares de superficie Ag/AgCl.	<u>Características de los sujetos:</u> -No se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p>0,05$). <u>Cinemática escapular:</u> -Se encontraron diferencias significativas en la rotación superior de la escapula entre grupos ($p<0,05$). <u>EMG:</u> Se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p<0,05$).
(Alizadehkhayiat et al., 2017)	Comparar la fatigabilidad de 15 músculos del hombro durante la realización de cuatro movimientos en pacientes con SIS vs controles sanos.	75 sujetos formaron parte del estudio: -Grupo SIS: 39 pacientes con diagnóstico de SIS (<i>dolor de hombro durante al menos 12 semanas</i>). -Grupo Control: 36 sujetos sanos sin historia previa de dolor de hombro.	Movimiento de abducción, flexión, rotación interna y externa del hombro.	<u>Unilateralmente:</u> -Deltoides Anterior, Medio y Posterior -Pectoral Mayor -Trapecio Superior -Trapecio Inferior -Redondo Mayor -Dorsal Ancho -Serrato Anterior -Supraespinoso -Infraespinoso -Subescapular -Elevador de la escapula	<u>Dolor y Ansiedad:</u> -McGill Pain Questionnaire -Hospital Anxiety and Depression Scale (DASH). <u>Fuerza muscular:</u> -MVC con miometro. <u>EMG:</u> Electrodos de superficie Ag/AgCl e intramusculares. Resultado en %MVC.	<u>Dolor y Ansiedad:</u> -Se encontraron diferencias significativas ente grupos ($p<0,001$). <u>Fuerza Muscular:</u> -Se encontraron diferencias significativas ente grupos ($p<0,001$). <u>EMG:</u> -No se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p>0,05$).

(Ayatollahi et al., 2016)	Investigar la actividad de la musculatura escapulotorácica mediante EMG en sujetos con SIS vs controles sanos durante una tarea a diferentes velocidades y cargas.	18 mujeres formaron parte del estudio: -Grupo SIS: 8 pacientes con diagnóstico de SIS unilateral (<i>dolor de hombro durante 1 mes en el último año</i>) -Grupo Control: 10 mujeres voluntarias sanas (<i>menos de 8 días de dolor de hombro en el último año</i>).	Movimiento de elevación de ambos brazos en el plano escapular a tres velocidades (alta, moderada, baja) y con carga y sin carga externa.	<u>Unilateralmente:</u> -Trapezio Superior -Trapezio Inferior -Trapezio Medio -Deltoides Medio -Serrato anterior	<u>Antes de la prueba:</u> -Intensidad del dolor: EVA -Máxima contracción Voluntaria (MVC) <u>EMG:</u> Electrodos de superficie. Resultado expresado como %MVC.	<u>Características de los sujetos:</u> -No se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p < 0,05$). <u>Actividad muscular (EMG):</u> -No se encontraron diferencias entre grupos a ninguna velocidad ni carga ($p > 0,05$).
(Michener et al., 2016)	Investigar los ratios de activación muscular del trapecio y serrato anterior durante la elevación del hombro en pacientes con SIS vs controles sanos.	56 individuos formaron parte del estudio: -Grupo SIS: 28 pacientes con SIS (<i>positivo en 3 de los siguientes test: Arco doloroso, debilidad o dolor en rotación externa resistida, Neer, Hawkins, Jobe/Empty can test</i>). -Grupo Control: 28 sujetos sanos.	Movimiento de elevación del hombro con carga externa.	<u>Unilateralmente:</u> -Trapezio Superior -Trapezio Inferior -Trapezio Medio -Serrato Anterior	<u>Funcionalidad del hombro, satisfacción y dolor:</u> Penn Shoulder Score. <u>Máxima contracción voluntaria.</u> <u>EMG:</u> Electrodos de superficie. Resultado expresado en %MVC.	<u>Características de los sujetos:</u> -No hubo diferencias significativas entre grupos ($p > 0,05$), excepto para la Penn Shoulder Score ($p < 0,001$). <u>Actividad muscular (EMG):</u> -Se encontraron diferencias significativas en los ratios de activación muscular entre grupos ($p < 0,05$).
(Castelein et al., 2016)	Investigar si existen diferencias en la actividad de la musculatura escapulotorácica entre individuos con SIS y controles sanos durante tareas de elevación.	37 individuos formaron parte del estudio: -Grupo SIS: 17 sujetos con diagnóstico de SIS (<i>dolor > 3 meses, Neer +, Hawkins +, Jobe +, dolor o debilidad en la RE resistida</i>). -Grupo Control: 20 controles sanos.	3 tareas de elevación escapular en el plano frontal.	<u>Unilateralmente:</u> -Trapezio Superior -Trapezio Medio -Trapezio Inferior -Serrato Anterior -Pectoral Menor -Romboides Mayor -Elevador de la escapula	<u>Antes de la prueba:</u> -MVC <u>EMG:</u> Electrodos de superficie y intramusculares. %MVC.	<u>Características de los sujetos:</u> -No se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p > 0,05$). <u>Actividad Muscular (EMG):</u> -Se encontraron diferencias significativas en la actividad del Pectoral menor entre grupos ($p < 0,05$).

