

Rehabilitación de músculos respiratorios con Electroestimulación

Angélica María Álvarez-Arias. Estudiante del programa de Terapia Respiratoria, octavo semestre, facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira. aalvarez97@estudiantes.areandina.edu.co

Nicol Andrea Muñoz-Manrique. Estudiante del programa de Terapia Respiratoria, octavo semestre, facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira. nmunoz29@estudiantes.areandina.edu.co

Juliana Duque-Jurado. Estudiante del programa de Terapia Respiratoria, octavo semestre, facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira. jduque42@estudiantes.areandina.edu.co

Natalia Jeaneth Carmona-Valencia. Magister en Salud Pública y Desarrollo Social. Docente agregado del programa de Terapia Respiratoria, Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Fundación Universitaria del Área Andina, seccional Pereira. ncarmona8@areandina.edu.co

Resumen

El cuerpo humano es un sistema complejo que se encarga de establecer una secuencia sincrónica durante la respiración, durante dicho proceso cada vez que inhalamos ingresa oxígeno a nuestros pulmones, el oxígeno hace un recorrido hasta llegar a las células, donde se desarrollan funciones metabólicas, una vez realizadas, las células producen como residuo otro gas, el dióxido de carbono, el cual pasa de la sangre a los pulmones y es exhalado, este proceso, llamado intercambio gaseoso, es esencial para la vida humana. Para que el cuerpo pueda realizar de forma adecuada el proceso de la respiración, son indispensables una serie de movimientos musculares. Los músculos respiratorios cumplen su función según la fase, durante la inspiración permiten el movimiento de la caja torácica y la expansión pulmonar y la espiración es un proceso pasivo donde ocurre la relajación de los músculos inspiratorios seguido de la contracción de los músculos abdominales para lograr una adecuada mecánica ventilatoria.

Los músculos respiratorios pueden verse afectados por patologías que modifican el funcionamiento de sus fibras, por lo tanto, se ocasiona alteración en la oxigenación y/o la

ventilación de los pacientes. Existen algunas formas verificadas de realizar rehabilitación con el objetivo de mejorar la función de los músculos respiratorios, dentro de los que se encuentra la electroestimulación, la cual está tomando protagonismo en los últimos tiempos. Se ha demostrado que la rehabilitación de los músculos inspiratorios aumenta la fuerza y función de los mismos ayudando a reducir la disnea de esfuerzo y a su vez incrementando la capacidad respiratoria de las personas. Esta revisión muestra los beneficios que genera la rehabilitación muscular por medio de la electroestimulación además de las etapas de dicha rehabilitación.

Palabras clave

Rehabilitación, músculos respiratorios, electroestimulación, Debilidad muscular
Rehabilitation, lung, respiratory muscles, electro stimulation, Muscle Weakness

Introducción

La mecánica ventilatoria cumple una función importante dentro del sistema respiratorio, que es movilizar ciertos volúmenes de aire para lograr hacer un intercambio gaseoso de una manera adecuada y junto a otros procesos llevar oxígeno a diferentes tejidos de todo el sistema y poder mantener una homeostasis dentro del organismo. Para poder realizar este complejo proceso se necesita tener ciertas condiciones adecuadas y unas características tanto físicas, como fisiológicas del tejido pulmonar. En este proceso es fundamental la función que cumplen los músculos respiratorios, ya que son los encargados de realizar la acción de bomba ventilatoria(1).

En algunas patologías ya sean crónicas o agudas, los músculos respiratorios se ven afectados, haciendo que la oxigenación y ventilación se vea interferidas pudiendo llegar a ser inefectivas, para lograr restablecer el funcionamiento adecuado de estos, es necesario un tratamiento de rehabilitación oportuno, para lo cual, es importante medir la fuerza de los músculos respiratorios, donde se podrá determinar la gravedad y disfunción de estos (2) .

Dentro de los métodos que se pueden usar para la rehabilitación de los músculos

respiratorios en cuanto a la mejora de su funcionalidad, se encuentra la electroestimulación, cuya función es generar impulsos eléctricos de baja intensidad que logra estimular los nervios, aumentando su capilarización y oxigenación muscular y a su vez la contracción del músculo genera un aumento de su fuerza (3).

