

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**ELECTROMIOGRAFÍA DE SUPERFICIE EN EL WEANING.
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

AUTOR: Florencio Catalá, Ferran

Departamento: Patología y

TUTOR: Llorca Cerdá, Carlos

cirugía

Curso académico: 2023-2024

Convocatoria de junio

ÍNDICE

1.RESUMEN	1
2.ABSTRACT	2
3.INTRODUCCIÓN	3
3.OBJETIVOS	7
4.MATERIAL Y MÉTODOS	8
4.1. SELECCIÓN DE ARTÍCULOS	9
6.RESULTADOS	10
7.DISCUSIÓN	13
8.CONCLUSIÓN	16
9.ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS	17
Figura 1. FIGURA DIAGRAMA DE FLUJO PRISMA	17
Tabla 1. ECUACIÓN DE BUSQUEDA EN LAS DIFERENTES BASES DE DATOS	18
Figura 2. MUSCULATURA ANALIZADA	19
Figura 3. COLOCACIÓN DE LOS ELECTRODOS	20
Tabla 2. RESUMEN DE LA INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE LOS ARTÍCULOS	22
Tabla 3. PROCESAMIENTO DE DATOS ELECTROMIOGRÁFICOS Y POSICIÓN DE ELECTRODOS	36
Tabla 4. ESCALA PEDro	37
Tabla 5. ESCALA NOS	38
10.BIBLIOGRAFÍA	39

1.RESUMEN

Introducción: La ventilación mecánica es un recurso de soporte vital utilizado cuando las capacidades respiratorias se ven comprometidas. Afecta a varios aspectos funcionales de la respiración, como el intercambio gaseoso, la mecánica respiratoria y la interacción entre el corazón y los pulmones. Este método conlleva complicaciones asociadas al tiempo de uso, como problemas en la vía aérea, debilidad muscular, daño al diafragma, toxicidad por oxígeno e infecciones o neumonía asociada a la ventilación mecánica. Estas complicaciones pueden aumentar la morbimortalidad, subrayando la importancia de una delicada extubación.

Objetivos: Investigar si el empleo de técnicas no invasivas, como la electromiografía de superficie aplicada a los músculos respiratorios, puede ser útil para guiar y monitorear el proceso de destete en la ventilación mecánica.

Material y métodos: Búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos: Pubmed, PEDro, Scopus, Science Direct y Cochrane, incluyendo un total de 15 artículos a partir del 2004.

Resultados: Con un total de 356 sujetos en proceso de destete, 8 artículos evaluaron los músculos diafragma, intercostales y paraesternales. 11 informaron de la frecuencia de muestreo y el ancho de banda de la señal de EMGs.

Conclusiones: Dentro de los protocolos para la UCI, se concluye que el diafragma y los músculos paraesternales son los más útiles y efectivos, así como los métodos de colocación de los electrodos relacionados. Además, se observa que el músculo diafragma exhibe una mayor actividad cuando el paciente está en posición supina o semisentada.

Palabras clave: "Electromiografía de superficie", "Destete", "Músculos respiratorios", "Ventilación mecánica prolongada".

2.ABSTRACT

Introduction: Mechanical ventilation is a life support resource used when respiratory capabilities are compromised. It affects several functional aspects of breathing, such as gas exchange, respiratory mechanics and the interaction between the heart and lungs. This method has complications associated with time of use, such as airway problems, muscle weakness, damage to the diaphragm, oxygen toxicity and infections or ventilator-associated pneumonia. These complications may increase morbidity and mortality, underlining the importance of gentle extubation.

Objectives: To investigate whether the use of non-invasive techniques, such as surface electromyography applied to the respiratory muscles, can be useful to guide and monitor the weaning process in mechanical ventilation.

Material and methods: Bibliographic search in different databases: Pubmed, PEDro, Scopus, Science Direct and Cochrane, including a total of 15 articles from 2004.

Results: With a total of 356 weaning subjects, 8 articles assessed the diaphragm, intercostal and parasternal muscles. 11 reported the sampling frequency and bandwidth of the EMGs signal.

Conclusions: Within the ICU protocols, it is concluded that the diaphragm and parasternal muscles are the most useful and effective, as well as the related electrode placement methods. In addition, it is observed that the diaphragm muscle exhibits greater activity when the patient is in the supine or semi-supine position.

Keywords: ‘Surface electromyography’, ‘Weaning’, ‘Respiratory muscles’, ‘Prolonged mechanical ventilation’.

3.INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica (VM) es una medida de soporte vital empleada cuando las demandas existentes no pueden ser suplidas por el paciente debido a diversas condiciones, teniendo impacto en cada una de las características funcionales de la respiración como son el intercambio gaseoso a nivel de la membrana alveolo capilar, la interacción corazón pulmón y el control nervioso de la respiración [1].

La adaptación a un período de ventilación mecánica invasiva (VMI) generalmente exige el ingreso en una unidad de cuidados intensivos (UCI). La mayoría de los pacientes requieren períodos cortos de soporte respiratorio, pero una minoría requiere ventilación mecánica prolongada (VMP), que se ha definido como un período de 21 días o más [2].

Sin embargo, el mejor momento para decidir la retirada del soporte ventilatorio, probablemente es más complejo de determinar que la propia decisión de su instauración, considerándose que estas medidas de soporte se deben retirar tan pronto como se recupere la causa que llevó al paciente a la ventilación mecánica, pues aunque éste es un importante método de soporte vital, también trae consigo diversas complicaciones, que están asociadas a: la vía aérea artificial, a la debilidad y el daño diafragmático, a la presión positiva intrapulmonar e intratorácica y a la toxicidad por oxígeno e infecciones. Es la neumonía asociada a la ventilación mecánica uno de los principales factores de incremento de la morbimortalidad asociados a este procedimiento con una incidencia 3,3% en los primeros 5 días, [3].

Relacionado con la prevalencia, aproximadamente el 35% de los pacientes que ingresan en unidades de cuidados intensivos requieren ventilación mecánica; una minoría de estos pacientes (20% a 30%) presenta dificultades en el destete, y de ellos cerca del 50% requiere ventilación mecánica (VM) por 7 días o más, así aproximadamente el 15% de los pacientes que ingresan en una UCI requiere ventilación mecánica prolongada [4].

El estándar de referencia para medir la actividad eléctrica del diafragma es la electromiografía transesofágica (EMGdi). Consiste en el uso de un catéter nasogástrico montado con electrodos en la punta que permite detectar la actividad muscular de manera invasiva. Su principal recorrido se inicia en una de las fosas nasales, seguido por la nasofaringe, orofaringe, estómago y finalmente en el diafragma.

Sin embargo, uno de los problemas más importantes y por la cual llama mi atención y necesita ser estudiada, es que la naturaleza invasiva de esta técnica conlleva riesgos no deseados, causa molestias en individuos con respiración espontánea y afecta a todas las estructuras que involucran esta técnica. Por lo que surge el interés de estudiar la viabilidad y fiabilidad de utilizar una herramienta no invasiva que permita monitorizar la actividad eléctrica y la fatiga entre otros parámetros, de uno de los principales músculos respiratorios como es el diafragma [5] .

Debido al uso invasivo de esta técnica y todas las problemáticas que pueden aparecer si se alarga el tiempo de la ventilación mecánica, surge el propósito de investigar y valorar si existen otras técnicas menos agresivas para poder llevar a cabo de manera óptima el weaning.

El objetivo destinado es ver si el uso de técnicas no invasivas, en nuestro caso, la electromiografía de superficie, utilizada en músculos encargados de la respiración, podría servir como guía y monitorización del weaning. Además, queremos conocer qué tipo de musculatura es la más indicada para realizar dicha monitorización, la accesoria o la diafragmática.

Poder llevar a cabo un tratamiento de este tipo, en el cual se consiga un proceso recuperación lo más seguro posible, podría ser de gran importancia tanto a la práctica clínica como al cuerpo de conocimiento de la fisioterapia. Se alcanzaría una recuperación lo más completa posible sin efectos adversos que puedan desencadenar en otros problemas.

Es por ello que, existen otros métodos menos invasivos que pueden ser de gran utilidad a la hora de llevar a cabo una monitorización en el destete. En nuestro caso nos centraremos en la electromiografía de superficie.

Además de la EMGs, existen otros tipos de índices o métodos que también nos pueden mostrar la actividad :

Índice de respiración rápida y superficial (RSBI) o Índice de Tobin utilizado para predecir la capacidad de un paciente para ser extubado exitosamente, es decir, para respirar sin asistencia mecánica. Se calcula dividiendo la frecuencia respiratoria (FR, en respiraciones por minuto) por el volumen corriente (Volumen en litros) del paciente. Si el resultado es menor de 150 indica una buena probabilidad de éxito en la desintubación [6].

Presión de oclusión en los primeros 100ms (P0.1) es la presión negativa generada en las vías respiratorias durante los primeros 100 milisegundos de una inspiración contra una vía aérea ocluida. Esta medida se obtiene cuando el ventilador mecánico bloquea temporalmente la vía aérea en el comienzo de una inspiración, permitiendo así la medición de la presión generada por el esfuerzo inspiratorio del paciente sin el flujo de aire [7].

La PIM (Presión Inspiratoria Máxima) y la PEM (Presión Espiratoria Máxima). La PIM mide la fuerza de los músculos inspiratorios, mientras que la PEM mide la fuerza de los músculos espiratorios [8].