<p>(de Witte et al., 2012)</p>	<p>Analizar la presencia de coactivación de la musculatura aductora durante el movimiento de abducción en pacientes con rotura del manguito vs controles sanos.</p>	<p>38 sujetos formaron parte de la muestra: -Grupo Rotura Manguito: 18 pacientes con rotura tendinosa del manguito rotador (<i>diagnosticado clínicamente, a través de exploración física, Rx y RMI</i>). -Grupo Control: 20 controles sanos sin historia previa de dolor de hombro.</p>	<p>Movimiento de abducción y aducción de hombro.</p>	<p><u>Unilateralmente:</u> -Deltoides Medio -Pectoral Mayor -Redondo Mayor -Dorsal Ancho</p>	<p><u>Funcionalidad:</u> -Constant Shoulder Score (CS). <u>Dolor:</u> EVA <u>EMG:</u> Electrodoes bipolares de superficie.</p>	<p><u>Características de los sujetos:</u> -<u>Se encontraron diferencias significativas en la edad entre ambos grupos (p<0,001).</u> <u>Actividad muscular (EMG):</u> Hubo diferencias significativas en los ratios de activación de la musculatura aductora del hombro entre ambos grupos (p<0,001).</p>
<p>(Tucker et al., 2010)</p>	<p>Cuantificar la activación muscular mediante EMG de la musculatura estabilizadora de hombro en atletas overhead y sujetos sanos durante 3 ejercicios en cadena cinética cerrada.</p>	<p>30 deportistas overhead formaron parte de la muestra: -Grupo SIS: 15 deportistas overhead con SIS unilateral (<i>dolor crónico o persistente en el hombro</i>). -Grupo Control: 15 deportistas overhead sanos.</p>	<p>3 ejercicios en cadena cinética cerrada: 1.Flexión estándar 2.Flexión con BOSU. 3. "Cuff Link"</p>	<p><u>Unilateralmente:</u> -Trapezio Superior -Trapezio Medio -Trapezio Inferior -Serrato Anterior</p>	<p><u>Funcionalidad del hombro:</u> Modified Rowe Score. <u>Máxima contracción voluntaria (MVC).</u> <u>EMG:</u> Electrodos adhesivos de superficie Ag/AgCl.</p>	<p><u>Funcionalidad:</u> -<u>Se encontraron diferencias significativas en la puntuación de la Rowe Score modificada entre grupos (p<0,001).</u> <u>EMG</u> -<u>Se encontraron diferencias significativas en la activación del Trapecio Medio en el ejercicio de Flexión con BOSU (p<0,05).</u></p>
<p>(Myers et al., 2009)</p>	<p>Medir la coactivación del manguito rotador y deltoides medio en pacientes con impingement subacromial y controles sanos.</p>	<p>20 sujetos formaron parte del estudio: -Grupo SIS: 10 pacientes con SIS (<i>dolor agudo anterolateral del hombro, Neer y Hawkins +, arco de movimiento doloroso (60-120°)</i>). -Grupo Control: 10 controles sanos sin historia previa de dolor de hombro.</p>	<p>10 repeticiones de elevación y descenso humeral en el plano escapular manteniendo un peso.</p>	<p><u>Unilateralmente:</u> -Supraespinoso -Infraespinoso -Subescapular -Deltoides Medio</p>	<p><u>EMG:</u> Se utilizaron electrodos intramusculares para la musculatura del manguito rotador y electrodos de superficie para el deltoides medio.</p>	<p><u>Características de los sujetos:</u> -<u>No hubo diferencias significativas entre grupos (p>0,05).</u> <u>EMG.</u> -<u>Se encontraron diferencias significativas en la activación del deltoides medio (p<0,05) y la coactivación del manguito rotador (p<0,05) durante la fase inicial de elevación (0-30°) entre grupos.</u></p>