El objetivo de esta revisión es visualizar cuál es la evidencia existente sobre los efectos positivos de la electroestimulación en este grupo de músculos durante la rehabilitación, comparando resultados y demostrando si es viable la utilización de este método durante el tratamiento terapéutico.

Metodología

Para la localización de los documentos bibliográficos se utilizaron varias fuentes documentales. Se realizó una búsqueda bibliográfica en los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2022 en diferentes páginas y libros de artículos científicos como Scielo, Pubmed, Access medicina etc, utilizando los descriptores: Rehabilitación, músculos respiratorios, electroestimulación, Debilidad muscular. Los registros obtenidos oscilaron aproximadamente 20 registros tras la combinación de las diferentes palabras clave. También se realizó una búsqueda en internet en el buscador “Google académico” y “BVS” con los mismos términos.

Se seleccionaron aquellos documentos que informaban los aspectos formales y novedosos sobre la rehabilitación de músculos respiratorios por medio de la electroestimulación de fuentes fiables y válidas, bibliografía reciente, documentos con estudio de casos, estadísticas y resultados que demuestran los beneficios y/o daños ocasionados por la electroestimulación.

Mecánica ventilatoria y músculos respiratorios

El sistema respiratorio cumple diferentes funciones para mantener con vida el

organismo, entre ellas se encuentra la ventilación pulmonar, definida como la movilización de flujo de aire o gas desde la atmósfera hacia los alvéolos y viceversa, este proceso está conformado por dos fases, la inspiración y la espiración. La fase inspiratoria es el proceso por el cual hay movilización de entrada de gas desde la atmósfera hasta los alvéolos y la fase espiratoria se da una vez finalice la inspiración, donde se produce un desplazamiento de gas desde el alvéolo a la atmósfera. Para que este proceso ocurra se deben cumplir ciertas condiciones fisiológicas, donde se ven involucrados los músculos respiratorios(4).

Los músculos respiratorios desarrollan un proceso activo durante la inspiración debido a la contracción de los músculos a diferencia de la espiración que se genera un proceso pasivo por la relajación de los músculos, estas dos funciones musculares durante la respiración generan gradientes presión. La presión atmosférica es constante, por lo cual la presión de los pulmones debe ser mayor o menor para que ocurra de forma adecuada la inspiración y la espiración. Como el sistema está cerrado, esto provoca una variación en el volumen de la caja torácica y el flujo en las vías respiratorias. Si los músculos respiratorios no funcionan, se conduce a la muerte ya que el sistema pasivo que tenemos los seres humanos por sí solo no puede deformarse sin restricciones de variación de presión, es decir, no es posible la ventilación.

Los músculos respiratorios se clasifican en tres grupos los cuales son los productores, facilitadores y accesorios de la fase, todos ellos tienen actividad tanto inspiratoria como espiratoria(5), los cuales se representan en el cuadro 1.

Los músculos respiratorios constituyen un sistema relativamente complejo encargado de garantizar la oxigenación y ventilación de la mayoría de los seres humanos; La capacidad del bombeo muscular para cumplir esta función puede verse amenazada por factores tanto internos como externos, los cuales pueden ser lesión por traumatismo severo, distrofia muscular, polimiositis, sepsis, medicamentos como anestésicos o antidepresivos tricíclicos, malnutrición, intoxicaciones, entre otros(2).

La contracción muscular mueve las estructuras de la caja torácica, haciendo

descender la presión dentro del tórax a niveles sub atmosféricos, con lo que se genera el flujo aéreo inspiratorio. Al mismo tiempo, existen fuerzas o resistencias que se oponen a este proceso, ellas son las llamadas resistencias elásticas y resistencias no elásticas; Las resistencias elásticas son las que se oponen a la deformación de las estructuras anatómicas del aparato respiratorio (parénquima pulmonar y pared torácica), las resistencias no elásticas son las llamadas resistencias de las vías aéreas (Rva), que dependen del calibre, la longitud y las características del flujo aéreo que las recorre(6).