La respuesta a la justificación de la elección de la electromiografía de superficie es porque este método nos permitiría guiar y monitorizar, en todo momento, el estado de la musculatura respiratoria del paciente, al mismo tiempo que se le realiza un tratamiento recuperación de fuerza de la musculatura debilitada durante la ventilación mecánica. Además, podríamos conocer el estado de fatiga del músculo y predecir su posible claudicación. Sabemos que, a nivel fisiológico, un exceso de fatiga no es deseable, ya que indica que el músculo ha llegado a un punto en el que no puede mantener su función debido a la falta de energía y la acumulación de productos metabólicos. Esta condición puede tener varias implicaciones negativas para la salud y el rendimiento del cuerpo.

La electromiografía de superficie (EMGs) adquirida por electrodos, como los utilizados para medir el electrocardiograma (ECG), permite la medición transcutánea de la actividad eléctrica de los músculos respiratorios. Este enfoque facilita la monitorización no invasiva de los músculos respiratorios más allá del diafragma, incluidos los músculos paraesternal, esternocleidomastoideo (ECOM), abdominal y escaleno [9]. La electromiografía de superficie también se ha utilizado en unidades de cuidados intensivos, plantas de hospitalización y entornos domésticos para evaluar la función muscular respiratoria, ajustar los niveles de asistencia ventilatoria y guiar la recuperación de enfermedades agudas[10].

VALOR/ VARIABLE QUE ME DA LA EMGs: Las características o condiciones musculares que se pueden analizar mediante el registro electromiográfico son variadas, pero principalmente se pueden identificar tres:

1. Activación muscular. Cuanto mayor sea la activación de las fibras musculares, mayor cantidad de potenciales de acción se registrarán en la superficie, lo que resultará en una señal electromiográfica de mayor amplitud [11].
2. Fatiga muscular. Durante una contracción sostenida, se producen cambios fisiológicos en el reclutamiento de fibras musculares que son indicativos de fatiga. La fatiga muscular conlleva a la activación de nuevas unidades motoras, lo que se refleja en señales de amplitud más elevada. Por lo tanto, una reducción en la amplitud del registro electromiográfico, junto con una disminución en su frecuencia, indica que un músculo está experimentando fatiga [11].
3. Temporalización de la activación muscular. Determinar si un músculo está activo durante una actividad o identificar el momento preciso de su activación son parámetros temporales que pueden evaluarse mediante el análisis de electromiografía de superficie. Esta información nos permite analizar los diversos patrones de activación muscular que pueden variar entre individuos para un gesto específico, ya sea en contextos patológicos o en el ámbito deportivo [11].

3.OBJETIVOS

GENERALES

Investigar a través de la literatura científica, la utilidad/impacto que puede tener el uso de la electromiografía de superficie en los músculos respiratorios para predecir el éxito en el destete y cuantificación de la carga en el entrenamiento de la musculatura respiratoria.

ESPECÍFICOS

1. Analizar la calidad metodológica de los estudios relacionados sobre los factores que se han identificado como relevantes dentro de un proceso de destete.
2. Identificar estrategias de intervención no invasivas, que se puedan utilizar para mejorar la recuperación y el rendimiento de las personas dentro de un proceso de destete, especialmente en el uso de la electromiografía de superficie.
3. Identificar de forma objetiva, qué tipo de musculatura respiratoria, accesoria o diafragmática, es la más indicada para su óptima monitorización en el weaning.

PREGUNTA PICO

P: Pacientes que se encuentren en un proceso de ventilación mecánica asistida en los que se inicia el proceso del weaning con más de 10 días de ventilación.

I: Utilización de la electromiografía de superficie como monitorización en la musculatura respiratoria, ya sea accesoria o diafragmática, durante el proceso de destete.

C: Como alternativa a otras terapias más invasivas, en nuestro caso la transesofágica.

O: Efectividad en el uso de la electromiografía de superficie para monitorizar la musculatura respiratoria en el proceso de destete.

En los pacientes con ventilación mecánica, ¿la electromiografía de superficie, utilizada en la musculatura respiratoria, es efectiva como monitorización (de fatiga, actividad) para guiar el proceso de destete de forma segura?

4.MATERIAL Y MÉTODOS

Esta revisión bibliográfica, ha sido aprobada por la oficina de investigación de la Universidad Miguel Hernández de Elche, quedando registrada con el código de autorización COIR: TFG.GFI.CLC.FFC.240116

Se realizó una búsqueda bibliográfica en profundidad el desde enero de 2004 hasta el 15 de marzo de 2024, mediante los siguientes descriptores: “Surface Electromyography”, “Ventilator Weaning”, “Respiratory Muscles”. Estas palabras clave, para realizar la ecuación de búsqueda, han sido formuladas mediante los operadores booleanos “AND” y “OR” en las bases de datos: Pubmed, Scopus, Science Direct y Cochrane. En la *Tabla 1*, se indica la ecuación de búsqueda utilizada en cada una de las bases de datos, al igual que la cantidad de resultados obtenidos. Los datos cuantitativos de la estrategia de búsqueda se muestran en el diagrama de flujo en la *Figura 1*.

Los parámetros de inclusión establecidos para este estudio abarcaron los siguientes aspectos:

- Tipo de estudio: se incluyeron investigaciones observacionales, tanto retrospectivas como prospectivas, incluyendo cohortes, casos y controles, así como estudios transversales.
- Instrumento de evaluación: se enfocó en la evaluación respiratoria a través de EMGs (electromiografía de superficie).
- Población: individuos adultos mayores de 18 años ingresados en unidades de cuidados intensivos con más de 10 días de destete.

Los filtros establecidos una vez se introdujo la ecuación de búsqueda en las bases de datos fueron: Libros y Documentos, Ensayo Clínico, Ensayo Controlado Aleatorizado, Revisión, Humanos, Inglés, Español, desde 2004 - 2024.

Se excluyeron los estudios que emplearon métodos distintos a la EMGs para medir la actividad eléctrica muscular, como la EMGs con aguja. También se excluyeron aquellos que carecían de detalles sobre la configuración de los parámetros de la EMGs o el procesamiento de la señal.

Para esta investigación, se excluyeron metaanálisis, revisiones sistemáticas, guías de prácticas clínicas; además de todos aquellos artículos que no tuvieran unas conclusiones realmente claras. También se excluyen todos aquellos artículos a los que se haga referencia a otro tipo de patología que no sea la que realmente interese.

4.1. SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

En primer lugar, para la selección de los artículos que conforman la revisión se realizó una búsqueda en cuatro bases de datos, mediante la combinación de palabras clave previamente mencionadas en la *Tabla 1*. Todos los artículos duplicados en las bases de datos fueron descartados. Tras la lectura de los títulos y resúmenes, se eliminaron todos los artículos que no estaban directamente relacionados con el tema de la revisión. A continuación, se procedió a la lectura completa de los documentos restantes para eliminar aquellos artículos que no coincidieran con los criterios de inclusión y exclusión. Tras su lectura detallada, se considera que este documento aporta información suficiente para formar parte de la revisión.

Por último, se analizan quince artículos con el fin de obtener conclusiones y responder a los objetivos planteados. Una vez realizada la selección de los artículos, se procedió a la evaluación de la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los mismos, mediante las escalas Physiotherapy evidence Database (PEDro) en la *Tabla 4* y Newcastle Ottawa Quality Assessment Scale NOS en la *Tabla 5*.

6.RESULTADOS

El número de artículos seleccionados y analizados para esta revisión bibliográfica han sido 15. En la *Tabla 1* se muestra toda la información más relevante y a su vez resumida de todos los artículos científicos.

En cuanto al diseño de esta revisión, podemos dividir los artículos de dos maneras según la existencia de intervención o no. Se han obtenido 9 estudios observacionales [13-15,17-21,23-26] y 4 estudios experimentales [12,16,18,22]

Para los diseños experimentales [12,16,18,22], evaluados mediante la escala PEDro (*Tabla 4*), se ha obtenido una puntuación de 7,6,6 y 6 respectivamente, obteniendo una media total de 6'25. Para los estudios observacionales restantes [13-15,17,19-21,23-26], que fueron examinados a través de la escala NOS (*Tabla 5*), se ha obtenido una puntuación media de 6.

Sobre la población, la suma total de sujetos es de 356 sujetos. El número de sujetos analizados en los estudios observacionales suma un total de 260 personas, mientras que el número de sujetos analizados en los estudios experimentales es de 96.

Los escenarios o diagnósticos de los pacientes con ventilación mecánica para el empleo de la evaluación de EMGs se agrupan en respiratorios, cardiológicos, neurológicos y traumáticos.

Todos los sujetos en los artículos revisados estaban compuestos por grupos de hombres y mujeres, excepto en los artículos [12] y [19], que solo incluye a hombres. Todos los sujetos tienen más de 18 años.

Respecto a los datos de procesamiento para el análisis de la señal de la electromiografía de superficie, la *Tabla 3* muestran los datos obtenidos de manera resumida. La frecuencia de muestreo se mencionó en 11 estudios (73,33%), obteniéndose variaciones entre 500 y 10.000 Hz [12-13,15-20,24-26]. La señal de la electromiografía se reportó en 11 estudios (73,33%) con una señal de ancho de banda de entre 0 y 1000 Hz [12-13,15-16,18-21,24-26].

Respecto a la posición angular del cuerpo de los pacientes, se analizó en 4 estudios (26,66%): 30° [12], 35° [17], supino con la cabeza elevada a 45° [21]; y en tres posiciones corporales diferentes: decúbito supino a 0°, semi reclinado a 30° y sentado a 80° en la cama [16].