(Shinohara et al., 2014)	Analizar las diferencias en la cinemática escapular y la actividad muscular EMG del hombro en arqueros con impingement vs arqueros sanos.	30 arqueros formaron parte del estudio: - Grupo SIS: 8 arqueros con SIS (<i>positivo en al menos 2 de los siguientes signos: Neer, Hawkins, Jobe, Aprehensión y Recolocación</i>). - Grupo Control: 22 arqueros sin historia previa de dolor de hombro.	Tiro con arco a una diana situada a 2 m de distancia.	<u>Unilateralmente:</u> - Trapezio Superior - Trapezio Inferior - Deltoides Medio - Deltoides Posterior - Bíceps Braquial - Tríceps braquial	<u>Cinemática escapular:</u> 5 cámaras para medir 4 ángulos clave durante el disparo: ángulo de elevación escapular, abducción de hombro, extensión horizontal y flexión del codo. <u>EMG:</u> obtenida a través % MVC. Electrodo de Ag/AgCl.	<u>Características de los sujetos:</u> -No hubo diferencias significativas entre grupos ($p>0,05$). <u>Cinemática:</u> -Se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p<0,05$). <u>Actividad muscular (EMG):</u> Se encontraron diferencias significativas entre grupos ($p<0,05$).
(Cools et al., 2007)	Investigar la actividad EMG de las tres porciones del trapecio durante los movimientos de máxima abducción/aducción y rotación externa/interna isocinética en deportistas overhead con impingement vs controles sanos.	Se testaron ambos hombros de un total de 69 sujetos: - Grupo SIS: 39 deportistas overhead con dolor unilateral de hombro (<i>Positivo en al menos 2 de estos criterios: Test de Neer, Hawkins, Jobe, Aprehensión, y recolocación</i>). - Grupo control: 30 deportistas overhead sin historia de dolor de hombro.	Movimiento de abducción/aducción y rotación interna/externa máxima isocinética.	<u>Bilateralmente:</u> - Trapezio Superior - Trapezio Medio - Trapezio Inferior	<u>Antes de la prueba:</u> Máxima Contracción voluntaria (MVC). <u>EMG:</u> Electrodo bipolares de superficie. Señal de amplitud media, expresada como % de la MVC.	<u>EMG:</u> -Hubo diferencias significativas en la actividad muscular del Trapecio Superior en ambos movimientos ($P<0,001$). - Hubo diferencias significativas en la actividad del Trapecio inferior durante el movimiento de ABD ($P<0,01$) y del Trapecio Medio durante el movimiento de RE ($P<0,001$).
(Bandholm et al., 2006)	Examinar el control sensoriomotor del hombro, la activación muscular relacionada y la fuerza muscular máxima del hombro en sujetos con SIS vs controles sanos.	Se reclutaron un total de 18 sujetos, los cuales se dividieron en dos grupos: - Grupo SIS: 9 sujetos con SIS, físicamente activos, independientemente del dolor (<i>dolor recurrente durante los últimos 2 meses</i>). - Grupo Control: 9 controles sanos	Movimiento de abducción/aducción y rotación interna/externa	<u>Unilateralmente:</u> - Deltoides anterior - Deltoides medio - Trapezio superior - Trapezio inferior - Dorsal ancho - Serrato anterior - Supraespinoso - Infraespinoso	<u>Fuerza máxima:</u> MVC del hombro y del agarre de la mano <u>Fuerza de estabilidad</u> <u>EMG:</u> Electrodo de superficie e intramusculares <u>Dolor:</u> EVA	<u>Dolor:</u> -Hubo diferencias significativas en los niveles de dolor durante los descansos y la realización de los movimientos ($P<0,05$). <u>EMG:</u> -Hubo diferencias significativas en la actividad muscular del dorsal ancho entre grupos ($P<0,05$). <u>Fuerza máxima:</u> -Hubo diferencias significativas en la fuerza estabilizadora ($P<0,05$).

(Diederichsen et al., 2009)	Comparar la actividad muscular mediante EMG durante la realización de tareas estandarizadas entre un grupo de sujetos con SIS y un grupo de controles sanos.	Se testaron ambos hombros de un total de 41 sujetos: -Grupo SIS: 21 sujetos con SIS unilateral (<i>dolor durante al menos dos meses, arco de Hawkins positivo</i>). -Grupo Control: 20 sujetos sanos sin dolor de hombro.	Movimientos de abducción en el plano escapular (0-110°) y rotación externa con el hombro en posición neutra (-80°-40°).	<u>Bilateralmente:</u> -Serrato Anterior -Deltoides Medio -Deltoides Anterior -Trapecio Superior -Trapecio Inferior -Dorsal Ancho -Infraespinoso -Supraespinoso	<u>Fuerza Muscular:</u> Valor máximo de la máxima contracción isométrica (MVT) <u>EMG</u> Electrodos de superficie e intramusculares	<u>Fuerza Muscular:</u> -Hubo diferencias significativas en la fuerza en rotación interna entre ambos lados del grupo SIS ($p<0,05$). <u>EMG:</u> -Hubo diferencias significativas en la actividad del supraespinoso, dorsal ancho y el serrato anterior durante la abducción ($p<0,05$) y del infraespinoso y el serrato anterior durante la rotación externa ($p<0,05$).
(de Witte et al., 2014)	Examinar la distancia acromiohumeral (AH) y la actividad muscular con EMG del hombro en pacientes con roturas del manguito, SIS y controles sanos.	58 sujetos formaron parte del estudio: -Grupo de Rotura de Manguito: 20 pacientes con desgarro del manguito (<i>supraespinoso/infraespinoso</i>). -Grupo SIS: 28 pacientes con SIS (<i>dolor unilateral difuso > 3 meses</i>). -Grupo Control: 10 controles sanos sin historia previa de dolor.	Movimiento de abducción y adducción isométrica.	<u>Unilateralmente:</u> -Redondo Mayor -Dorsal Ancho -Pectoral Mayor -Deltoides Medio	<u>Funcionalidad del hombro:</u> Western Ontario Rotator Cuff Score (WORC) y CS. <u>MVC</u> <u>Distancia Acromiohumeral:</u> radiografía. <u>EMG:</u> Electrodos bipolares de superficie. Resultado expresado en %MVC y en Ratio de Activación (AR).	<u>Distancia acromiohumeral:</u> -Se encontraron diferencias significativas en la distancia en reposo entre los tres grupos ($p<0,001$). <u>Actividad muscular (EMG):</u> Se encontraron diferencias significativas de la musculatura aductora en reposo entre grupos ($p<0,001$).