Partiendo de lo anterior, para que este proceso de entrada y salida de aire de los pulmones se pueda realizar, no solo intervienen los músculos respiratorios, sino también una diferencia de presiones que promueve un desplazamiento de gases desde el alveolo hacia la atmósfera, esta presión debe ser supra atmosférica. Ahora bien, la distensibilidad y elastancia pulmonar también juega un papel importante, ya que durante la fase inspiratoria el pulmón por medio de fibras elásticas se estira, pero una vez que la fuerza de los músculos inspiratorios vuelve a su posición de reposo inicial gracias al retroceso elástico, generan un gradiente de presión produciendo la espiración, lo cual en condiciones normales no necesita trabajo muscular para que se produzca(4)(5).

Entretanto, el sistema respiratorio también está conformado por la tráquea, los bronquios principales y aproximadamente la primera docena de divisiones de los bronquios más pequeños tienen anillos o placas de cartílago a su alrededor que les evitan colapsar o que bloqueen el flujo de aire durante el proceso de la respiración. El resto de los bronquiolos y los alvéolos no tienen cartílagos y son muy elásticos. Esto permite que respondan a cambios en la presión conforme los pulmones se expanden y se contraen(7).

Fase inspiratoria

Durante esta fase, en condiciones normales, actúan los músculos inspiratorios constituidos por los músculos productores: el diafragma y los intercostales externos (cuadro 1), el diafragma realiza aproximadamente el 80% del proceso inspiratorio, contrayéndose y descendiendo durante esta fase. Los intercostales externos realizan una contracción logrando

la elevación y el descenso de las costillas, cumpliendo así la totalidad de la fuerza para realizar la fase inspiratoria(4)(5).

El diafragma separa el tórax de la cavidad abdominal y es considerado el principal músculo inspiratorio (8), este músculo es ancho, plano y delgado, tiene forma de cilindro en su parte superior, termina en una cúpula tendinosa y en su periferia está formado por fibras musculares que discurren interiormente junto a la caja costal inferior, constituyendo la zona de aposición(5). Por delante, sus fibras se insertan en la cara dorsal del apéndice xifoides y en su parte posterior en la columna vertebral. Cuando se contrae tiene dos efectos: el aposicional y el insercional; El primero se debe a la yuxtaposición de sus fibras sobre la caja costal inferior, este efecto depende de la extensión de la zona de aposición y de la magnitud de la presión abdominal; El segundo efecto está constituido por la acción directa del diafragma al insertarse en la caja costal.

Cuando el diafragma se contrae, empuja hacia abajo las vísceras abdominales, desplazando hacia afuera la pared abdominal y provocando el aumento de la presión abdominal; A su vez el diafragma eleva y desplaza hacia afuera la cavidad torácica, ocasionando una presión pleural negativa que insufla los pulmones (inspiración) y cuando se relaja vuelve a su posición original haciendo que el aire salga de los pulmones (expiración).

En condiciones patológicas o durante una actividad física de esfuerzo alto o moderado se activan los músculos facilitadores y los accesorios de la fase inspiratoria (cuadro 1). Su contracción ayuda a que en este tipo de condiciones haya un aumento en el volumen intratorácico por medio de un incremento de presiones, logrando contrarrestar o tratando de suplir la falta de aire entrante, sin embargo, estos nunca podrán sustituir a los productores de la fase (diafragma e intercostales externos) (8). Los músculos considerados accesorios de la inspiración son reclutados a altos niveles de actividad inspiratoria y estos incluyen los escalenos, el esternocleidomastoideo y el trapecio, estos. Los intercostales externos y los accesorios realizan su función respiratoria aumentando el diámetro anteroposterior del tórax (9).

Fase espiratoria

Durante la fase espiratoria no existen músculos productores, pero sí existen músculos facilitadores (cuadro 1) como los intercostales internos, que fijan la caja torácica para que se genere la espiración (4)(5).

Los músculos respiratorios abdominales son utilizados en la espiración forzada por lo que son considerados accesorio de la espiración, estos incluyen el músculo recto abdominal, transverso del abdomen, oblicuo externo del abdomen y oblicuo interno del abdomen. Específicamente, el músculo recto abdominal se encarga de llevar las costillas hacia abajo durante la espiración activa, su punto de origen es la sínfisis del pubis y la cresta del pubis, y se inserta en el proceso xifoides y los cartílagos costales de las costillas (7)(9).

Todos los músculos abdominales tienen actividad respiratoria pero no están activos en reposo, más bien, son reclutados en caso de aumento de la demanda de aire o carga de ventilación impuesto a la “bomba” respiratoria, porque un aumento de la demanda respiratoria genera que la respiración sea rápida, por lo cual, los músculos intercostales internos y los músculos abdominales se contraen ayudando a sacar el aire de los pulmones de una manera más rápida y completa(7).