Refiriéndonos al tipo de musculatura utilizada en los diferentes artículos seleccionados, podemos destacar que se utilizan principalmente 5 músculos respiratorios. Los músculos más utilizados fueron el diafragma [16,18-21,23,24,26] y los intercostales [14,16,20-22,24-26], estudiados en 8 artículos respectivamente; seguidos del esternocleidomastoideo con 6 artículos [12,13,18,20,22,26] y escalenos [13-15,22] y fosas nasales (alae nasi) [14,15,22,25] con 4 estudios respectivamente. Toda esta información se encuentra resumida en la *Tabla 3*. Los datos se complementan de manera gráfica mediante un gráfico en la *Figura 2*.

Si incidimos en la colocación de los electrodos para cada músculo podemos observar que:

La posición de los electrodos del diafragma es colocada de 3 maneras diferentes: 6 artículos describen la ubicación de los electrodos bilateralmente a los espacios intercostales inferiores en la media medioclavicular [16,20,21,23,24,26], 1 artículo sitúa los electrodos entre la línea axilar media y la línea clavicular externa y entre la 6ª y 8ª intercostal [18] y otro artículo entre la 7ª y 8ª intercostal [19].

Los músculos intercostales y paraesternales se describieron de 2 maneras: 7 artículo de ellos los sitúa bajo la posición en el segundo espacio intercostal [14,16,20,22,24-26] y un artículo con los electrodos colocados en el quinto espacio intercostal en la línea axilar posterior [21].

El análisis del músculo esternocleidomastoideo, la información relacionada con la colocación de electrodos fue descrita en 3 posiciones diferentes. 3 artículos colocaban los electrodos en el tercio medio del músculo ECOM [20,22,26]. 1 artículo en el vientre del ECOM a medio camino entre la apófisis mastoidea y el extremo medial de la clavícula [12] y 1 artículo situaba el electrodo un 20% de la distancia entre la apófisis mastoidea y la escotadura esternal [18]. Un estudio no proporcionó la información para determinar la ubicación de los electrodos [13].

En cuanto a los músculos escalenos, la información relacionada con la colocación de electrodos se describió de 3 maneras. 1 estudio incide en la colocación situada en los registros bilaterales, posiciones en el triángulo posterior del cuello a nivel del cartílago cricoides, entre el músculo ECOM y la clavícula [14], 1 estudio en el triángulo posterior del cuello, a nivel del cartílago cricoides [15] y 1 estudio en el tercio inferior de los escalenos [22]. Un estudio no proporcionó la información suficiente para determinar la ubicación de los electrodos [13].

La información de la posición de los electrodos en las fosas nasales (alae nasi), se describe de 2 posiciones diferentes. 3 artículos insisten en la colocación de un electrodo en cada fosa nasal [14,15,22], mientras que 1 artículo realiza la colocación en las superficies laterales de la nariz [25]. La información respecto a la colocación de los electrodos según que tipo de músculo utilizado se encuentra ilustrada en la *Tabla 3*. Los datos se complementan de manera gráfica mediante un gráfico en la *Figura 3*.



7.DISCUSIÓN

Atendiendo al objetivo principal, observamos que se presentan hallazgos que indican que el diafragma y los músculos paraesternales fueron los más utilizados para evaluar la función respiratoria a través de la EMGs en pacientes críticos ingresados en la UCI.

Al examinar los procedimientos y análisis de datos electromiográficos en los estudios revisados, se observó una falta de estandarización en la ubicación de los electrodos en los músculos respiratorios, y los detalles de la adquisición de datos. Como resultado, los estudios no pudieron ser sometidos a análisis cuantitativos o metaanálisis. Se encontró una amplia variedad de variaciones significativas en los sitios anatómicos para la colocación de electrodos cutáneos, especialmente para los músculos situados debajo de otros músculos más grandes. Esto podría abordarse mediante la utilización de recursos adicionales, como la guía ecográfica, como se demostró en el estudio de Roesthuis [22].

El empleo de la electromiografía de superficie en pacientes críticos bajo ventilación mecánica invasiva puede ofrecer una valiosa herramienta de evaluación, aunque su aplicación requiere precaución debido a la influencia de los modos ventilatorios en los resultados. Por ejemplo, el artículo de Roesthuis [22] muestra que la actividad de los músculos inspiratorios extra diafragmáticos aumenta en niveles más bajos de presión de soporte. Además, el estudio de Cecchini [15], demostró que el incremento en los niveles de presión de soporte y el uso de asistencia ventilatoria ajustada neuralmente (NAVA) redujeron la actividad eléctrica de músculos como el diafragma, los escalenos y los alae nasi.

En relación a las posturas de los pacientes durante el análisis de la electromiografía de superficie, solo el estudio conducido por Walterspacher [16], mostró que el músculo diafragma exhibe mayor actividad en posición supina y semisentada, mientras que su activación se reduce en posición sentada. Los autores explicaron este fenómeno sugiriendo que se debe al mecanismo de compensación de los cambios en la longitud-tensión del diafragma inducidos por las alteraciones posturales, que alivian la carga sobre el diafragma. Se atiende, así, a uno de los objetivos

secundarios de esta revisión bibliográfica, que se basa en identificar estrategias de intervención no invasivas, que se puedan utilizar para mejorar la recuperación y el rendimiento de las personas dentro de un proceso de destete, especialmente en el uso de la electromiografía de superficie.

Aunque la EMGs es una herramienta sensible y fácil de usar para medir la actividad muscular, tiene ciertas limitaciones, como la susceptibilidad a la interferencia de actividades musculares en otros grupos y la falta de estandarización en el análisis y procesamiento de las señales de EMGs registradas [27].

Durante la respiración en posición erguida, se activan músculos adicionales aparte del diafragma, como los escalenos y los intercostales paraesternales. Según la fisiología respiratoria, cuando hay una alta demanda para aumentar la ventilación pulmonar, se necesitan músculos respiratorios accesorios, que incluyen los esternocleidomastoideos e intercostales externos [28]. Durante esta alta demanda, el cuerpo experimenta una serie de cambios fisiológicos para asegurar que se satisfagan las necesidades de oxígeno y se elimine adecuadamente el dióxido de carbono. Estos cambios incluyen el aumento de la frecuencia respiratoria, incremento del volumen corriente, activación de quimiorreceptores, aumento del gasto cardíaco, vasodilatación de los músculos activos y adaptaciones metabólicas [29].

Justificando este proceso fisiológico, observamos la gran cantidad de artículos utilizados para medir la actividad eléctrica de los músculos accesorios pudiendo llegar a una conclusión. Esta información nos podría dar una idea de la importancia de los datos electromiográficos, que nos puede aportar este tipo de musculatura a la hora de realizar la recuperación de aquellos músculos que han estado en desuso debido al uso de la ventilación mecánica. Ya que la electromiografía nos da la capacidad de monitorizar en todo momento la actividad de un músculo, podríamos prevenir que un músculo llegase al punto de claudicar. A la vez que se le aplique al paciente una alta demanda respiratoria durante un entrenamiento, y monitorizando en todo momento el estado de activación de los músculos accesorios mediante la electromiografía de superficie, se conseguiría una segura y óptima recuperación sin que ningún músculo llegue al punto de claudicar ni de fatigarse de manera excesiva.

Con esta información, se llega a la respuesta a varios objetivos planteados. Por una parte, la utilidad o impacto que puede tener el uso de la electromiografía de superficie para predecir el éxito del destete y por otra parte, identificar de forma objetiva qué tipo de musculatura, accesoria o diafragmática, es la más indicada para su óptima monitorización en el weaning.

Esta revisión presenta ciertas limitaciones que requieren ser examinadas con atención. Por ejemplo, algunos estudios no proporcionaron medidas del tamaño del efecto utilizando señales de EMGs, lo que resultó en una evaluación incompleta de los datos. Además, a pesar de la declaración conjunta de ATS/ERS en 2002[30], que buscaba estandarizar las técnicas de evaluación de la función de los músculos respiratorios, incluidos los métodos electromiográficos, observamos una adhesión mínima a esta directriz en los estudios revisados.

Otra de las limitaciones que observamos, es la falta de claridad a la hora de nombrar la musculatura. Los conceptos “intercostales” y “paraesternales” son usados en muchas ocasiones por los autores en la mayoría de artículos y su significado carece de claridad. Además, muchas veces coinciden los dos términos con la zona de colocación de los electrodos. Resulta de gran confusión saber si los términos se refieren al mismo músculo o a otro diferente.

Se requiere más investigación para explorar las estrategias para incorporar la EMGs en las prácticas clínicas, incluyendo aquellas en la UCI.

8. CONCLUSIÓN

Atendiendo a la revisión bibliográfica de los artículos expuestos en este documento, se concluye la evidencia científica que, para los protocolos mencionados para la UCI, el diafragma y los músculos paraesternales se destacan como los más investigados, junto con los métodos de colocación de electrodos asociados. También llegamos a la conclusión de que el músculo diafragma muestra una mayor actividad cuando el paciente está en posición supina o semisentada.

Pero sobre todo se llega a la conclusión de que la electromiografía es crucial para monitorizar la actividad muscular durante la recuperación de músculos en desuso debido a la ventilación mecánica. Esta técnica permite prevenir la claudicación muscular y asegurar una recuperación óptima y segura al aplicar una alta demanda respiratoria en el entrenamiento, evitando la fatiga excesiva de los músculos accesorios.