Tabla 2. Puntuación de la escala NOS modificada

Artículo	Selección				Comparabilidad	Resultados		Total (Máx 10*)	Evaluación general de la calidad
	Representatividad muestral	Tamaño muestral	Ratio de respuestas	Determinación de la exposición (Factor de riesgo)		Evaluación de los resultados	Test estadístico		
Kolk et al., 2021	*	*	*	**	**	**	*	10	Alta
Ortega-Cebrián et al., 2020	*	*	*	**	**	**	*	10	Alta
Kara et al., 2019	*	-	*	**	**	**	*	9	Alta
Meghdadi et al., 2019	-	-	*	**	**	**	*	8	Alta
Leong et al., 2017	-	-	*	**	**	**	*	8	Alta
Alizadehkhayat et al., 2017	*	*	*	**	**	**	*	10	Alta
Ayatollahi et al., 2016	*	*	*	**	**	**	*	10	Alta
Michener et al., 2016	*	-	*	**	**	**	*	9	Alta
Castelein et al., 2016	*	-	*	**	**	**	*	9	Alta

de Witte et al., 2014	*	-	*	**	**	**	*	9	Alta
Shinohara et al., 2014	-	-	*	**	**	**	*	8	Alta
de Witte et al., 2012	*	-	*	**	**	**	*	9	Alta
Tucker et al., 2010	-	-	*	**	**	**	*	8	Alta
Myers et al., 2009	*	-	*	**	**	**	*	9	Alta
Diederichsen et al., 2009	*	-	*	**	**	**	*	9	Alta
Cools et al., 2007	-	-	*	**	**	**	*	8	Alta
Bandholm et al., 2006	*	-	*	**	*	**	-	7	Moderada
MEDIA								8,82	

Puntuación de la Escala Newcastle Ottawa modificada. Está dividida en 3 categorías: la de selección (puntuación máxima de 5); comparabilidad (puntuación máxima de 2) y resultado (puntuación máxima de 3). La puntuación total son 10 estrellas y se clasifican en baja calidad si presentan entre 0-3 estrellas; calidad moderada entre 4-7 y alta calidad entre 8-10 estrellas.

Tabla 3. Diagnóstico del Síndrome de Dolor Subacromial

Artículo	Historia Clínica	Exploración Física							Pruebas Complementarias		
		Test de Neer	Test de Jobe	Test de Hawkins	Aprehensión	Empty Can test	Yoccum Test	Arco de movimiento doloroso	Rx	RMN	Ecografía
Kolk et al., 2021	X	X		X		X	X	X	X	X	
Ortega-Cebrián et al., 2020		X		X		X		X			
Kara et al., 2019		X	X	X				X			
Meghdadi et al., 2019	X	X	X	X	X						
Leong et al., 2017		X	X	X				X			X
Alizadehkhayat et al., 2017		X		X		X		X			
Ayatollahi et al., 2016		X	X	X	X			X			
Michener et al., 2016		X	X	X		X		X			
Castelein et al., 2016	X	X	X	X				X			
de Witte et al., 2014		X		X		X	X	X	X		
Shinohara et al., 2014		X	X	X	X						
de Witte et al., 2012	X								X	X	
Tucker et al., 2010		X	X	X	X						
Myers et al., 2009		X		X							
Diederichsen et al., 2009				X				X	X		X
Cools et al., 2007	X	X	X	X							
Bandholm et al., 2006											
Artículos Totales	5	14	9	16	4	5	2	12	4	2	2