Los principales signos de dificultad respiratoria consisten en el aumento de la frecuencia respiratoria, aumento del volumen corriente y un reclutamiento de los músculos respiratorios extra diafragmáticos (músculos del cuello al inspirar, músculos abdominales al exhalar), entre los músculos accesorios de la inspiración se encuentran el esternocleidomastoideo, escalenos, pectorales, trapecio, serratos, los cuales contribuyen durante el proceso de la inspiración elevando y dilatando la caja torácica con su contracción, facilitando el movimiento de bombeo y la inhalación voluntaria en casos de extrema necesidad(10). Los músculos accesorios de la espiración son los músculos abdominales, los cuales por medio de su contracción mejoran el rendimiento del diafragma, ubicándolo en una posición más favorable en su relación longitud-tensión, se considera al transverso del abdomen como el músculo espiratorio principal, siendo su función comprimir el abdomen en sentido cefálico y mover las costillas inferiores, por lo cual, el reclutamiento de músculos espiratorios cumplen un objetivo: asegurar la

ventilación junto con el diafragma, para hacer frente a la carga mecánica relacionada con la patología (11).

La resistencia de los músculos respiratorios es considerada como la capacidad para cumplir sus funciones de contracción y relajación, sin la aparición de fatiga y está determinada por el equilibrio entre el suministro de energía y las demandas energéticas (11). Entonces, la acción de respirar, la cual todos damos por hecho y de la que ni siquiera nos damos cuenta la mayor del tiempo, es bastante compleja y requiere del trabajo de muchos músculos. Entonces, no es de sorprender que los músculos de la región abdominal también estén involucrados en el proceso.

Cuadro 1. Músculos Respiratorios

	Productores	Facilitadores	Accesorios
Músculos inspiratorios	Diafragma Intercostales externos	Geniogloso Geniohioideo Esternohideo Tirohioideo Esternotiroideo Periestafilino interno	Esternocleidomastoideos Escalenos Pectoral mayor Pectoral menor Trapecios Serratos
Músculos espiratorios	No existen	Intercostales internos	Abdominales: - Recto Anterior - Oblicuos - Transverso Triangular del Esternón

Fuente: Adaptado de: (4)

La debilidad en los músculos respiratorios ya sea parcial o absoluta, aparece como un elemento importante en la insuficiencia respiratoria y así mismo en la preservación de la vida; Sabiendo que el primero es un determinante importante para la calidad de vida y que la aparición de la segunda es un factor que repercute negativamente en su pronóstico vital, el manejo terapéutico de la insuficiencia de los músculos respiratorios debe ser un motivo de alarma. De hecho, los músculos del ser humano muestran una notable plasticidad, en contraste con el carácter a menudo irreversible de las patologías broncopulmonares y de la pared torácica que pueden conducir a insuficiencia respiratoria.

La pérdida de fuerza muscular disminuye la capacidad de realizar actividades cotidianas y que requieran esfuerzo, se ha demostrado que la rehabilitación de los músculos respiratorios modifican la debilidad muscular mejorando la calidad de vida; Una estrategia de rehabilitación la cual podría ayudar a reducir la disnea de esfuerzo es la electroestimulación que se hace por medio de un instrumento que genera choques eléctricos para rehabilitar dichos músculos y a su vez la capacidad respiratoria de la persona.

La Rehabilitación Respiratoria es un tratamiento dirigido a las personas con enfermedad respiratoria crónica, con el objetivo de minimizar las secuelas ocasionadas por la patología, además de mejorar y mantener el máximo grado de independencia y funcionalidad por medio de rehabilitación física, psíquica y social. Constituye una intervención que corresponde al dominio de la prevención terciaria, es decir, una acción en salud sobre una población que padece una discapacidad determinada (12)(13).

En la rehabilitación respiratoria se hace un entrenamiento donde se trabaja tanto la resistencia aeróbica como la fuerza. Se ha observado que trabajando ambas conjuntamente se obtienen mayores beneficios (13). Existen diversos ejercicios para lograr los objetivos de la rehabilitación, sin embargo, no existe actualmente un protocolo de intervención estandarizado; La elección del mejor método de rehabilitación depende de variables como el diagnóstico, la resistencia, la disponibilidad de equipos, la clasificación de la disnea y la fatiga, entre otros, por lo cual es un proceso individualizado.