Sin embargo, existe una amplia variabilidad en los enfoques y herramientas empleadas para analizar y procesar las señales de EMGs respiratorias. La utilización de RMS parece ser crucial para discernir los patrones de contracción muscular en distintos contextos. A pesar de que, los estudios clínicos han proporcionado datos valiosos sobre la colocación y el análisis de la EMGs respiratoria en entornos de UCI, se requieren más investigaciones para profundizar en los aspectos fisiológicos de estos músculos en una población tan delicada, y para ajustar las estrategias con el fin de mejorar los resultados. Es crucial realizar más investigaciones sobre el tema tratado en este estudio ya que, actualmente, hay pocos artículos disponibles y, además, se necesita una mayor calidad en ellos para poder identificar con precisión qué áreas cerebrales están más afectadas. Esto resalta la insuficiencia en la calidad metodológica de los estudios existentes.

9. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. FIGURA DIAGRAMA DE FLUJO PRISMA.

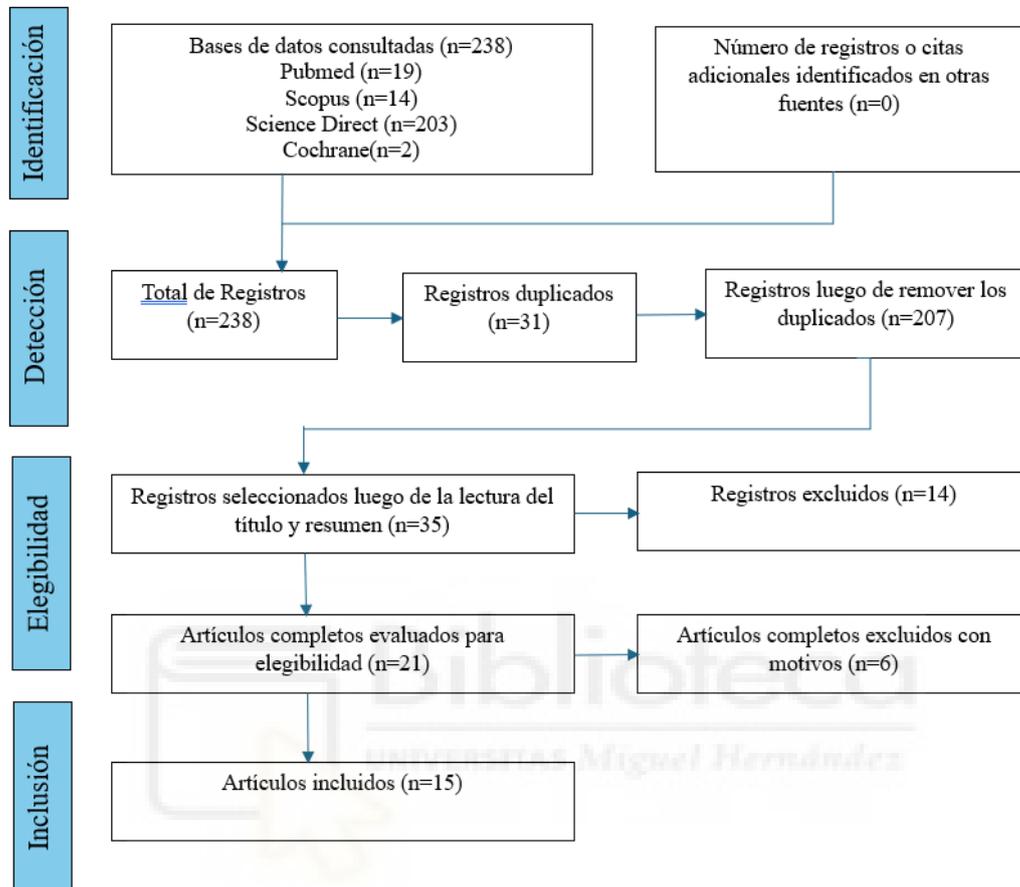


Tabla 1. ECUACIÓN DE BUSQUEDA EN LAS DIFERENTES BASES DE DATOS

BASE DE DATOS	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	RESULTADOS
PUBMED	("Surface Electromyography"[mesh] OR "Electromyographies"[tiab] OR "Surface Electromyography"[tiab] OR "Electromyographies, Surface"[tiab] OR "Electromyography, Surface"[tiab] OR "Surface Electromyographies"[tiab] OR "Electromyogram"[tiab] OR "Electromyograms"[tiab]) AND ("Ventilator Weaning"[mesh] OR "Weaning, Ventilator"[tiab] OR "Respirator Weaning"[tiab] OR "Weaning, Respirator"[tiab] OR "Mechanical Ventilator Weaning"[tiab] OR "Ventilator Weaning, Mechanical"[tiab] OR "Weaning, Mechanical Ventilator"[tiab] OR "Respiration, Artificial"[tiab]) AND ("Respiratory Muscles"[mesh] OR "Muscle, Respiratory"[tiab] OR "Muscles, Respiratory"[tiab] OR "Respiratory Muscle"[tiab] OR "Ventilatory Muscles"[tiab] OR "Muscle, Ventilatory"[tiab] OR "Muscles, Ventilatory"[tiab] OR "Ventilatory Muscle"[tiab] OR "Diaphragm"[tiab])	19
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY (Surface Electromyography) OR TITLE-ABS-KEY (Electromyographies) OR TITLE-ABS-KEY (Surface Electromyographies) OR TITLE-ABS-KEY (Electromyogram) OR TITLE-ABS-KEY (electromyogram) AND TITLE-ABS-KEY (Ventilator Weaning) OR TITLE-ABS-KEY (Respirator Weaning) OR TITLE-ABS-KEY (Mechanical Ventilator Weaning) AND TITLE-ABS-KEY (respiratory Muscles) OR TITLE-ABS-KEY (Ventilatory Muscles))	14
SCIENCE DIRECT	surface electromyography" AND "ventilator weaning" OR "respirator weaning" OR "mechanical ventilator weaning" AND "respiratory muscles" OR "ventilatory muscles"	203
COCHRANE	("surface electromyography"): AND ("weaning") AND ("respiratory muscle")	2