Como se ha mencionado, dentro de la rehabilitación respiratoria existe una estrategia que es la electroestimulación, que consiste en la estimulación de grupos musculares a través de corrientes eléctricas de baja intensidad que aumenta la fuerza provocando una contracción del músculo deseado y función de los mismos. La electroestimulación tiene como objetivos, reclutar las fibras blancas tipo II, las cuales tienen la capacidad de producir una contracción más fuerte, aumentando la fuerza muscular; en casos de atrofia muscular, incrementa el número de fibras musculares que se activan, aumentando de este modo también la capilarización y oxigenación del músculo(3). Existen tipos de frecuencia y efectos dentro de la electroestimulación, entre ellos está la electroestimulación transcutánea (TENS) y la

electroestimulación muscular (EMS).

Los sistemas TENS están diseñados para trabajar el nervio a partir de una carga de impulsos eléctricos de baja intensidad a través de la piel. Estos impulsos eléctricos generan un estímulo para la producción de endorfinas que ayudan como tratamiento para reducir o eliminar el dolor del paciente sin necesidad de recurrir a medicamentos. Los TENS no realizan contracción muscular, sino que sólo un cosquilleo que estimulan fibras sensitivas (14).

El sistema de electroestimulación muscular (EMS) consiste en la utilización de una carga eléctrica para generar una contracción muscular de forma pulsante a partir de un dispositivo eléctrico conocido como electroestimulador con parámetros (frecuencia, amplitud y tiempo). La contracción pulsante del EMS ayuda a reducir la inflamación muscular, logrando restablecer la funcionalidad del músculo afectado, aumenta la masa, la fuerza muscular y relaja las fibras musculares reduciendo la rigidez de las articulaciones logrando aumentar el rango de movimiento (14).

El dispositivo electroestimulador debe cumplir con unas características para garantizar su uso adecuado sin causar complicaciones a los pacientes, la principal es cumplir con los mantenimientos preventivos y correctivos por el profesional biomédico, debe contar con un generador de corriente constante y que la onda sea rectangular, bifásica, simétrica y, sobre todo, compensada, ya que si la corriente no sale del cuerpo se puede crear una polarización que afecte al hueso y quemaduras. Otras posibles complicaciones son rotura fibrilar, hay que tener presente que la acción dinámica y la aceleración no progresiva, sumado a la mayor tensión muscular que se produce durante un entrenamiento con estos dispositivos, puede llegar a producir la rotura fibrilar o, incluso, la rotura del músculo; la rabdomiólisis se produce cuando se superan los niveles de tolerancia a las corrientes eléctricas. En este caso, debido a la excesiva descomposición de la fibra muscular, las proteínas y enzimas que componen el músculo se liberan al torrente sanguíneo a un nivel que el riñón no es capaz de filtrar y que, en casos muy graves, puede llegar a provocar un fallo renal agudo y la muerte, también se pueden producir espasmos musculares nocturnos en personas muy sensibles, la

electroestimulación puede provocar una excitación cerebral que, además de afectar al descanso nocturno, hace que seamos más susceptibles a padecer espasmos musculares durante la noche (15).

Esta técnica está contraindicada de forma absoluta en implantes eléctricos o marcapasos, durante el embarazo, en enfermedades neurológicas, epilepsia, en hernia abdominal o inguinal si es aplicada en la zona abdominal, en enfermedades cancerosas o tumorales, ya que la electroestimulación muscular produce un incremento vascular que puede favorecer la metástasis. Tampoco en el caso de alergias o irritaciones de la piel, sobre todo si cursan con enrojecimiento o con la aparición de pústulas, ni en la hemofilia, porque las descargas eléctricas pueden producir un estrés vascular y rotura de un vaso sanguíneo con consecuencias mortales, en problemas de circulación sanguínea, el motivo es que puede dar lugar al aumento de la variz y, en el peor de los casos, la aparición de trombosis (15).

Cabe resaltar que, dentro de la estrategia de rehabilitación con electroestimulación el sistema más acorde para cumplir los objetivos de recuperar la funcionalidad y mejorar la calidad de vida de los pacientes, es el sistema de electroestimulación muscular EMS por los múltiples beneficios que conlleva su uso.

Hablar de alternativas para el retiro de la ventilación mecánica es un tema que atrae la atención de muchos Terapeutas Respiratorios e intensivistas, siendo prioritario el retiro temprano de la misma una vez que se ha resuelto el problema que llevó a su uso. La rehabilitación siempre ha sido parte fundamental de la recuperación de muchas funciones que en el paciente crítico sufren gran compromiso, como son la muscular, la respiratoria y la neurológica. La electroestimulación del diafragma sirve para facilitar el retiro temprano del apoyo mecánico ventilatorio (16).

Ahora bien en relación con lo comentado por autores que han estudiado la electroestimulación aplicada por el sistema EMS en el paciente enfermo crítico, podemos decir que no sólo es útil en los pacientes con enfermedades neuromusculares o polineuropatía del paciente crítico en el tema de la fuerza muscular para extremidades, sino también, que la

rehabilitación de los músculos respiratorios con la electroestimulación, ayuda para disminuir las complicaciones del manejo prolongado de VM y fallas en la progresión por atrofia o fatiga del diafragma; resulta interesante observar los cambios en el grosor del músculo diafragma durante la terapia de electroestimulación (12). Con base en lo anterior, ponemos a consideración su implementación como parte de un tratamiento exitoso para un paciente crítico.

Un centro hospitalario de México, aplicó un protocolo de electroestimulación diafragmática transcutánea consistente en la instauración de cuatro electrodos de silicón-carbono de 5×5 cm, dos electrodos situados en el tercer espacio intercostal cerca del apéndice xifoides y los otros dos en el séptimo espacio intercostal en la línea medio axilar; con la siguiente programación: tipo de corriente EMS (electro-estimulación-muscular), corriente bifásica y sincrónica, frecuencia 30 Hz, ancho de pulso 250 microsegundos, rampa 5s (contracción), trabajo 1:2 (descanso), intensidad a demanda del paciente (contracción palpable/visible); dicho protocolo fue aplicado cada 6 horas con una duración de 20 minutos cada sesión (12).

Realizaron una medición ultrasonográfica del diafragma al momento del ingreso del paciente al estudio y tres días después del inicio de la intervención. Para medir el grosor diafragmático utilizaron un transductor microconvexo de 10 MHz localizando a través del séptimo espacio intercostal en la línea media axilar, sitio en el que identificaron la hoja pleural y peritoneal, ambas hiperecoicas, delimitando entre éstas el músculo diafragma y mediante modo M realizaron la medición de su grosor en reposo; posteriormente realizaron la medición tres días después del inicio de la intervención, encontrando una media de grosor diafragmático inicial de 1.9 ± 0.52 mm y una medias de grosor diafragmático final en el grupo intervención de 2.3 ± 0.55 mm, observando una diferencia estadísticamente significativa en el grosor diafragmático posterior a la electro estimulación diafragmática con EMS (12).