Figura 2. MUSCULATURA ANALIZADA

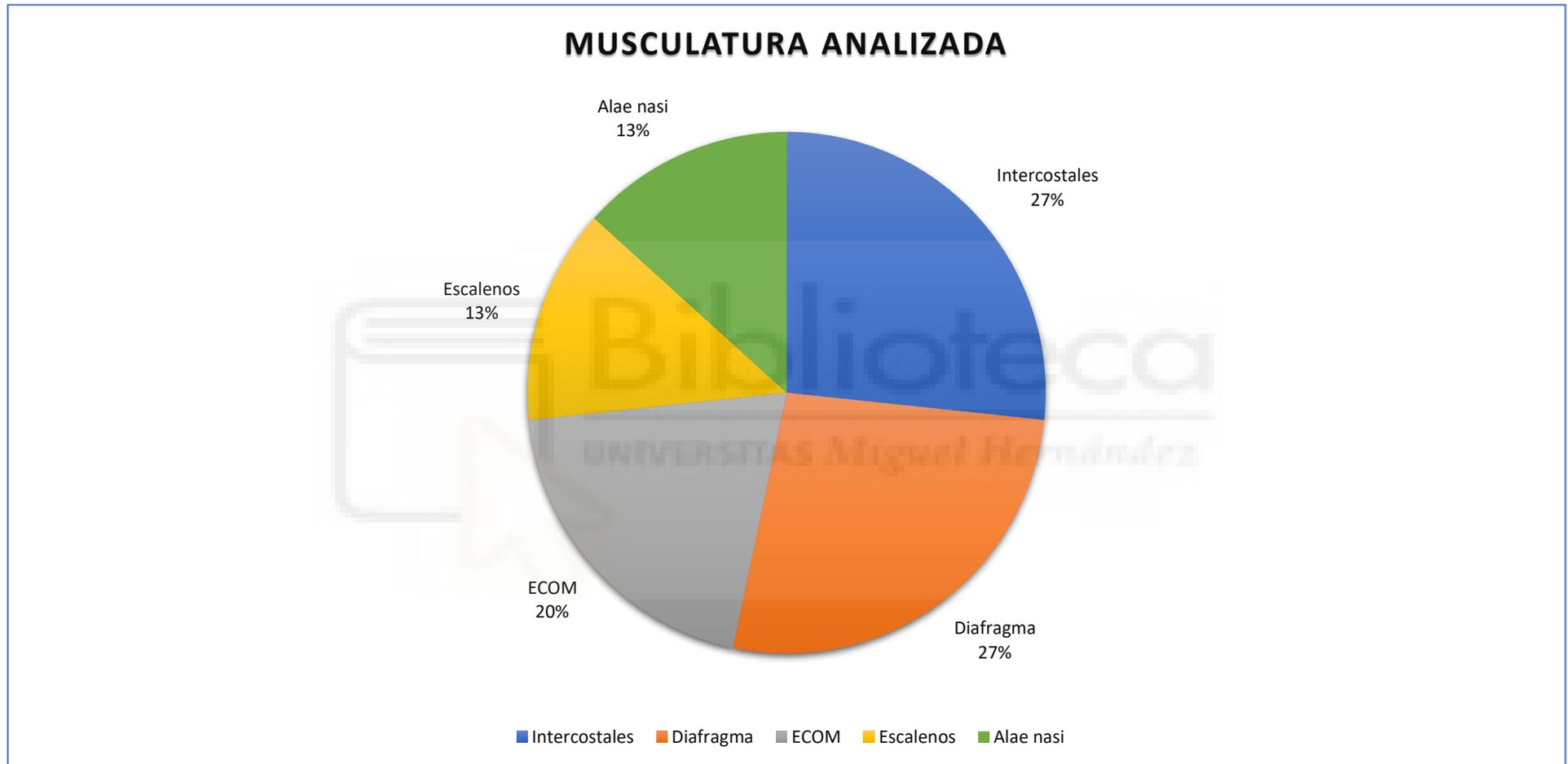
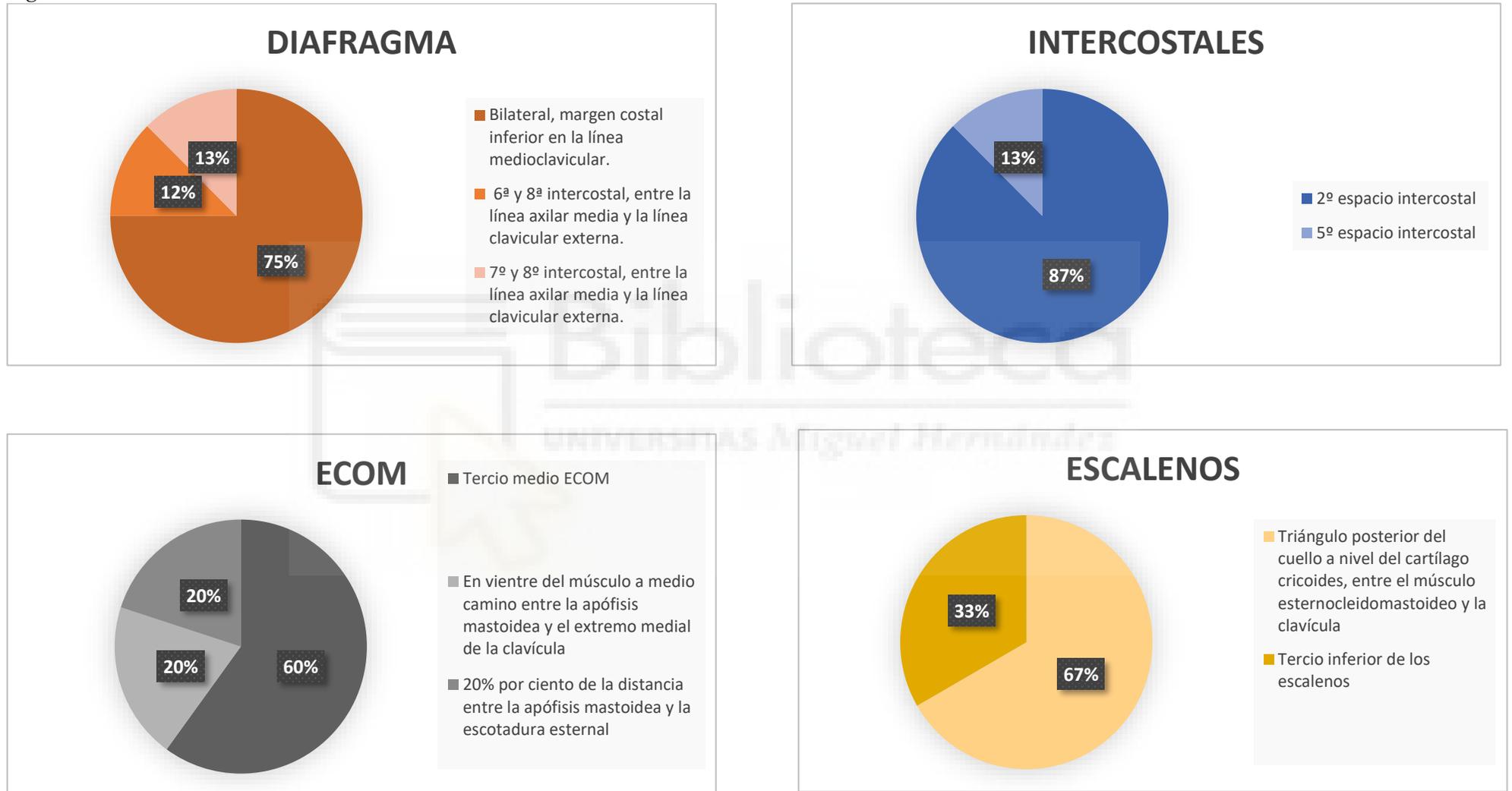
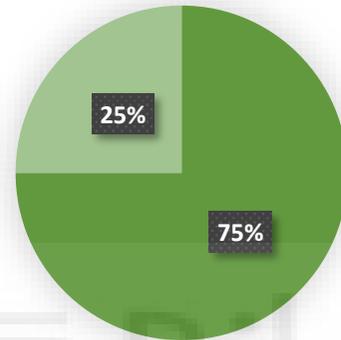


Figura 3. COLOCACIÓN DE LOS ELECTRODOS



ALAE NASI



■ Un electrodo en cada fosa nasal

■ En las superficies laterales de la nariz



Tabla 2. RESUMEN DE LA INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE LOS ARTÍCULOS

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Parthasarathy S, Et al., 2007	Ensayo clínico controlado aleatorizado	Examinar el patrón de reclutamiento de los músculos inspiratorios de la caja torácica, espiratorio y esternocleidomastoideo con electromiografía de superficie durante un ensayo de respiración espontánea.	n= 19 Edad media: 63(44-82) Sexo: hombre Diagnósticos: EPOC(11), ICC(3), neumonía(3), paraplejia(1), sepsis(1).	-Ventilación mecánica -Días de asistencia ventilatoria: +5 días -Listos para someterse a un ensayo de destete	Respiración espontánea: Seis puntos en el tiempo (sextiles): el primer y último minuto del ensayo y cuatro períodos de 1 minuto tomados en intervalos de tiempo iguales entre el primer y el último minuto. Los datos medios de EMGs se calcularon a partir de ocho respiraciones representativas dentro de cada sextil.	No solo aumenta la actividad de los músculos inspiratorios de la caja torácica durante un ensayo fallido de destete, sino que los centros respiratorios también reclutan los músculos esterno mastoideos y espiratorios como un mecanismo para compensar los efectos de una mayor carga en un diafragma débil.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Schmidt M, Et al., 2013	Estudio observacional transversal	Determinar si las electromiografías de los músculos inspiratorios extra diafragmáticos varían con los ajustes de PSV (ventilación de soporte de presión) y se relacionan con el grado de incomodidad y la intensidad de la disnea en pacientes agudos.	n= 12 Edad media: 61 (38-84) Sexo: 9 hombres, 3 mujeres Diagnósticos: EPOC(5), neumonía (3), choque séptico(2), PO(obstrucción pulmonar) cardiogénico(2)	-12h o más ventilados mecánicamente con soporte de presión inspiratoria (IPS) -No medicación sedante -Puntuación Ramsay = <3 -Despiertos y capaces de obedecer 5 órdenes con la escala ATICE	Se utiliza una técnica de análisis EMGs de fase inspiratoria bloqueada para optimizar los registros de la superficie de los músculos inspiratorios del cuello y para estudiar la capacidad de respuesta de los músculos inspiratorios extra diafragmáticos a la carga/descarga inspiratoria.	En la práctica, una reducción de la actividad EMGs de los músculos inspiratorios extra diafragmáticos después de aumentar el nivel de asistencia del ventilador sin activación o con poca activación ineficaz podría sugerir que el soporte del ventilador está bien adaptado.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Cecchini J, Et al.,2014	Estudio observacional transversal	Comparar la actividad eléctrica del diafragma, escaleno y alas nasi, según el modo ventilatorio y el nivel de asistencia	n= 12 Edad media: 72 (59-85) Sexo: Diagnósticos: neumonía (7), Síndrome de dificultad respiratoria aguda (1), paro cardiorrespiratorio(1), edema pulmonar (1), shock séptico(1), shock cardiogénico(1)	-Intubados y ventilados mecánicamente -Capaces de activar el ventilador en el PSV para producir una Vt de 6 a 8 ml/kg con soporte de presión inferior a 20 cm H2O stete	Respiración espontánea: Seis puntos en el tiempo (sextiles): el primer y último minuto del ensayo y cuatro períodos de 1 minuto tomados en intervalos de tiempo iguales entre el primer y el último minuto. Los datos medios de EMGs se calcularon a partir de ocho respiraciones representativas dentro de cada sextil.	En conclusión, el NAVA (asistencia ventilatoria neuralmente ajustada) como PSV (presión de soporte de ventilación) redujo la actividad de los músculos inspiratorios extra diafragmáticos, en proporción al nivel de asistencia proporcionado. En comparación con el PSV, la NAVA resultó en una contribución predominante del diafragma al esfuerzo inspiratorio.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Walterspacher S, Et al.,2017	Ensayo clínico controlado aleatorizado	Acceder a la acción de los efectos sobre el impulso respiratorio neural medido por EMGs y el diafragma en diferentes posiciones corporales durante la ventilación mecánica	n=9 Edad media: 65 (42-88) Sexo: 6 hombres, 3 mujeres Diagnósticos: ns	-Destete prolongado -Cardiorrespiratorio estable para mantener un ensayo de respiración espontánea y sin asistencia durante al menos 30 minutos sin catecolaminas. -Tubo de traqueostomía con un diámetro interno de 7,5 u 8mm.	Se instruyó a los pacientes para que respiraran vigorosamente hasta la capacidad pulmonar total (al menos 3 veces) y realizarán 2 maniobras de ventilación máxima durante al menos 15 segundos para evaluar la activación muscular voluntaria máxima.	Este es el primer estudio que muestra que la posición sentada reduce el impulso respiratorio al diafragma en pacientes con respiración espontánea durante el destete prolongado de la ventilación mecánica. La posición sentada pareció reducir el impulso respiratorio más que la posición semirreclinada o supina y podría verse favorecida durante los SBT.



AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Duarte RP, Et al., 2017	Estudio observacional transversal	El objetivo de este estudio fue evaluar la electromiografía de la superficie diafragmática en sujetos postoperatorios de trasplante hepático, para medir los valores de RMS en 2 momentos diferentes: cuando los pacientes estaban bajo ventilación mecánica invasiva y después de la extubación.	n=14 Edad media: 52,7 (18-70) Sexo: 10 hombres, 4 mujeres Diagnósticos: carcinoma hepatocelular (5), cirrosis por hepatitis fulminante hemocromatosis (4), hepatitis B o C (3), alcohol 2.	-Sometidos a trasplante hepático -Bajo ventilación mecánica -Elegibles para extubación con estabilidad hemodinámica y respiratoria	La electromiografía se realizó en 2 etapas: en modo espontáneo en ventilador mecánico con parámetros mínimos de ventilación de soporte de presión = 10 cm H2O, presión positiva al final de la espiración = 8 cm H2O, y fracciones de oxígeno inspirado, 40%, y nuevamente después de realizar la extubación (hasta 30 minutos).	Los valores de RMS de los domos bajo ventilación mecánica y después de la extubación fueron significativamente diferentes, lo que indica una menor efectividad del músculo diafragma contra la resistencia, sin la ayuda de la presión positiva y la sobrecarga existente del domo izquierdo.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Salazar Sánchez MB, Et al., 2017	Diseño experimental	Evaluar el nivel de participación de los músculos respiratorios durante la prueba de respiración espontánea en pacientes intoxicados con compuestos organofosforados.	<p>Grupo de casos n= 23 Edad media: 30 Sexo: 14 hombres, 9 mujeres Diagnósticos: intoxicación organofosforada</p> <p>Grupo control n=28 Edad media: 27 Sexo: 21 hombres, 7 mujeres Diagnósticos: sanos</p>	<p>Grupo de casos -Intoxicación por CO -Requerimiento de ventilación mecánica -Ausencia de miopatía y trauma torácico -Mayores de 16 años -No embarazadas</p> <p>Grupo control -Ausencia de enfermedad respiratoria -No fumadora -48h de no consumo de alcohol -Mayor de 18 años -No embarazada</p>	En ambas poblaciones, se registraron señales ventilatorias y electromiográficas durante la ventilación mecánica durante 20 min.	Se presentó un nuevo índice asociado al sincronismo entre la actividad muscular y la ventilación. El compromiso del diafragma y el esternocleidomastoideo disminuyó estadísticamente significativamente con la ventilación cuando el paciente presentó síndrome intermedio. Por el contrario, en los primeros días de la intoxicación se requirió la participación del músculo esternomastoideo para ventilar, mientras que los pacientes durante los últimos días de su estancia en la UCI.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Ortega I, Et al.,2017	Estudio Piloto	Evaluar la viabilidad de la Índices derivados de señales electromiográficas para la predicción del destete resultados entre los sujetos con ventilación mecánica después de la cirugía cardíaca.	n=10 Edad media: 54 (30-78) Sexo: hombre Diagnósticos: bypass coronario (6), reemplazo vascular (3), corrección en la ectasio anuloaórtica (1)	-Adultos (18 años o más) -IMC (índice de masa corporal) inferior a 30 -Requerimiento de ventilación mecánica después de la cirugía -No padecer enfermedad neuromuscular o encefalopatía	El enfoque propuesto en este artículo permite evaluar el sistema respiratorio desde el punto de vista físico mediante la actividad muscular del diafragma para caracterizar el patrón respiratorio de los sujetos para predecir el resultado del destete. Se seleccionaron épocas de 180 segundos de señales sEMG y se estableció un criterio visual	Este estudio piloto sugirió la utilidad de la electromiografía de superficie como método no invasivo procedimiento diagnóstico para evaluar el estado de los sujetos ventilados mecánicamente, incluso en situaciones complejas, como las que involucran a sujetos que recibieron Cirugía cardiovascular con un cumplimiento altamente comprometido.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Bellani G, Et al.,2018	Estudio observacional transversal	Evaluar la fiabilidad de la electromiografía de superficie de los músculos respiratorios para monitorizar la actividad eléctrica del diafragma y el esfuerzo del sujeto durante la ventilación asistida.	n=14 Edad media: 56 Sexo: 12 hombres, 3 mujeres	-Edad \geq 18 años -Ventilación mecánica durante más de 48h -No recibe apoyo inotrópico o vasopresor en las últimas 24h -Puntuación en la Escala de Agitación-Sedación de Richmond de -2 a 1.	Para cada paso, se seleccionaron manualmente 40 ciclos respiratorios y se calcularon los valores medio, máximo, mínimo y máximo-mínimo durante la inspiración y la espiración (definidos automáticamente de acuerdo con la dirección del flujo de la vía aérea) para los 3 canales, ECOM, intercostales y diafragma.	Este estudio demostró que la actividad eléctrica del diafragma costal puede monitorizarse de forma fiable y no invasiva mediante el uso de EMGs de superficie durante la ventilación asistida. La señal derivada de la superficie está estrechamente relacionada con la medición esofágica de la actividad eléctrica crural.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Souza Costa H, Et al., 2020	Estudio observacional prospectivo	Analizar los grupos musculares respiratorios implicados en la medición del índice TIE (timed inspiratory effort) mediante electromiografía de superficie.	n=46 Edad media: 80 (71-87) Sexo: 26 hombres, 20 mujeres Diagnósticos: Sepsis (15), insuficiencia respiratoria (15), accidente cerebrovascular (13), insuficiencia cardíaca (3).	-Vía aérea artificial (tubo orotraqueal o cánula de traqueotomía) -Ventilación mecánica invasiva durante > 24h -Clínicamente en condiciones de iniciar un proceso de destete.	A lo largo de 60 segundos de la medición del índice TIE y se analizaron en cada uno de los 3 intervalos de 20 segundos. Se analizaron los valores RMS musculares agrupados e individuales comparando los grupos de éxito y fracaso.	Los sujetos que tuvieron éxito en un ensayo de destete tenían mayor fuerza muscular, un hallazgo que se confirmó tanto en el análisis muscular conjunto como en el individual. Estos resultados también sugieren que un diafragma vigoroso con bajo potencial de fatiga es esencial para el éxito del destete y que el esternocleidomastoideo es tan importante como el diafragma a este respecto.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Roesthuis LH, Et al.,2020	Estudio clínico prospectivo	Investigar en pacientes con ventilación invasiva en UCI el patrón de reclutamiento de los músculos inspiratorios extra diafragmáticos con respecto al diafragma en respuesta a diferentes niveles de soporte inspiratorio y evaluar la concordancia entre la actividad de los músculos inspiratorios extra diafragmáticos y el diafragma.	n=17 Edad media: 60 (46-75) Sexo: 12 hombres, 5 mujeres Diagnósticos: EPOC (8), neumonía (3), cirugía coronaria (2), procedimiento de Bentall (1), síndrome de dificultad respiratoria aguda (1), coma hipercápnico (1), problemas de destete (1).	-Pacientes ventilados mecánicamente durante al menos 3 días. -Con catéter NAVA in situ -Soporte respiratorio -No inestabilidad hemodinámica	Se determinó visualmente un umbral a partir de la media de las envolturas de EMGs para detectar el inicio, el pico y el final de la actividad muscular. Los esfuerzos inspiratorios se detectaron a partir de la señal de flujo y se segmentaron en épocas bloqueadas en el tiempo a los esfuerzos inspiratorios. Estas épocas comenzaron 1 s antes del esfuerzo inspiratorio y terminaron 1,5 s después del inicio del esfuerzo inspiratorio	La actividad de los músculos inspiratorios extra diafragmáticos aumenta en respuesta a niveles más bajos de soporte inspiratorio. Sin embargo, existe una mala correlación y concordancia con el cambio en la actividad del diafragma

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Lokin JL, Et al.,2020	Estudio de cohorte observacional	El objetivo principal de nuestro estudio fue investigar la capacidad de detección del esfuerzo respiratorio con electromiografía de superficie en comparación con la electromiografía transesofágica del diafragma durante la ventilación invasiva.	n=15 Edad media: 62 (45-72) Sexo: 9 hombres, 6 mujeres Diagnósticos: médico, cirugía electiva, cirugía de emergencia.	-Ventilación durante al menos 48h. -Ventilación con Servo-i -Modo de ventilación espontánea -Catéter EAdi.	Los primeros 2 minutos de cada medición se eximieron del análisis para limitar las perturbaciones de la señal. En cada sujeto, el análisis se realizó en los 10 minutos de registro inmediatamente después de los primeros 2 minutos exentos. La actividad muscular máxima del diafragma de cada esfuerzo respiratorio se detectó automáticamente mediante el uso de un umbral mínimo de altura máxima y un umbral mínimo de distancia máxima.	La EMGs no fue fiable para la detección del esfuerzo respiratorio en pacientes que fueron ventilados invasivamente en comparación con la electromiografía transesofágica. Sin embargo, en los registros estables, ambos métodos tuvieron una excelente correlación temporal y una buena concordancia.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Graßhoff J, Et al.,2021	Estudio observacional prospectivo	Investigar la estimación del producto presión-tiempo de la presión muscular inspiratoria mediante EMGs mediante la identificación de un factor de conversión específico del paciente durante las oclusiones al final de la espiración	n=43 Edad media: 64 Sexo: 34 hombres, 9 mujeres Diagnósticos: cáncer de pulmón (20), EPOC (16), enfermedades infecciosas o reumáticas (7)	-Mayores de 18 años -Ventilación mecánica -Tubos endotraqueales flexibles -Programados para broncoscopia electiva	Tras la colocación inicial del balón esofágico, se registraron una serie de esfuerzos inspiratorios espontáneos contra las vías aéreas ocluidas. Inicialmente, los pacientes fueron ventilados con presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP) en un respirador. A continuación, los pacientes fueron cambiados a ventilación con soporte de presión (PSV) y a tres niveles de asistencia (5, 10 y 15cm2O) se aplicaron en orden aleatorio.	Los resultados apoyan el uso de la electromiografía de superficie como una alternativa no invasiva para monitorizar el esfuerzo inspiratorio de los pacientes y pueden ayudar a promover su aplicación en la práctica clínica.



AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Bureau C, Et al., 2022	Estudio observacional prospectivo unicéntrico	Establecer la relación entre la disnea y la respectiva actividad electromiográfica del diafragma y dos músculos inspiratorios extra diafragmáticos, a saber, el intercostal paraesternal y el alae nasi.	n=31 Edad media: 65 (61-71) Sexo: 22 hombres, 9 mujeres Diagnósticos: enfermedad respiratoria crónica (7), cirrosis (7), cardiopatía crónica (4), debilidad neuromuscular (4), coma (4), diabetes (3), paro cardíaco (2).	-Intubación y ventilación mecánica durante más de 24h. -Listos para destete.	El EMGs máximo y el área bajo la curva del EMGs durante el tiempo inspiratorio integrados desde el inicio hasta el pico se calcularon respiración por respiración. Finalmente se promediaron los primeros y últimos 5 minutos de la prueba de respiración espontánea. Debido a la variabilidad de la impedancia cutánea y a la morfología del paciente, los valores del EMGs máximo y el área bajo la curva se normalizaron a la actividad de EMGs al inicio de la prueba de respiración espontánea.	Durante una prueba de respiración espontánea, el cambio de disnea está más estrechamente relacionado con la actividad EMGs de las Alae nasi que con la actividad EMGs del diafragma. Además, la intensidad de la disnea parece ser un criterio fiable para el éxito y el fracaso del destete. Posteriormente, esto sugiere que el cambio de disnea podría ser utilizado como una simple herramienta de monitoreo de la prueba de respiración espontánea.

AUTOR, AÑO	DISEÑO ESTUDIO	OBJETIVO	POBLACIÓN	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Pozzi M, Et al.,2022	Diseño de estudio y población	Describir la activación de los músculos accesorios y espiratorios de forma no invasiva mediante electromiografía de superficie durante una prueba de respiración espontánea y evaluar las diferencias en la actividad eléctrica de los músculos inspiratorios y espiratorios en pacientes con destete exitoso vs. fracasado.	n=37 Edad media: 56 (50-62) Sexo: 27 hombres, 10 mujeres Diagnósticos: síndrome de dificultad respiratoria aguda (29), shock séptico (6), postoperatorio (2)	-Edad > 18 años -Intubados con ventilación mecánica durante más de 48h -Preparados para una prueba de respiración espontánea -No presencia de enfermedad neuromuscular	Dos fases: 1. Paso basal: Duración de 10 min durante el cual se estudiaron los pacientes con el ajuste basal del ventilador de la ventilación PS. 2. SBT: Los pacientes fueron cambiados a Presión Positiva Continua en las Vías Respiratorias (CPAP) a niveles inalterados de Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP) y Fracción de Oxígeno Inspirado (FiO2) (SBT estándar en nuestro centro) durante 2 h a menos que se cumplan los criterios de fallo.	La monitorización no invasiva de los músculos respiratorios mediante EMGs fue factible durante la SBT. La EA de los músculos respiratorios aumentó durante la SBT, independientemente del resultado de la SBT, y los pacientes que no aprobaron la SBT tuvieron un mayor aumento de todas las EA de los músculos inspiratorios en comparación con los pacientes que pasaron la SBT. El reclutamiento de los músculos espiratorios, cuantificado por sEMG, se asocia con el fracaso de la SBT.

Tabla 3. PROCESAMIENTO DE DATOS ELECTROMIOGRÁFICOS Y POSICIÓN DE ELECTRODOS

ARTÍCULO	FRECUENCIA MUESTREO	ANCHO DE BANDA	MÚSCULOS VALORADOS	POSICIÓN ELECTRODOS
Parthasarathy S, Et al. 2007	2kHz	10Hz a 1000Hz	ECOM	Ventre del músculo a medio camino entre la apófisis mastoidea y el extremo medial de la clavícula
Schmidt M, Et al. 2011	10kHz	10Hz a 500Hz	ECOM	X
			Escaleno	X
			Geniogoloso	X
Schmidt M, Et al. 2013	x	x	Escaleno	Bilateral, en el triángulo posterior del cuello, a nivel del cartilago cricoides
			Paraesternales	Bilateral, colocados en el 2º espacio intercostal, cerca del esternón
			Alae nasi	Un electrodo en cada fosa nasal
Cecchini J, Et al. 2014	2kHz	10Hz a 1000Hz	Escaleno	En el triángulo posterior del cuello, a nivel del cartilago cricoides
			Alae Nasi	Un electrodo en cada fosa nasal
Walterspacher S, Et al. 2017	10kHz	20Hz a 1000Hz	Paraesternales	Bilateral, 2º espacio intercostal, cerca del esternón
			Diafragma	Bilateral, en el margen costal inferior
Duarte RP, Et al. 2017	500Hz	x	Región paraxifoides	2 electrodos, 5 cm por debajo de la apófisis xifoides
			Margen costal	2 electrodos con una distancia de 16cm entre ellos
Salazar Sánchez MB, Et al. 2017	1024Hz	20Hz a 500Hz	ECOM	20% de la distancia entre la apófisis mastoidea y la escotadura esternal.
			Diafragma	6º y 8º intercostal, entre la línea axilar media y la línea clavicular externa.
Ortega I, Et al. 2017	1024Hz	10Hz a 500Hz	Diafragma	7º y 8º intercostal, entre la línea axilar media y la línea clavicular externa.
Bellani G, Et al. 2018	500Hz	0Hz a 200Hz	ECOM	Tercio medio del músculo ECOM
			Intercostales externos	Bilateral, 2º espacio intercostal, en la línea paraesternal
			Diafragma	Bilateral, margen costal inferior en la línea medioclavicular.
Souza Costa H, Et al. 2020	x	20Hz a 500Hz	Intercostales externos	5º espacio intercostal de la línea axilar posterior.
			Diafragma	Espacios intercostales inferiores derechos, en la línea medioclavicular.
Roesthuis LH, Et al. 2020	x	25Hz a 500Hz	ECOM/Escalenos	Tercio inferior de los músculos.
			Geniogoloso	Debajo del mentón y por encima del hueso hioides.
			Paraesternales	2º espacio intercostal, 3cm lateral al esternón.
			Alae nasi	Un electrodo en cada fosa nasal.
Lokin JL, Et al. 2020	x	x	Diafragma	Bilateral, debajo de las costillas dorsales anteriores e inferiores.
Graßhoff J, Et al. 2021	1000Hz	x	Paraesternales	Bilateral, en el 2º espacio intercostal en la línea paraesternal.
			Diafragma	Bilateral, margen costal inferior en la línea medioclavicular.
Bureau C, Et al. 2022	10kHz	40Hz a 500Hz	Intercostales	2º espacio intercostal lo más cerca posible del esternón.
			Alae nasi	Un electrodo en cada fosa nasal.
Pozzi M, Et al. 2022	500Hz	0Hz a 200Hz	ECOM	Tercio medio del músculo ECOM
			Paraesternales	Bilateral, 2º espacio intercostal, en la línea paraesternal
			Diafragma	Bilateral, margen costal inferior en la línea medioclavicular.

Tabla 4. ESCALA PEDro

ESTUDIO (autor y año)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Score
Parthasarathy S, Et al., 2007	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	7
Walterspacher S, Et al., 2016	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6
Salazar Sánchez MB, Et al., 2017	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6
Roesthuis LH, Et al., 2020	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6
MEDIA PUNTUACIÓN: 6,25												

Criterio 1. Los criterios de elección fueron especificados.

Criterio 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.

Criterio 3. La asignación fue oculta.

Criterio 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.

Criterio 5. Todos los sujetos fueron cegados.

Criterio 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.

Criterio 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.

Criterio 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.

Criterio 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.

Criterio 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.

Criterio 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Se incluye un criterio adicional (1) relacionado con la validez externa (“Aplicabilidad del ensayo”) que no se sumará en el cálculo de la puntuación final.

INTERPRETACIÓN: Se considera que los estudios con una puntuación entre 9 y 10 tienen una calidad metodológica excelente, los estudios con una puntuación entre 6 y 8 tienen una buena calidad metodológica, entre 4 y 5 una calidad regular y por debajo de 4 puntos tienen una mala calidad metodológica.