Conclusiones

El buen funcionamiento de los músculos respiratorios es primordial para asegurar la mecánica ventilatoria por lo cual, al momento de padecer debilidad o atrofia muscular es adecuado que el profesional de la salud calificado aplique dentro del programa de rehabilitación alternativas como la electroestimulación, la cual tiene como objetivo mejorar el flujo sanguíneo, recuperar las fibras musculares, al mismo tiempo aumentar la fuerza muscular (14); En el caso de la rehabilitación del músculo diafragmático, esta es una intervención novedosa pero segura y bien tolerada por los pacientes, la cual tiene un efecto directo en el aumento del grosor del músculo principal de la respiración que es el diafragma logrando así mejorar la función pulmonar del individuo intervenido. La rehabilitación diafragmática realizada de forma correcta no ocasiona complicaciones, como aumento excesivo del dolor o impacto en parámetros vitales, además no manifiesta presencia de sincinesias, es decir, la contracción muscular involuntaria asociada a un movimiento voluntario, tampoco se reflejan diferencias en relación al nivel de intensidad, fuera de lo sensorial o a nivel motor (10). Únicamente se reflejan casos de dermatitis por el uso de electrodos adhesivos. Todo lo anterior, nos lleva a creer que en la medida en que se implemente la rehabilitación de músculos respiratorios se va a observar una significativa disminución en los padecimientos pulmonares y mejora en la calidad de vida de las personas con la intervención de la rehabilitación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gáldiz Iturri JB. Función de los músculos respiratorios en la EPOC. Arch Bronconeumol. 2000;36(5):275–85.
2. Briceño V. C, Reyes B. T, Sáez B. J, Saldías P. F. Evaluación de los músculos respiratorios en la parálisis diafragmática bilateral. Rev Chil Enfermedades Respir. 2014;30(3):166–71.
3. Moderada-severa CONE, Judith A, Audina B, Bigordá TA. Efectos de un programa de electroestimulación neuromuscular en extremidad inferior en paciente adulto con EPOC moderada-severa. 2018;
4. WC G. Fisiología respiratoria lo esencial en la practica clinica 3º edicion 2012. 2012.
5. Jonh e. Hall ph D. Tratado de fisiologia medica. Gac Med Mex. 100(6):565–85.
6. Hurtado J. Mecánica ventilatoria: fisiología e instrumentos de evaluación. (1). Available from:
http://www.nib.fmed.edu.uy/sitio_nib/BibliotecaNIB/PublNIB123.pdf
7. CDC IN para la S y SO. Unidad 1: Revisión De La Anatomía Y Fisiología Pulmonar. Guía NIOSH sobre Entren en espirometría [Internet]. 2007;1–9. Available

from: https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2004-154c_sp/pdfs/2004-154c-ch1.pdf

8. Eva TC. Músculo Diafragma: qué es, para qué sirve y función. Revista Lesiones [Internet]. 2022. Available from: https://www.fisioterapiaetc.com/category/lesiones/caja_toracica/
9. DDS BNL• RAT. respiracion-pulmonar [Internet]. Available from: <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/respiracion-pulmonar>
10. Músculos de la respiración: tipos, características y funciones al respirar, La clasificación de los músculos de la respiración, resumida y con descripciones. [Internet]. 2019. Available from: <https://psicologiyamente.com/salud/musculos-de-respiracion>
11. _ AKM aMetaxia DM aJohn TPM bDimitrios FM bVassiliki MM aChristos VMd _Ioannis PMd _Ignatios IM bDr. VP _Maria A-NM bGerasimos FM. La estimulación eléctrica funcional de los músculos periféricos mejora la función endotelial y el estado clínico y emocional en pacientes con insuficiencia cardiaca y fracción de eyección del ventrículo izquierdo preservada [Internet]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002870313004341?via%3Dihub>
12. Sivori Martin¹, Capparelli Ignacio², González Claudio³, Boim Clarisa⁴, Fernandez Florencia⁵, Rabinovich Roberto⁶, Salvado Alejandro⁴, Dell'Era Silvina⁷, Conti Ernesto⁸, Victorio Carlos⁹, Turon Gonzalo¹⁰, Saadia Marcela², Benzo Roberto¹¹, Macuso Mario¹² DJ (2019). Recomendaciones en rehabilitación respiratoria 2018 Sección Rehabilitación Respiratoria Asociación Argentina Medicina Respiratoria 1 Unidad de Neumotisiología, Hospital Gral Agudos, Revista americana de medicina respiratoria versión On-line ISSN [Internet]. 2018. Available from: <https://www.scienceopen.com/document?vid=8b59b929-3c37-49f6-936b-f8bf6dd92ace>
13. Cárdenas Favela JC, Godínez García F, Beltrán de la Luz MG, Juárez González CE, Hernández González MA. Terapia de electroestimulación para el tratamiento de la atrofia diafragmática inducida por ventilación mecánica. Med Crítica [Internet]. 2022;36(1):50–4. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2022/ti221h.pdf>
14. Diferencia entre TENS y EMS [Internet]. Available from: <https://www.fundacionrcoms.com/electroestimulacion/diferencia-tens-ems/>
15. contraindicaciones de la electroestimulación.
16. Gratal LG, Aguilar Bail A. Efectividad de la electroestimulación en pacientes con parálisis de Bell: revisión sistemática Efficacy of electrostimulation in patients with Bell's. Univ Zaragoza [Internet]. 2016;1–79. Available from: <https://zaguan.unizar.es/record/107157/files/TAZ-TFG-2021-592.pdf>