Tabla 5. ESCALA NOS

ESTUDIO (Autor y año)	SELECCIÓN				COMPARABILIDAD	RESULTADO		
	Muestra representativa	Tamaño de la muestra	No encuestados	Determinación de la exposición	Basado en el diseño o Análisis	Evaluación de los resultados	Prueba estadística	Puntuación total
Schmidt M, Et al., 2011	-	+	-	++	-	++	+	6 (Satisfactoria)
Schmidt M, Et al., 2013	-	-	-	++	-	++	+	5 (Satisfactoria)
Cecchini J, Et al., 2014	-	+	-	++	-	++	+	6 (Satisfactoria)
Duarte RP, Et al., 2017	-	-	-	++	-	++	+	5 (Satisfactoria)
Ortega I, Et al., 2017	-	+	-	++	-	++	+	6 (Satisfactoria)
Bellani G, Et al., 2018	-	-	-	++	-	++	+	5 (Satisfactoria)
Souza Costa H, Et al., 2020	-	+	+	++	-	++	+	7 (Bueno)
Lokin JL, Et al., 2020	-	++	+	++	-	++	+	7 (Bueno)
Graßhoff J, Et al., 2021	-	-	+	++	-	++	+	6 (Satisfactoria)
Bureau C, Et al., 2022	-	+	+	++	-	++	+	7 (Bueno)
Pozzi M, Et al. 2022	-	-	+	++	-	++	+	6 (Satisfactoria)

La escala de Newcastle-Ottawa (NOS) se evaluó claramente en cuanto a distinción, comparabilidad y exposición, recibiendo puntuaciones de cero a nueve, los estudios de casos y controles y transversales se puntuaron por separado, clasificándose como: Buena calidad: 7-9 puntos; Calidad satisfactoria: 5-6 puntos; Mala calidad: 0-4 puntos.

MEDIA PUNTUACIÓN: 7

10.BIBLIOGRAFÍA

1. Dueñas C., Ortiz G. y Gonzalez M. (2003) Ventilación mecánica aplicación en el paciente crítico. Distribuna. Bogotá.
2. MacIntyre, N. R., Epstein, S. K., Carson, S., Scheinhorn, D., Christopher, K., Muldoon, S., & National Association for Medical Direction of Respiratory Care (2005). Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: report of a NAMDRC consensus conference. *Chest*, 128(6), 3937–3954.
3. American Thoracic Society, & Infectious Diseases Society of America (2005). Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 171(4), 388–416.
4. Lone, N. I., & Walsh, T. S. (2011). Prolonged mechanical ventilation in critically ill patients: epidemiology, outcomes and modelling the potential cost consequences of establishing a regional weaning unit. *Critical care (London, England)*, 15(2), R102.
5. American Thoracic Society/European Respiratory Society (2002). ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 166(4), 518–624.
6. Acar, H., & Yamanoglu, A. (2022). Rapid Shallow Breathing Index as a Predictor for Intubation and Mortality in Acute Respiratory Failure. *Respiratory care*, 67(5), 562–571.

7. Talias, I., Damiani, F., & Brochard, L. (2018). The airway occlusion pressure (P0.1) to monitor respiratory drive during mechanical ventilation: increasing awareness of a not-so-new problem. *Intensive care medicine*, 44(9), 1532–1535. Por 7
8. van der Lee, L., Hill, A. M., Jacques, A., & Patman, S. (2021). Efficacy of Respiratory Physiotherapy Interventions for Intubated and Mechanically Ventilated Adults with Pneumonia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Physiotherapy Canada. Physiotherapie Canada*, 73(1), 6–18. Por 8
9. Roesthuis, L. H., van der Hoeven, J. G., van Hees, H. W. H., Schellekens, W. M., Doorduyn, J., & Heunks, L. M. A. (2020). Recruitment pattern of the diaphragm and extradiaphragmatic inspiratory muscles in response to different levels of pressure support. *Annals of intensive care*, 10(1), 67. Por 9
10. Doorduyn, J., van Hees, H. W., van der Hoeven, J. G., & Heunks, L. M. (2013). Monitoring of the respiratory muscles in the critically ill. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 187(1), 20–27. Por 10
11. Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *The Journal of physiology*, 586(1), 11–23. Por 11
12. Parthasarathy, S., Jubran, A., Laghi, F., & Tobin, M. J. (2007). Sternomastoid, rib cage, and expiratory muscle activity during weaning failure. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 103(1), 140–147.

13. Schmidt, M., Chiti, L., Hug, F., Demoule, A., & Similowski, T. (2011). Surface electromyogram of inspiratory muscles: a possible routine monitoring tool in the intensive care unit. *British journal of anaesthesia*, 106(6), 913–914.
14. Schmidt, M., Kindler, F., Gottfried, S.B., Raux, M., Hug, F., Similowski, T., & Demoule, A. (2013). Dyspnea and surface inspiratory electromyograms in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Medicine*, 39, 1368-1376.
15. Cecchini, J., Schmidt, M., Demoule, A., & Similowski, T. (2014). Increased diaphragmatic contribution to inspiratory effort during neurally adjusted ventilatory assistance versus pressure support: an electromyographic study. *Anesthesiology*, 121(5), 1028–1036.
16. Walterspacher, S., Gückler, J., Pietsch, F., Walker, D. J., Kabitz, H. J., & Dreher, M. (2017). Activation of respiratory muscles during weaning from mechanical ventilation. *Journal of critical care*, 38, 202–208.
17. Duarte, R.P., Sentanin, A.C., da Silva, A.M., Tonella, R.M., Duarte, G.L., Ratti, L.S., & Boin, I.F. (2017). Diaphragm Muscle Surface Electromyography in Patients Submitted to Liver Transplant and Eligible for Extubation. *Transplantation proceedings*, 49 4, 829-831 .

18. Salazar Sánchez, M. B., Hernández Valdivieso, A. M., & Mañanas Villanueva, M. Á. (2017). Assessment of mechanically ventilated patients intoxicated with organophosphates by a novel surface electromyographic index. *Journal of critical care*, 41, 260–267.
19. Ortega, I. C. M., Valdivieso, A. M. H., Lopez, J. F. A., Villanueva, M. Á. M., & Lopez, L. H. A. (2017). Assessment of weaning indexes based on diaphragm activity in mechanically ventilated subjects after cardiovascular surgery. A pilot study. Avaliação dos índices de desmame com base na atividade do diafragma em pacientes submetidos à ventilação mecânica após cirurgia cardiovascular. Um estudo piloto. *Revista Brasileira de terapia intensiva*, 29(2), 213–221.
20. Bellani, G., Bronco, A., Arrigoni Marocco, S., Pozzi, M., Sala, V., Eronia, N., Villa, G., Foti, G., Tagliabue, G., Eger, M., & Pesenti, A. (2018). Measurement of Diaphragmatic Electrical Activity by Surface Electromyography in Intubated Subjects and Its Relationship With Inspiratory Effort. *Respiratory care*, 63(11), 1341–1349.
21. de Souza Costa, H. L. L., de Souza, L. C., da Silva Neto, A. E., da Silva Guimarães, B. L., de Azeredo, L. M., Godoy, M. D. P., & Lugon, J. R. (2020). Involvement of Respiratory Muscles During the Timed Inspiratory Effort Index Measurement With Surface Electromyography. *Respiratory care*, 65(12), 1857–1863.

22. Roesthuis, L. H., van der Hoeven, J. G., van Hees, H. W. H., Schellekens, W. M., Doorduyn, J., & Heunks, L. M. A. (2020). Recruitment pattern of the diaphragm and extradiaphragmatic inspiratory muscles in response to different levels of pressure support. *Annals of intensive care*, 10(1), 67.
23. Lokin, J. L., Dulger, S., Glas, G. J., & Horn, J. (2020). Transesophageal Versus Surface Electromyography of the Diaphragm in Ventilated Subjects. *Respiratory care*, 65(9), 1309–1314.
24. Graßhoff, J., Petersen, E., Farquharson, F., Kustermann, M., Kabitz, H. J., Rostalski, P., & Waltersbacher, S. (2021). Surface EMG-based quantification of inspiratory effort: a quantitative comparison with Pes. *Critical care (London, England)*, 25(1), 441.
25. Bureau, C., Dres, M., Morawiec, E., Mayaux, J., Delemazure, J., Similowski, T., & Demoule, A. (2022). Dyspnea and the electromyographic activity of inspiratory muscles during weaning from mechanical ventilation. *Annals of intensive care*, 12(1), 50.
26. Pozzi, M., Rezoagli, E., Bronco, A., Rabboni, F., Grasselli, G., Foti, G., & Bellani, G. (2022). Accessory and Expiratory Muscles Activation During Spontaneous Breathing Trial: A Physiological Study by Surface Electromyography. *Frontiers in medicine*, 9, 814219.

27. Caruso, P., Albuquerque, A. L., Santana, P. V., Cardenas, L. Z., Ferreira, J. G., Prina, E., Trevizan, P. F., Pereira, M. C., Iamonti, V., Pletsch, R., Macchione, M. C., & Carvalho, C. R. (2015). Diagnostic methods to assess inspiratory and expiratory muscle strength. *Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia*, 41(2), 110–123. Por 27
28. Ratnovsky, A., Elad, D., & Halpern, P. (2008). Mechanics of respiratory muscles. *Respiratory physiology & neurobiology*, 163(1-3), 82–89. Por 28
29. Wan, J. J., Qin, Z., Wang, P. Y., Sun, Y., & Liu, X. (2017). Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Experimental & molecular medicine*, 49(10), e384.
30. American Thoracic Society/European Respiratory Society (2002). ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 166(4), 518–624.